

Luciano dos Santos Rodrigues
Claudiomir da Silva dos Santos
Fabrício dos Santos Ritá
Generci Dias Lopes
Rosângela Francisca de Paula Vitor Marques
Marcelo Simão da Rosa
(Organizadores)

Gestão Ambiental



GESTÃO AMBIENTAL



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

G3352 Gestão Ambiental/Rodrigues et al.
 – Campina Grande: EPTEC, 2023.
 264f.: il. color.

Formato: PDF
 Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
 Modo de acesso: World Wide Web
 Inclui bibliografia

ISBN: 978-65-00-84940-0

1. Inovação. 2. Tratamento de efluentes líquidos e sólidos. 3. Desenvolvimento sustentável. I. Rodrigues, Luciano dos Santos. II. Santos, Claudiomir da Silva dos. III. Rita, Fabrício dos Santos. IV. Lopes, Generci Dias. V. Marques, Rosângela Francisca de Paula Vitor. VI. Rosa, Marcelo Simeão da. VII. Título.

CDU 333.72

Os capítulos ou materiais publicados são de inteira responsabilidade de seus autores. As opiniões neles emitidas não exprimem, necessariamente, o ponto de vista do Editor responsável. Sua reprodução parcial está autorizada desde que cite a fonte.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob a Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-Não Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

2023 by Eptec

Copyright © Eptec

Copyright do texto © 2023 Os autores

Copyright da edição © 2023 Eptec

Direitos para esta edição cedidos à Eptec pelos autores

Open access publication by Eptec

Créditos das Imagens da capa

Pixabay/Freepick

Editoração e Revisão

Paulo Roberto Megna Francisco

Arte da Capa

Paulo Roberto Megna Francisco

Conselho Editorial

Claudiomir Silva Santos (IFSULMINAS)

Djail Santos (CCA-UFPB)

Dermeval Araújo Furtado (CTRN-UFCG)

Flávio Pereira de Oliveira (CCA-UFPB)

George do Nascimento Ribeiro (CDSA-UFCG)

Gypson Dutra Junqueira Ayres (CTRN-UFCG)

João Miguel de Moraes Neto (CTRN-UFCG)

José Wallace Barbosa do Nascimento (CTRN-UFCG)

Lúcia Helena Garófalo Chaves (CTRN-UFCG)

Luciano Marcelo Fallé Saboya (CTRN-UFCG)

Newton Carlos Santos (UFRN)

Paulo da Costa Medeiros (CDSA-UFCG)

Paulo Roberto Megna Francisco (CTRN-UFCG)

Raimundo Calixto Martins Rodrigues (DEAG-UEMA)

Soahd Arruda Rached Farias (CTRN-UFCG)

Virgínia Mirtes de Alcântara Silva (CTRN-UFCG)

Viviane Farias Silva (CSTR-UFCG)



GSC EVENTOS ESPECIAIS

Gisele Corrêa Ferreira

Diretora

Lígia Sanches

Administrativo e Financeiro

Márcia Oliveira

Coordenação de Eventos

Alana Caldas

Coordenação de Eventos

Keila Cornetes

Projeto Gráfico e Rede Sociais



20º CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

ORGANIZAÇÃO

GSC Eventos Especiais

COMISSÃO ORGANIZADORA

Afonso Peche Filho
Alisson Souza de Oliveira
Claudiomir da Silva dos Santos
Fabrício dos Santos Ritá
Generci Dias Lopes
Gilcean Silva Alves
Hernani Ciro Santana
Joziana Muniz de Paiva Barçante
Leandro Gustavo da Silva
Luciano dos Santos Rodrigues
Marcelo Simão da Rosa
Paulo Roberto Megna Francisco
Ronei Aparecido Barbosa
Rosângela Francisca de Paula Vitor Marques
Valquíria Mikaela Rabelo
Vera Lucia Navarro

COMISSÃO CIENTÍFICA

Adriana de Oliveira Leite Coelho – UNIVALE
Afonso Peche Filho – IAC
Agda Silva Prado – IFSULDEMINAS
Alisson Souza de Oliveira – UFU
Altieres Paulo Ruela – IFSULDEMINAS
Amanda Tristão Santini – UFV
Anna Lygia de Rezende Maciel – IFSULDEMINAS
Claudiomir da Silva dos Santos – IFSULDEMINAS
Cléber Moterani Tavares – UNIFAL
Dayane Gonçalves Ferreira – UNIVALE
Fabrício dos Santos Rita – IFSULDEMINAS
Fabrício Pelizer de Almeida – UNIUBE
Generci Dias Lopes – IFSULDEMINAS
George do Nascimento Ribeiro – UFCG
Gilcean Silva Alves – IFPB
Giliane Aparecida Vicente da Silva Souza – UFPB
Gustavo Henrique Cepolini Ferreira - UNIMONTES
Gustavo Henrique Gravatim Costa – UEMG
Gypson Dutra Junqueira Ayres – UFCG
Hernani Ciro Santana - UNIVALE
Irene Carniatto Oliveira – UNIOESTE
Israel José da Silva – UFMG
Joziana Muniz de Paiva Barçante – UFLA
Juliano de Paulo dos Santos - UFMT
Katia Sakihama Ventura – UFSCAR
Leandro Gustavo Silva – IFSULDEMINAS
Lilian Vilela Andrade Pinto – IFSULDEMINAS
Lina Bufalino – UFRA
Lissandra Lopes Coelho Rocha – UNIVALE
Lucas Eduardo de Oliveira Aparecido – IFSULDEMINAS



Luciano dos Santos Rodrigues – UFMG
Marcelo Bregagnoli - IFSULDEMINAS
Marcelo Simão da Rosa – IFSULDEMINAS
Marcos Barreto de Mendonca – UFRJ
Maria Teresa Mariano – PUC
Mayara Andrade Souza – CESMAC
Monise Martins Silva – UEMG
Paula Tristão Santini - IFSULDEMINAS
Paulo Roberto Megna Francisco – UFCG
Paulo Sergio Lúcio – UFRN
Pollyanna Freire Montenegro Agra – UFCG
Rodrigo Florêncio Da Silva - Instituto Politécnico Nacional – México
Ronei Aparecido Barbosa – IFSULDEMINAS
Rosangela Francisca de Paula Vitor Marques – UNINCOR
Shirleyde Alves dos Santos – UEPB
Tais Arthur Correa – UEMG
Valquíria Mikaela Rabelo – UNIFAL
Vênia Camelo de Souza – UFPB
Vera Lucia Navarro - USP
Vilmar Alves Pereira – UNINI
Virgínia Mirtes de Alcântara Silva – UFCG
Viviane Farias Silva – UFCG



**Luciano Santos Rodrigues
Claudimir da Silva dos Santos
Fabrício dos Santos Ritá
Generci Dias Lopes
Rosângela Francisca de Paula Vitor Marques
Marcelo Simeão da Rosa
(Organizadores)**

GESTÃO AMBIENTAL



1.a Edição
Campina Grande-PB
2023



REALIZAÇÃO



APOIO



SUMÁRIO

PREFÁCIO	10
MONITORAMENTO DO FÓSFORO TOTAL E FORMAS NITROGENADAS EM DOIS SISTEMAS LÓTICOS NA CIDADE DE FRUTAL/MG	11
TAXA DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS COMUNS EM FARMÁCIAS EM BELO HORIZONTE-MG: UM ESTUDO DE CASO	19
DESAFIOS À ORGANIZAÇÃO E PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL NA ASSOCIAÇÃO DE MULHERES CAMPONESAS AGROECOLÓGICAS	27
ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA EM RESERVATÓRIOS HÍDRICOS PARA DESSEDENTAÇÃO ANIMAL EM ASSENTAMENTO NO SEMIÁRIDO	35
USO E ABASTECIMENTO INTELIGENTE DE ÁGUA NA AGRICULTURA	41
CIDADES INTELIGENTES COMO FORMA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NO BRASIL: UM MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA	49
ANÁLISE DE ÍNDICES BIOFÍSICOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SUCURU-PB UTILIZANDO O GOOGLE EARTH ENGINE	57
A PRODUÇÃO ENXUTA E A ECONOMIA VERDE: MODELAGEM E OTIMIZAÇÃO APLICADAS AO QUARTEAMENTO DE RESÍDUOS ELETRÔNICOS	67
UM APLICATIVO VOLTADO PARA COLETA SELETIVA NA CIDADE DE MENDES - RJ	78
SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS EM FLORESTAS URBANAS: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA PARA A MATA DO QUILOMBO NO MUNICÍPIO DE CAMPINAS/SP	88
REMOÇÃO DE FÓSFORO DO ESGOTO TRATADO UTILIZANDO SACOS ADSORVEDORES	96
APLICAÇÃO DO MODELO PER (PRESSÃO-ESTADO-RESPOSTA) NO CEMITÉRIO DA CONSOLAÇÃO - SÃO PAULO-SP	105
ANÁLISE DE ÍNDICES DE EXTREMOS CLIMÁTICOS (SPI E SPEI) NA REGIÃO HIDROGRÁFICA BAIXO PARAÍBA DO SUL E ITABAPOANA	113
ANÁLISE DA QUANTIDADE DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE GERADOS NO MUNICÍPIO TRÊS RIOS/RJ NO PERÍODO DA PANDEMIA DE COVID-19	123
ANÁLISE DA COLETA E RECUPERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM QUATRO MUNICÍPIOS DO SUL DE MINAS GERAIS E AVALIAÇÃO DA LOGÍSTICA REVERSA COMO FERRAMENTA PARA MELHORIA DOS INDICADORES	134
ALTERAÇÃO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE HELIANTHUS ANNUUS EXPOSTA A EXTRATO DE ALGA VERMELHA	144
LICENCIAMENTO AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE IGARAPÉ/MG: IMPORTÂNCIA E DESAFIOS	151
USO DE EFLUENTES ADVINDOS DE DIFERENTES FONTES COMO SOLUÇÃO NUTRITIVA NO CULTIVO DE HORTALIÇAS FOLHOSAS	161



PROJETO RECICLA MAIS IGARAPÉ: IGARAPÉ, MINAS GERAIS.....	170
PLANO DE MANEJO E PESQUISA SOBRE A BIODIVERSIDADE: UMA VIA DE MÃO DUPLA.....	179
O SATÉLITE SENTINEL-2 COMO INSTRUMENTO NA DETECÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE ÁREAS QUEIMADAS NO MUNICÍPIO DE TABATINGA-AM.....	185
MONITORAMENTO DE GLIFOSATO EM MEIOS AQUÁTICOS, BASEADO NA TÉCNICA DE DIFUSÃO EM FILMES FINOS POR GRADIENTE DE CONCENTRAÇÃO – DGT: RESULTADOS PRELIMINARES	193
DESEMPENHO DO RANDOM FOREST NA AVALIAÇÃO TEMPORAL DO USO DA TERRA EM UMA ÁREA DO BIOMA CERRADO.....	204
INTERPOLAÇÃO DOS DADOS PLUVIOMÉTRICOS DO MODELO GLOBAL ERA5- INTERIM PARA REGIÃO DE FRUTAL – MG UTILIZANDO PLATAFORMA GEE E SIG	215
DIMENSIONAMENTO DE UMA REDE SEMI-HIPOTÉTICA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA UTILIZANDO O SOFTWARE EPANET	223
CAFÉ DO FUTURO: EXPLORANDO AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NAS REGIÕES DE PRODUÇÃO	233
DESENVOLVIMENTO DE ÍNDICE MULTIMÉTRICO PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SISTEMAS AQUÁTICOS NATURAIS E COM INTERFERÊNCIA ANTRÓPICA	242
ESTIMATIVA DE INDICADORES DE BALNEABILIDADE PARA AS PRAIAS DO CENTRO-NORTE DA ILHA DE SANTA CATARINA: UMA FORMA DE AVALIAR A QUALIDADE DA ÁGUA.....	254
CURRÍCULO DOS ORGANIZADORES	263



PREFÁCIO

As questões relacionadas ao meio ambiente têm se tornado cada vez mais presentes no ambiente das diversas atividades, sejam elas industriais, comerciais e agropecuárias, tanto no setor público como no privado. A questão ambiental é tão relevante que tem sido base para normatização, e tomada de decisão quanto a investimentos, financiamentos, novos mercados e certificações.

As pressões no meio ambiente pelas atividades humanas têm causado diversos impactos como as mudanças climáticas, o que tem sido necessário a mudança de comportamento das empresas quanto a visão do meio ambiente. E devido aos diversos fatores intervenientes das atividades com o meio ambiente é fundamental que se implante técnicas de gestão ambiental eficiente e com profissionais que tenham conhecimento abrangente sobre o tema.

10

Na concepção de produtividade hoje, a escala por unidade de área ou tempo, com qualidade da mercadoria são os referenciais exigidos pelo mercado, mas tem sido exigido pelo consumidor, principalmente externo a produção e processamento respeitando o meio ambiente, e atualmente com implementações do conceito de sustentabilidade ambiental.

Esta publicação do eixo Gestão Ambiental do 20 Congresso Nacional do Meio Ambiente, traz artigos que com toda certeza vão acrescentar no avanço das questões ambientais, para estudantes, professores, pesquisadores comunidade em geral.

O Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas é uma realização da GSC Eventos Especiais e do Instituto Federal do Sul de Minas - Campus Muzambinho.

Luciano dos Santos Rodrigues

UFMG



MONITORAMENTO DO FÓSFORO TOTAL E FORMAS NITROGENADAS EM DOIS SISTEMAS LÓTICOS NA CIDADE DE FRUTAL/MG

Rodrigo Ney Millan¹
Adriana Duneya Díaz Carrillo²
Eliana Aparecida Panarelli³

¹Prof. Dr. Universidade do Estado de Minas Gerais – Unidade Frutal, Departamento de Ciências Agrárias e Biológicas, rodrigo.millan@uemg.br

²Mestrando em Ciências Ambientais da Universidade do Estado de Minas Gerais - Unidade Frutal, Departamento de Ciências Agrárias e Biológicas, adriana.1094557@discente.uemg.br;

³Prof. Esp. Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda - UNEFM, Coro-Falcón. Venezuela
Profa. Dra. Universidade do Estado de Minas Gerais – Unidade Frutal, Departamento de Ciências Agrárias e Biológicas, eliana.panarelli@uemg.br

INTRODUÇÃO

A qualidade das águas superficiais é de grande importância para a vida aquática e para o meio ambiente devido a vulnerabilidade dos sistemas aquáticos à poluição. A modificação da paisagem provocada para o desenvolvimento das atividades urbanas e agrícolas gera impactos negativos sobre os recursos hídricos propiciando transporte de nutrientes para os rios (RIVERS et al., 2011). Como reflexo, observa-se excesso de nutrientes nesses ecossistemas aquáticos, principalmente nitrogênio e fósforo, identificados como os principais responsáveis pelo processo de eutrofização (LIMA et al., 2016).

Os efluentes domésticos e descargas industriais representam as principais fontes artificiais de poluição pontual em ambientes aquáticos, uma vez que apresentam localização definida e frequente, sendo incorporados no ambiente de forma concentrada em locais conhecidos (LIMA et al., 2016). Um exemplo de fonte pontual de poluição são os efluentes tratados de estação de tratamento de esgoto das cidades. Por outro lado, as fontes difusas apresentam extensas áreas de incorporação de nutrientes nos sistemas hídricos, como por exemplo as terras agrícolas, que representam importantes fontes de poluição difusa para os corpos d'água, podendo ocasionar degradação significativa da qualidade da água, sendo mais difícil de controlar o impacto quando comparada à poluição pontual (KASAK et al., 2018).



Devido à poluição multidimensional de entradas de fontes pontuais e difusas, é importante detectar as fontes de entrada responsáveis pelos maiores danos ao ecossistema aquático (MEYER et al., 2021).

O aumento do uso de fertilizantes necessários para a intensificação agrícola e a inevitável urbanização para abarcar uma população humana crescente aceleram o incremento de nitrogênio e fósforo nos ecossistemas aquáticos, que trazem consequências variadas como: (1) crescimento excessivo de macrófitas; (2) águas turvas devido ao crescimento exacerbado do fitoplâncton; (3) proliferação de microalgas nocivas; (4) morte de organismos aquáticos (WITHERS et al., 2014). Todas essas consequências estão relacionadas à qualidade de água.

Este trabalho visa analisar a dinâmica do fósforo total e formas nitrogenadas na água dos córregos Ribeirão Frutal e São José do Bebedouro, ambos localizados no município de Frutal/MG.

METODOLOGIA

Os córregos Ribeirão Frutal e São José do Bebedouro localizam-se no município de Frutal-MG, na mesoregião do Triângulo Mineiro, porção Oeste do Estado de Minas Gerais (Figura 1). Esta região está inserida no bioma Cerrado com presença de atividades agrícolas e pecuárias que movimentam grandes recursos na região (IBGE, 2021). O município de Frutal tem clima definido como Aw, segundo a classificação Köppen-Geiger, tropical sazonal com inverno seco (abril a setembro) e verão chuvoso (outubro a março) (ALVARES et al., 2013), apresenta temperatura média anual de 23,6°C e precipitação em torno de 1.433mm (ROLDÃO & ASSUNÇÃO, 2012).

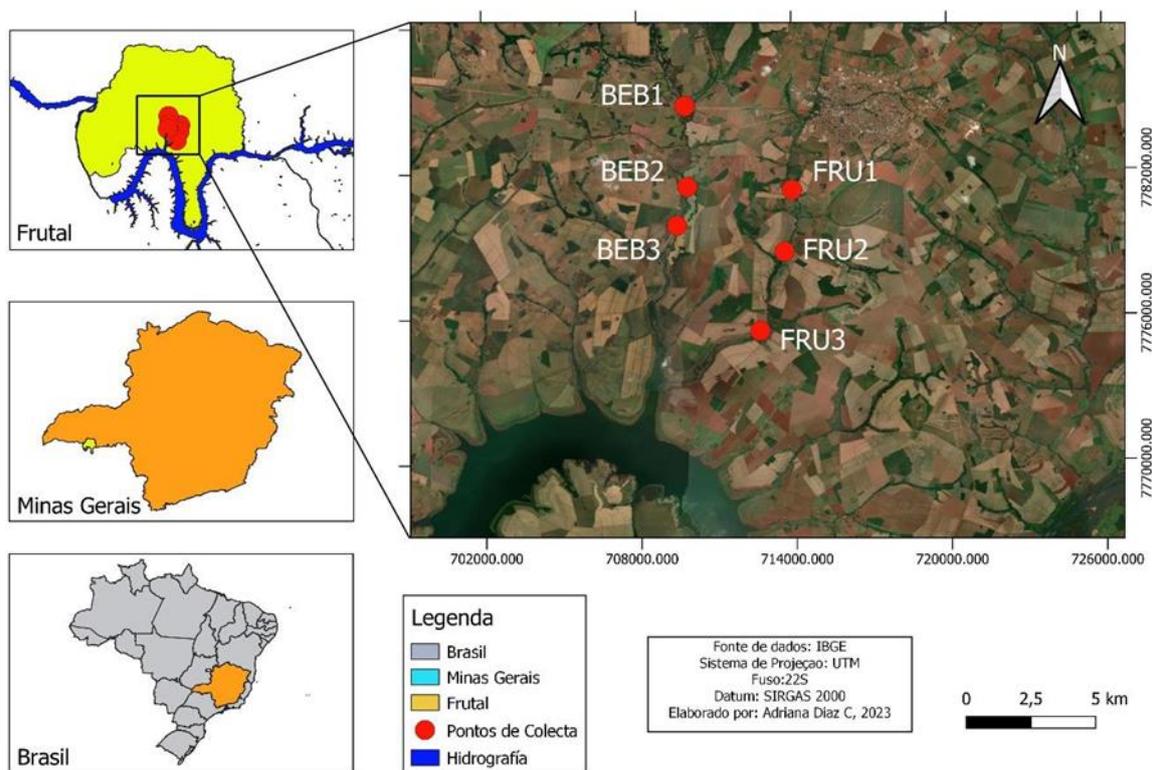
Os pontos de amostragem para monitoramento da qualidade da água foram definidos em locais que configuram a terceira ordem em cada um dos sistemas, sendo assim denominados: FRU1: próximo da saída do efluente final tratado da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) no Ribeirão Frutal, FRU2 e FRU3: atividade agropecuárias na área no Córrego Ribeirão Frutal; BEB1, BEB2 e BEB3: Córrego São José do Bebedouro em áreas de atividade agrícola e pecuária (Figura 1).

As coletas de água foram realizadas mensalmente nos meses de junho a setembro de 2022. Todas as amostragens e mensurações ocorreram na subsuperfície da zona litorânea dos dois sistemas, ao longo dos 4 meses de estudo, amostrando-se 3 pontos em cada um dos rios com um total de 24 amostras.



A amostragem de água para determinação de nutrientes ocorreu em frascos de polietileno previamente limpos com capacidade de armazenamento de 500 mL. Fósforo total (PT - $\mu\text{g L}^{-1}$), nitrato (NO_3 - $\mu\text{g L}^{-1}$), nitrito (NO_2 - $\mu\text{g L}^{-1}$) e nitrogênio amoniacal total (NAT - $\mu\text{g L}^{-1}$) foram determinados espectrofotometricamente de acordo com Golterman, Clymo e Ohnstad (1978) e Koroleff (1976).

A análise dos dados ocorreu por meio de gráficos “boxplot” envolvendo a média, o erro padrão e o desvio padrão dos nutrientes quantificados. Realizou-se uma análise de Kruskal-Wallis para verificar as diferenças entre os pontos de cada um dos sistemas hídricos. Havendo diferença, procedeu-se com um teste de comparação por pares (SHESKIN, 2004). Os dados foram comparados aos valores de referência da legislação brasileira Resolução CONAMA 357/05, especificamente para águas doces de classe 2 (BRASIL, 2005).



13

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O nitrato apresentou variação média de 28,9 (FRU3) a 75,2 $\mu\text{g L}^{-1}$ (FRU2) no Ribeirão Frutal, não mostrando diferença significativa ($p < 0,05$) entre os pontos. O nitrito diferiu

significativamente entre os pontos, com maiores valores no FRU1 (média de 12,9 $\mu\text{g L}^{-1}$) e menores valores no FRU3 (média de 2,8 $\mu\text{g L}^{-1}$). Os valores médios de nitrogênio amoniacal total aumentaram à jusante do ponto inicial de coleta no Ribeirão Frutal, diferindo significativamente entre FRU1 (3373,58 $\mu\text{g L}^{-1}$) e FRU 3 (4278,2 $\mu\text{g L}^{-1}$). Neste mesmo córrego, o fósforo total não apresentou diferença significativa entre os pontos amostrais, com maiores valores médios acima de 330 $\mu\text{g L}^{-1}$ (Figura 2).

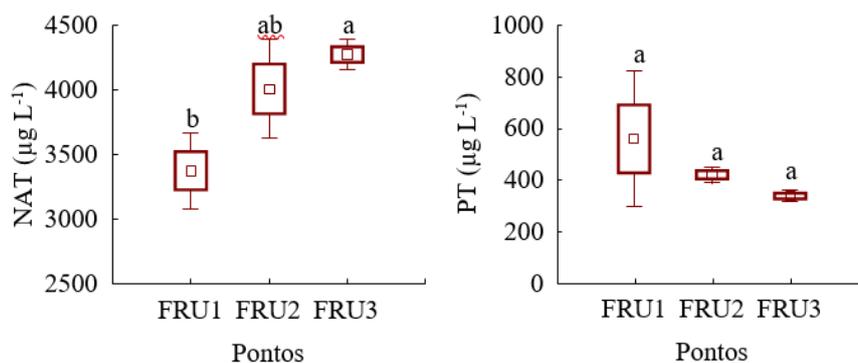


Figura 2. Gráficos boxplot dos nutrientes dos pontos coletados no córrego Ribeirão Frutal (BEB1 a BEB3), onde: NO_2 = nitrito; NO_3 = nitrato; NAT = nitrogênio amoniacal total; PT = fósforo total; quadrados = médias; retângulos = erros padrões; barras verticais = desvios padrões; letras iguais = pontos com valores semelhantes; letras diferentes = pontos com valores diferentes.

No córrego São José do Bebedouro o nitrato apresentou uma variação média de 25,5 (BEB1) a 236,7 $\mu\text{g L}^{-1}$ (BEB3) mostrando diferença significativa ($p < 0,05$) entre os pontos e tendência de aumento ao longo do percurso analisado. O nitrito também diferiu significativamente entre os pontos amostrais com menores valores no BEB1 (média de 0,2 $\mu\text{g L}^{-1}$) e maiores valores no BEB3 (média de 0,8 $\mu\text{g L}^{-1}$). O nitrogênio amoniacal total não diferiu entre os pontos, com valores médios abaixo de 80 $\mu\text{g L}^{-1}$. O mesmo comportamento foi observado para a variável fósforo total, com valores abaixo de 26 $\mu\text{g L}^{-1}$ (Figura 3).



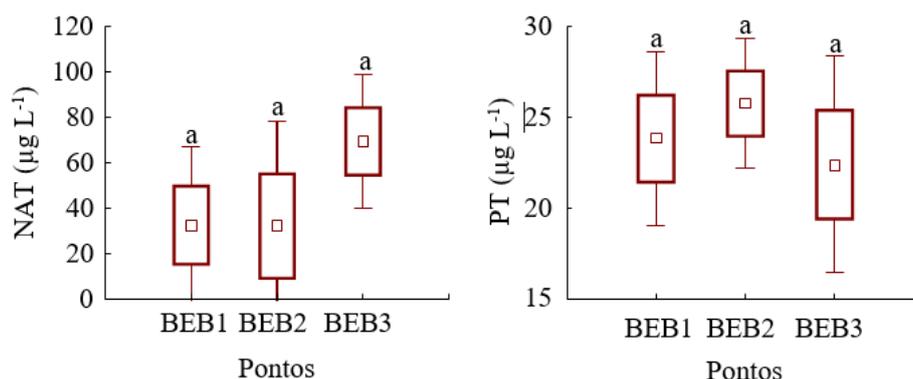


Figura 3. Gráficos boxplot dos nutrientes dos pontos coletados no córrego São José do Bebedouro (BEB1 a BEB3), onde: NO_2 = nitrito; NO_3 = nitrato; NAT = nitrogênio amoniacal total; PT = fósforo total; quadrados = médias; retângulos = erros padrões; barras verticais = desvios padrões; letras iguais = pontos com valores semelhantes; letras diferentes = pontos com valores diferentes.

De acordo com a Resolução CONAMA nº 357 de 2005, o limite estabelecido para nitrato em águas doces de classe 2 é de $10.000 \mu\text{g L}^{-1}$ (BRASIL, 2005), estando todos os pontos amostrais dentro do preconizado na legislação para esta variável. O limite estabelecido pela Resolução nº 357 de 2005 do CONAMA para nitrito é de $1.000 \mu\text{g L}^{-1}$ (BRASIL, 2005) sendo que o maior valor médio encontrado no presente estudo foi de $12,9 \mu\text{g L}^{-1}$ no FRU1 (Figura 3), abaixo do limite permitido pela legislação.

Uma variável com destaque negativo para o Ribeirão Frutal foi o nitrogênio amoniacal total, que deve ser interpretada junto à variável pH. A variável pH foi mensurada durante o período de coletas nos dois sistemas e apresentou valores que oscilaram entre 6 e 7,5. A CONAMA 357/05 estabelece que para ambientes aquáticos com pH igual a 7,5 ou inferior, os valores de nitrogênio amoniacal total não devem exceder $3700 \mu\text{g L}^{-1}$ (BRASIL, 2005). O sistema apresentou valores superiores ao estabelecido na legislação em todos os pontos amostrais, com aumento confirmado estatisticamente à jusante do FRU1 (Figura 3). O nitrogênio amoniacal total é incrementado em ambientes aquáticos por meio de fontes difusas e pontuais, como águas residuais tratadas e não tratadas. Elevadas concentrações deste elemento resultam na presença de amônia não ionizada (NH_3), que pode ser tóxica aos organismos aquáticos e retardar a nitrificação biológica (WANG et al., 2020).

Outra variável com destaque negativo para o Ribeirão Frutal é o fósforo total, que apresentou valores médios superiores a $330 \mu\text{g L}^{-1}$ (Figura 2), superando em mais de 3 vezes o valor estabelecido na CONAMA 357/05 para ambientes lóticos de classe 2 (até $100 \mu\text{g L}^{-1}$)



(BRASIL, 2005). Esta variável não apresentou diferença significativa entre os pontos, demonstrando que este percurso do córrego analisado é altamente impactado pelos resíduos tratados da estação de tratamento de esgoto do município incorrendo em elevação acentuada de nitrogênio amoniacal total e elevados de fósforo total, que não reduzem no trajeto analisado. Elevados valores de fósforo em sistemas hídricos desempenham papel importante na qualidade da água e podem representar uma ameaça aos organismos aquáticos (SOTIRI et al., 2022) provendo de fontes pontuais (estação de tratamento de esgoto) ou por fontes difusas (áreas agrícolas) (BOWES et al., 2015).

Diante do exposto, observa-se intensa eutrofização no trecho avaliado do córrego Ribeirão Frutal, que recebe o descarte da água residuária da estação de tratamento de esgoto da cidade de Frutal, de forma pontual, e descarga de nutrientes lixiviados das propriedades rurais, de forma difusa.

Os dados do trecho avaliado do córrego São José do Bebedouro indicam que as variáveis nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal total e fósforo total estão dentro dos limites estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 para águas doces de classe 2, mesmo com a incorporação de nutrientes de forma difusa provenientes das áreas agrícolas.

CONCLUSÕES

O trecho analisado do córrego Ribeirão Frutal encontra-se em intenso grau de eutrofização, com elevada degradação da qualidade da água. A água residuária do esgoto tratado da cidade de Frutal, proveniente da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), é uma fonte pontual de poluição, incorporando nitrogênio amoniacal total e fósforo na água.

O trecho analisado do córrego São José do Bebedouro encontra-se em grau de preservação adequado para abastecimento para consumo humano após tratamento convencional, à conservação de comunidades aquáticas, à recreação de contato primário e à irrigação.

Os resultados encontrados neste trabalho indicam que a Estação de Tratamento de Esgoto da cidade de Frutal mostra-se ineficiente ao seu propósito e necessita de adequações que visem diminuir o grau de impacto ambiental do descarte de efluentes tratados no córrego Ribeirão Frutal.

AGRADECIMENTOS



Ao programa de bolsas de Produtividade em Pesquisa – PQ/UEMG pelas bolsas concedidas ao primer autor e terceira autora. Ao Programa Bolsas Brasil PAEC OEA- GCUB (Organização de Estados Americanos – Grupo Coimbra) pela bolsa de pós-graduação concedida à segunda autora no ano de 2021-2023.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v.22, n.6, p.711-728, 2013.

BOWES, M. J.; JARVIE, H. P.; SKEFFINGTON, R. A.; WADE, A. J.; LOEWENTHAL, M.; GOZZARD, E.; NEWMAN, J. R.; PALMER-FELGATE, E. J. Characterising phosphorus and nitrate inputs to a rural river using high-frequency concentration–flow relationships. *Science of the total environment*, v.511, p.608-620, 2015.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre uma nova classificação para as águas doces, bem como para as águas salobras e salinas do território nacional. Brasília: CONAMA, 2005. 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: 20 jun. 2023.

GOLTEMAN, H. L.; CLYMO, R. S.; OHNSTAD, M. A. M. *Methods for physical and chemical analysis of freshwater*. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1978.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE: Cidades. Frutal. 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/frutal/panorama>. Acesso em: 20 jun. 2023.

KASAK, K.; KILL, K.; MANDER, U. Efficiency of a newly established in-stream constructed wetland treating diffuse agricultural pollution. *Ecological Engineering*, v.119, p.1-7, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925857418301708>. Acesso em: 22 jun. 2023.

KOROLEFF, F. Determination of nutrients. In: GRASHOF, E.; KREMLING, E. (ed.). *Methods of seawater analysis*. New York: Verlag Chemie Weinheim, p.117-181, 1976.

LIMA, R. N. S.; RIBEIRO, C. B. M.; BARBOSA, C. C. F.; ROTUNNO-FILHO, O. C. Estudo da poluição pontual e difusa na bacia de contribuição do reservatório da usina hidrelétrica de Funil utilizando modelagem espacialmente distribuída em Sistema de Informação Geográfica. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v.21, p.139-150, 2016.



MEYER, A. M.; FUENFROCHEN, E.; KAUTENBURGER, R.; CAIRAULT, A.; BECK, H. P. Detecting pollutant sources and pathways: High-frequency automated online monitoring in a small rural French/German transborder catchment. *Journal of Environmental Management*, v.290, e112619, 2021.

RIVERS, M. R.; WEAVER, D. M.; SMETTEM, K. R. J.; DAVIES, P. M. Estimating future scenarios for farm-watershed nutrient fluxes using dynamic simulation modeling. *Physics and Chemistry of the Earth*, v.36, p.420-423, 2011.

ROLDÃO, A. F.; ASSUNÇÃO, W. L. Caracterização e duração das estações seca e chuvosa no triângulo mineiro – MG. *Revista Geonorte*, v.1, n.5, ed. esp. 2, p.428–440, 2012.

SHEKIN, D. *Handbook of parametric and nonparametric statistical procedures*. 3. ed. London: Chapman & Hall, 2004. 159p.

SOTIRI, K.; KISHI, R. T.; HILGERT, S.; SCHEER, M. B.; GABRIEL, P. G.; BENATTO, D. A.; FUCHS, S. Assessment of phosphorus input from urban areas in the Passaúna River and reservoir. *Water*, v.14, 819, p.1-19, 2022.

WANG, X.; LI, J.; CHEN, J.; CUI, L. LI, W.; GAO, X.; LIU, Z. Water quality criteria of total ammonia nitrogen (TAN) and un-ionized ammonia (NH₃-N) and their ecological risk in the Liao River, China. *Chemosphere*, v.243, e125328, 2020.

WITHERS, P. J. A.; COLIN, N.; HELEN, P. J.; DONNACHA, G. D. Agriculture and eutrophication: where do we go from here? *Sustainability*, v.6, n.9, p.5853-5875, 2014.



TAXA DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS COMUNS EM FARMÁCIAS EM BELO HORIZONTE-MG: UM ESTUDO DE CASO

Ana Teresa Rodrigues de Sousa¹

Gisele Vidal Vimieiro²

Camila Costa Maia³

Kryscia Palhares Napoli Affonso⁴

Max Filipe Silva Gonçalves⁵

Marcos Paulo Gomes Mol⁶

¹Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, anateresars.25@gmail.com

²Prof^a. Dr^a. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental, giselevv@cefetmg.br

³Gerente de Licenciamento, Superintendência de Limpeza Urbana (SLU), Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, camila.cmaia@pbh.gov.br

⁴Gerente do Departamento de Normatização e Licenciamento, Superintendência de Limpeza Urbana (SLU), Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, kryscia@pbh.gov.br

⁵Prof. Dr. Escola de Engenharia, Universidade Presbiteriana Mackenzie, max.goncalves@mackenzie.br

⁶Prof. Dr. Fundação Ezequiel Dias e Coordenador do grupo de pesquisa Saúde e Meio Ambiente da mesma fundação, marcos.mol@funed.mg.gov.br

19

INTRODUÇÃO

Os resíduos de serviços de saúde (RSS) são aqueles gerados em estabelecimentos cujas atividades têm por finalidade atenção à saúde humana e animal (BRASIL, 2010; WHO, 2014). A Resolução da Diretoria Colegiada ANVISA (RDC ANVISA) nº 222/2018 normatiza o gerenciamento destes resíduos em território nacional e classifica os grupos de resíduo segundo o risco oferecido à saúde e ao meio ambiente, propondo ainda procedimentos que devem ser adotados (ANVISA, 2018).

O Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS) é definido em ANVISA (2018) como o documento que descreve o gerenciamento dos RSS em contexto interno e externo ao estabelecimento de geração. Na cidade de Belo Horizonte/MG a Superintendência de Limpeza Urbana (SLU) é o órgão responsável pela aprovação da fase extra estabelecimento dos PGRSS de estabelecimentos geradores de RSS localizados na capital



mineira (BELO HORIZONTE, 2016). Dentre os estabelecimentos geradores deste tipo de resíduos se encontram as farmácias, classificadas por CFF (2001) como local de prestação de serviços de saúde relacionados a readequação de hábitos e orientações gerais acerca de tratamentos de saúde, estando entre os grandes geradores de RSS (WHO, 2014).

Em ANVISA (2018), os RSS são classificados nos seguintes grupos: resíduos que apresentam risco biológico compõem o Grupo A; os resíduos químicos, o Grupo B; aqueles resíduos com risco radiológico estão no Grupo C; os RSS comparáveis aos gerados em âmbito domiciliar, estes não oferecem nenhum dos riscos característicos dos outros grupos compõem o Grupo D; e os resíduos perfurocortantes estão contidos no Grupo E.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) descreve que, em situações de boas práticas de gerenciamento de RSS, o grupo D deve representar cerca de 85% do volume gerado pelos estabelecimentos de saúde (WHO, 2018). Cenário em concordância com o observado em estudos conduzidos junto a farmácias no Brasil, Oliveira et al. (2018) e Sousa (2022), que encontraram os resíduos comparáveis aos domésticos como o grupo mais volumoso de RSS para esse tipo de empreendimento.

Além da considerável participação do Grupo D dentro do total gerado nas farmácias, estes, segundo WHO (2014), são compostos majoritariamente por resíduos recicláveis. O Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Belo Horizonte (PMGIRS) prevê a destinação integral dos RSS do Grupo D à reciclagem até o ano de 2020 (BELO HORIZONTE, 2017).

Este trabalho busca estudar a geração dos resíduos comuns e a sua destinação à reciclagem entre as farmácias de Belo Horizonte-MG, e assim, inferir sobre os potenciais de reforço no montante destinados à reciclagem em Belo Horizonte e estratégias de aprimoramento do processo.

METODOLOGIA

O presente estudo foi conduzido a partir dos PGRSS de farmácias de Belo Horizonte - MG disponibilizados para consulta pela SLU mediante parceria com a Fundação Ezequiel Dias - FUNED. A amostra foi composta pelos planos aprovados pela Superintendência até novembro de 2020 e somou 135 PGRSS. Os planos avaliados estavam com status aprovado e implantado à época da consulta, e o conteúdo destes documentos é declarado pelo responsável de cada empreendimento.



Os dados de localização do empreendimento e geração de RSS do Grupo D destinados à coleta indiferenciada e a reciclagem foram organizados em planilha eletrônica no software LibreOffice. Após a coleta, os dados foram submetidos à análise no software estatístico R versão 4.1.1. Foram obtidos valores absolutos de geração de RSS do Grupo D destinados à coleta indiferenciada e à reciclagem para a cidade de Belo Horizonte e suas regionais. Para melhor visualização dos resultados encontrados, estes foram organizados em tabelas.

Após verificação de não-normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk, os dados foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis para comparação do percentual de RSS destinados à reciclagem entre as regionais a nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre os 135 PGRSS utilizados neste trabalho, todos possuem descrição de geração de RSS pertencentes ao Grupo D de ANVISA (2018). Entretanto, a destinação destes resíduos à reciclagem está disponível em apenas 56 PGRSS (41,5%) e a destinação à coleta indiferenciada está descrita em 134 PGRSS consultados. Dentre os planos estudados 55 previam a destinação dos resíduos comparáveis aos domésticos à reciclagem e à coleta indiferenciada. A distribuição de PGRSS por regionais com a citação da destinação dada aos resíduos do Grupo D pode ser verificada a seguir na Tabela 1.

21

Tabela 1. Distribuição de PGRSS por regional de Belo Horizonte e a destinação dada a estes resíduos

Quantidade de PGRSS com geração de RSS Grupo D				
Localidade	Total	Destinação à coleta indiferenciada	Destinação à reciclagem	Destinação à reciclagem (%)
Barreiro	6	6	5	83,33
Centro-Sul	50	50	16	32
Leste	11	11	6	54,55
Nordeste	10	10	2	20
Noroeste	15	15	6	40
Norte	2	2	1	50
Oeste	17	17	11	64,71
Pampulha	18	17	6	33,33
Venda-Nova	6	6	3	50
Belo Horizonte	135	134	56	41,48

Todas as regionais contam com PGRSS que prescrevem a destinação de RSS do Grupo D à reciclagem, contando com variações percentuais. Nota-se que há concentração de PGRSS na



regional Centro-Sul (37,00% dos planos estudados). Este número também foi confirmado por Sousa (2022), que também atribuiu este comportamento à localização da região hospitalar de Belo Horizonte nesta regional da cidade. O perfil médio encontrado para a capital mineira demonstra que apenas 41,48% das farmácias da cidade destinam seus resíduos comuns para a reciclagem.

Belo Horizonte apresenta população atendida por coleta porta a porta de resíduos recicláveis menor (15,02%) que a média mineira (66,36%) e brasileira (45,99%), segundo Almeida e Mol (2020). Além da baixa cobertura populacional pela coleta seletiva, percebe-se em Belo Horizonte desigualdade de acesso ao serviço entre os bairros da capital. Entre os 487 bairros em Belo Horizonte (PBH, 2021) 53 contam com coleta seletiva porta a porta (PBH, 2022) valor próximo de 11% do número total de bairros. Entre os 53 bairros atendidos pelas rotas de coleta porta a porta, apenas 20 são totalmente cobertos pelas rotas, sendo que 16 estão localizados na regional Centro-Sul (PBH, 2022a). Este fato pode representar limitação àquelas farmácias que não se localizam em rotas de coleta porta a porta. A cidade de Belo Horizonte fornece outra modalidade de coleta seletiva: a coleta ponto a ponto, entretanto este serviço é destinado à população da cidade e não estando disponível aos seus estabelecimentos comerciais (PBH, 2022b).

No que concerne ao volume gerado de RSS do Grupo D a taxa de geração de resíduos comparáveis aos domésticos entre as farmácias de Belo Horizonte somou 7897,79 L/dia. Deste total, 4074,71 L/dia (51,59%) são destinados à coleta indiferenciada e 3823,08 L/dia (48,41%) à reciclagem. Em Sousa (2022), o Grupo D somou 96,8% do total de RSS gerados por farmácias em Belo Horizonte, reforçando a importância do estudo do gerenciamento desses.

Nenhum dos grupos estudados, total de RSS do Grupo D gerados, total de RSS do Grupo D destinados à coleta indiferenciada e total de RSS do Grupo D destinados à reciclagem, seguiram a distribuição normal segundo o teste de Shapiro-Wilk. Os valores p encontrados em cada um dos testes para os grupos foram respectivamente: $1,493 \times 10^{-11}$, $2,962 \times 10^{-9}$ e $6,709 \times 10^{-13}$.

Não foram encontradas diferenças significativas na geração média do montante destinado à coleta indiferenciada e no montante destinado à reciclagem entre as regionais de Belo Horizonte dos estabelecimentos estudado à nível de 5% de significância. Os volumes de geração do Grupo D e sua destinação dentre as regionais da cidade podem ser verificados na Tabela 2.



Tabela 2. Média de geração de RSS do Grupo D entre as regionais de Belo Horizonte e sua destinação

Volume médio gerado por estabelecimento (L/dia)				
Localidade	Total	Destinação à coleta indiferenciada	Destinação à reciclagem	Destinação à reciclagem (%)
Barreiro	375,64	160,37	215,27	57,31
Centro-Sul	3070,35	1863,83	1206,52	39,3
Leste	711,09	303,74	407,35	57,29
Nordeste	250,63	166,75	83,88	33,47
Noroeste	710,53	318,87	391,66	55,12
Norte	96,76	63,46	33,3	34,42
Oeste	1306,79	571,07	735,72	56,3
Pampulha	920,73	394,05	526,67	57,2
Venda-Nova	455,29	232,59	222,7	48,91
Belo Horizonte	7897,79	4074,71	3823,08	48,41

É importante observar que o montante destinado à reciclagem representa 48,41% do volume gerado do Grupo D em nas farmácias de Belo Horizonte inseridas neste estudo. Isto se dá apesar de apenas 56 dos PGRSS (41,48%) estudados destinarem resíduos comparáveis aos domésticos parcialmente à reciclagem. Observa-se que, entre as farmácias que aderiram à coleta seletiva de resíduos, o volume destinado à reciclagem corresponde, em média, a 58,83% do total de resíduos comparáveis aos domésticos gerados.

Apesar do potencial de aumento do volume destinado à reciclagem devido às características dos resíduos estudados neste trabalho, a percentagem encontrada não se aproxima da destinação integral almejada no PMGIRS de Belo Horizonte. Desta maneira, ações para aumentar a adesão à coleta seletiva se fazem necessárias.

Bringhenti e Günter (2011) apontaram que a preocupação com o meio ambiente, com a qualidade de vida e redução dos riscos associados ao gerenciamento de resíduos são fatores motivadores para a participação em programas de coleta seletiva. Boricha et al. (2021) e Chimanka et al. (2021) salientam a necessidade de aumento da consciência ambiental dos profissionais da saúde para melhorias no gerenciamento de RSS. O estímulo e fortalecimento da consciência ambiental é um dos objetivos da Política Nacional de Educação Ambiental (BRASIL, 1999), que determina que a educação ambiental é componente essencial da educação nacional se apresentando em educação formal e não-formal, logo, podendo fazer parte da formação dos profissionais de saúde durante sua formação acadêmica e em formação continuada.



Entretanto, a participação em campanhas de reciclagem, não são limitadas apenas pelo grau de consciência ambiental dos envolvidos. O tempo e o trabalho gastos com a separação dos resíduos recicláveis e a falta de informações sobre os resultados da coleta seletiva são colocados por Bringham e Günter (2011) como fatores dificultadores. Assim, retoma-se Almeida e Mol (2020), PBH (2021) e PBH (2022) e percebe-se que a diminuta extensão e presença nos bairros da rede de coleta porta a porta em Belo Horizonte representam fatores limitantes àqueles que queiram aderir às ações de coleta seletiva, mas não estão localizados nestas rotas.

CONCLUSÕES

Tendo em vista os resultados apresentados acima, nota-se que existe potencial para aumento do montante de RSS do Grupo D gerados nas farmácias de Belo Horizonte-MG destinados à reciclagem. Entretanto, são necessárias modificações no atual cenário do gerenciamento destes resíduos.

Por parte do poder público, recomendam-se estudos de ampliação das rotas de coleta porta a porta de resíduos recicláveis para aumento da atratividade da coleta seletiva entre as farmácias de BH. Ações de educação ambiental visando a conscientização e prevenção de práticas inadequadas no gerenciamento de RSS junto aos profissionais que atuam nestes estabelecimentos são, de igual modo, muito importantes. Para manutenção da adesão à coleta seletiva também é necessária estruturação de estratégias para fornecer devolutivas acerca dos resultados encontrados, reforçando a importância da reciclagem.

Por parte dos empreendimentos, recomenda-se o estudo sobre a disponibilidade da coleta seletiva porta a porta em seus endereços. Caso positivo, sugere-se ações de treinamento para segregação correta no estabelecimento e destinação adequada dos resíduos. Caso negativo, é sugerida busca por parcerias com cooperativas de reciclagem locais.

Recomenda-se, também, a continuidade dos estudos nesta linha para monitoramento do perfil de destinação destes resíduos à reciclagem e melhor desenvolvimento de políticas públicas para fomento à coleta seletiva.

AGRADECIMENTOS

Ao CEFET-MG e à FUNED pelo apoio no desenvolvimento da pesquisa. À SLU-BH pela parceria. À FAPEMIG e ao CNPq pelo apoio financeiro.



REFERÊNCIAS

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC Nº 222, de 28 de março de 2018. Regulamenta as boas práticas de gerenciamento dos Resíduos de Serviço de Saúde e dá outras providências. Brasília: Ministério da Saúde, 2018. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2018/rdc0222_28_03_2018.pdf. Acesso em: 05 de maio de 2023.

ALMEIDA, C. M. C.; MOL, M. P. G. Avaliação da coleta seletiva no município de Belo Horizonte, Brasil. *Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales*, v.13, n.3, p.1032–1047, 2020.

BELO HORIZONTE. Decreto nº 16.509, de 19 de novembro de 2016. Regulamenta o art. 46 da Lei nº 10.534/2012, no tocante à elaboração, apresentação, aprovação e implantação do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde - PGRSS no município de Belo Horizonte. Belo Horizonte: Prefeitura Municipal, 2016. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/mg/b/belo-horizonte/decreto/2016/1651/16509/decreto-n16509-20>

16-regulamenta-o-art-46-da-lei-n-10534-2012-no-tocante-a-elaboracaoapresentacao-aprovacao-e-implantacao-do-plano-de-gerenciamento-de-residuos-deservicos-de-saude-pgrss-no-municipio-de-belo-horizonte. Acesso em: 10 de maio de 2023.

BELO HORIZONTE. Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Belo Horizonte. 2017. Ed. Belo Horizonte: PBH, 2017. V. I.

BORICHA, Z.; GIROTRA, C.; ACHARYA, S.; SHETTY, O.; BHOSLE, R.; TOMAR, G. Cognizance, comprehension, and implementation of Green Dentistry among dental students and practitioners, Navi Mumbai, India. *International Journal of Scientific Study*, v.9. p.155–162, 2021.

BRASIL. Lei nº 9797, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Brasília: Presidência da República. 1999. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm. Acesso em: 01 de junho de 2023.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a política nacional de resíduos sólidos, altera a lei nº9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. Brasília: Presidência da República. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 05 de maio de 2023.

BRINGHENTI, J. R.; GUNTHER, W. M. R. Participação social em programas de coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos. *Engenharia Sanitária E Ambiental*, v.16; n.4, p.421–430, 2011.



CFF. Conselho Federal De Farmácia. Resolução nº 357, de 20 de abril de 2001. Aprova o regulamento técnico das Boas Práticas de Farmácia, 2001. Disponível em: <https://www.cff.org.br/userfiles/file/resolucoes/357.pdf>. Acesso em: 10 de maio de 2023.

CHIKANMA, N.; OKORONKWO, S. C.; EMAIMO, J.; EJIKE, A.; ISMAILA, M. D.; ADEDOJA, O. R.; UGWU, N.; OLOFIN, O. Dental Waste Management practices among Dental Professionals in selected dental Hospital/Clinicals and laboratories in South East Nigeria. *Journal of dental and Medical Sciences*, v.20. p.43-48, 2021.

OLIVEIRA, R. D. C. M.; COQUEIRO, J. F. R.; PORTELA, F. S.; FERRAZ, M. A. Avaliação do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviço de Saúde em uma rede de Drogarias de Vitória da Conquista-BA. *Rev. Mult. Psic.*, v.40. p.815-825, 2018.

PBH. Prefeitura de Belo Horizonte. 2021. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/noticias/prodabel-detalha-tamanho-e-numero-de-bairros-das-regionais#:~:text=Ao%20todo%2C%20a%20capital%20tem%20332%20km%C2%B2%20e%20possui%20487%20bairros>. Acesso em: 20 de junho de 2023.

PBH. Prefeitura de Belo Horizonte. 2022a. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/slu/informacoes/servicos/porta-a-porta>. Acesso em: 20 de junho de 2018.

PBH. Prefeitura de Belo Horizonte. 2022b. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/slu/informacoes/reciclavel/levs>. Acesso em: 20 de junho de 2018.

SOUSA, A. T. R. de. Quantificação dos Resíduos de Serviço De Saúde De clínicas odontológicas e farmácias de Belo Horizonte – MG. 53f. TCC (Graduação). Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022. Disponível em: https://www.eng-ambiental.bh.cefetmg.br/wp-content/uploads/sites/187/2023/02/20183000545_ANA-TERESA.pdf. Acesso em: 05 de junho de 2023.

WHO. World Health Organization. 2014. Safe management of wastes from health-care activities. 2014. 308p. Disponível em: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/85349/9789241548564_eng.pdf;jsessionid=2B3B7C2E8D4092DB359C77687A49A560?sequence=1. Acesso em: 05 de maio de 2023.

WHO. World Health Organization. 2018. Health-care waste. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/health-care-waste>. Acesso em: 25 de junho de 2023.



DESAFIOS À ORGANIZAÇÃO E PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL NA ASSOCIAÇÃO DE MULHERES CAMPONESAS AGROECOLÓGICAS

*Brenda Vieira da Paz¹
Polyana Rafaela Ramos²*

¹Prof. Me. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFMT Campus Confresa; Departamento Ciências Agrárias, polyana.ramos@ifmt.edu.br

²Pós-Graduanda em Especialização em Solos e Nutrição Mineral de Plantas, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFMT Campus Confresa, brendavieiracfs@gmail.com

INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, em oposição ao modelo de produção convencional tem surgido diversos estilos de agricultura em diversas regiões no mundo, antes chamados de agricultura alternativa, como exemplo da agricultura orgânica, ecológica, permacultura, biológica e agroecológica que atualmente juntos são denominados de agriculturas ecológicas sustentáveis.

De maneira geral todas estas formas de agricultura alternativa se propõem a uma produção de base ecológica e sustentável, contudo, a Agroecologia foi capaz de unir aspectos, no que diz respeito as questões ambientais, sociais, econômicas e culturais, onde cada aspecto é fundamental e indissociável dos demais (PACHECO, 2023).

A proposta de produção sustentável, através da Agroecologia, presente nas reflexões e práticas das mulheres camponesas e da agricultura familiar, evidencia a importância da construção de modelos de agricultura alternativa, necessários para a superação dos modelos convencionais. Tal proposta se apresenta como ecológica, sustentável e socialmente justa, na medida em que se apoia em uma racionalidade ecológica da agricultura em pequena escala, que representa exemplos de sistemas que alimentam a maior parte da população do mundo” (COLLET, 2015). A autoras ressaltam ainda a importância de as mulheres camponesas estarem organizadas quando propõem uma alternativa de produção com princípio orientador



de suas ações e práticas produtivas, assumem algumas questões específicas, como a preservação do solo, a recuperação de sementes crioulas e o plantio e manejo agroecológico.

De acordo com Siliprandi (2006), é importante compreender qual o lugar reservado às mulheres nas políticas de segurança alimentar e quanto aos desafios que se impõe a quem busca construir uma maior equidade de gênero no campo. Para chegar a estas questões, é preciso entender os modelos de produção, consumo e distribuição de alimentos, assim como os papéis de gênero que são reservados a homens e mulheres.

Diversos fatores contribuem para o fortalecimento das desigualdades nas relações de gênero e dentre elas, podemos citar a dependência econômica, a falta de acesso ao conhecimento científico e tecnológico, bem como a organização social e produtiva das atividades desenvolvidas pelas mulheres na propriedade. Além de fortalecer a identidade camponesa, desenvolvida a partir de uma produção sustentável e cultura alimentar, ainda pode ser compartilhada entre as mulheres camponesas seus modos de vida, com a finalidade de apertar os laços de união, produção e bem viver.

A versatilidade da agricultura familiar tem sido cada vez mais reconhecida no mundo em função de sua importância não apenas na produção de alimentos, mas pela função essencial de gerar emprego e renda a partir de seus sistemas agrícolas diversificados. Garantindo a segurança alimentar, protegendo também a agrobiodiversidade e os ecossistemas (PACHECO, 2023). No campo, a forte presença feminina provoca rupturas nos modelos tradicionais de agricultura familiar, que articuladas proporcionam a visibilidade do trabalho feminino na produção agroecológica e sua luta para efetivação da garantia de seus direitos (CONAFER, 2022).

Com um histórico de muito trabalho, as mulheres da associação AMCA vêm buscando seu lugar na cadeia produtiva do município, bem como autonomia econômica e valorização no contexto familiar, uma vez que em sua maioria, as atividades agrícolas desenvolvidas dentro da propriedade têm o homem como agente principal, cabendo as mulheres, as tarefas relacionadas aos cuidados do lar e vez por outra como auxiliar dos maridos, mas também sem “grande importância” e poder de decisão. Apesar de enfrentarem dificuldades, desigualdades e contradições nesse processo de produção agroecológica, a associação se desafia cotidianamente na construção de novos valores, transformando-se em protagonistas sociais nos seus locais de atuação (PAZ et al., 2019).

As mulheres do campo são fundamentais para a sustentabilidade ambiental. Seus valores em relação ao respeito pela natureza e cuidados com seu ambiente, fazem a diferença



em um momento tão decisivo para o futuro climático do planeta. Ao desempenhar suas atividades no dia a dia, suas ações são importantes no enfrentamento de eventos climáticos, como secas e inundações. Isto porque o cuidado e a conexão com tudo o que está ao seu redor é parte da natureza feminina, capaz de lidar com múltiplas situações de forma simultânea. São elas também o público mais impactado pelas mudanças climáticas e suas consequências. Diante disso, suas contribuições se estendem não apenas ao papel de educadoras de seus filhos, mas também com a educação doméstica orientadoras das práticas agroecológicas que norteiam a agricultura familiar, e que, com frequência, ficam sob sua responsabilidade (CONAFER, 2022).

Diante dos avanços que as mulheres tem alcançado ao longo da caminhada, a importância do trabalho e da regionalidade tradicional dos produtos produzidos pelas camponesas e também pela agricultura família na região Araguaia Xingu, contribui com a valorização e visibilidade da cultura das comunidades, inserindo assim, no trabalho de mulheres camponesas os saberes locais e suas lutas.

Nessa perspectiva o trabalho teve como objetivo conhecer e avaliar os desafios à organização social e produção sustentável no fortalecimento da Associação De Mulheres Camponesas Agroecológicas-(AMCA) de Canabrava do Norte-MT.

29

METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida com a Associação das Mulheres Camponesas Agroecológicas - (AMCA), ao qual a área de estudo compreende o Assentamento Rural Manah criado no ano de 1995, com capacidade de assentar 138 famílias localizado na região Araguaia Xingu, no município de Canabrava do Norte-MT, com acesso a BR 158 (INCRA, 2018). A associação AMCA é composta por 18 famílias que participam ativamente das ações e a organização se dá através de encontros e reuniões mensais no barracão da associação ou na escolinha do município.

Adotou-se como metodologia o Estudo de caso e observação participante, para conhecer as experiências de organização, desafios e produção do grupo. Uma estratégia para a inserção nas atividades das mulheres, podendo assim compreender melhor sua realidade. Enquanto o Estudo de Caso, de acordo com pesquisa que se concentra no estudo de um caso particular, considerado representativo de um conjunto de casos análogos, por ele significativamente representativo e a coleta dos dados e sua análise se dão da mesma forma que nas pesquisas de campo, em geral, a observação participante é realizada em contato



direto, frequente e prolongado do investigador, com os atores sociais, nos seus contextos culturais, sendo o próprio investigador instrumento de pesquisa (SEVERINO, 2014; MARIETTO, 2018).

A pesquisa foi dividida em etapas, onde primeiramente buscou-se por meio de um questionário semiestruturado com perguntas abertas e fechadas, identificar e diagnosticar as dificuldades e problemas de produção, no processo de busca pela sustentabilidade dentro dos conceitos e práticas da Agroecologia, bem como os principais desafios a organização das mulheres enquanto grupo e na luta pelo fortalecimento da agricultura familiar.

As atividades foram desenvolvidas junto ao grupo de mulheres nos anos de 2018 e 2019. A próxima etapa foi a participação nas atividades do grupo, durante os meses de novembro e abril, período em que foram realizados reuniões, encontros, mutirões e discussões sobre os seus anseios e atividades práticas na associação. Posteriormente foi realizado um DRP (Diagnóstico Rápido Participativo) com o grupo, ao qual proporciona através de experiências compartilhadas e conhecimento, reconhecendo as dificuldades enfrentadas pela comunidade e possíveis soluções.

De acordo com Verdejo (2006), o DRP é uma importante ferramenta de trabalho com comunidades tradicionais e utiliza fontes variadas para assegurar uma coleta compreensível das informações, como revisão de dados secundários, fotografias aéreas e imagens de satélite, observação direta de eventos, processos e as relações entre as pessoas e após a coleta, é possível aos facilitadores a compreensão das condições e circunstâncias analisando os problemas e opções para enfrentá-los em conjunto.

Posteriormente foi realizada a transcrição das entrevistas, organização e sistematização dos dados coletados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Associação das Mulheres Camponesas Agroecológicas de Canabrava do Norte surgiu em 2001 envolvendo mulheres de cinco assentamentos diferentes: Projeto de Assentamento Manah I, Manah II, Setor Oito, Jandaia e Canabrava, que se juntaram e constituir a associação das mulheres com objetivo de produzir e comercializar seus produtos no sistema agroecológico (PAZ et al., 2019).

Os assentamentos possuem uma grande dimensão, sendo a distância entre as propriedades um dos desafios que as associadas enfrentam. Além disso, fatores relacionados a saúde ou questões familiares também provocaram desânimo, fato que culminou com a



desarticulação do grupo em determinados momentos, o que é um grande desafio frente a busca pela afirmação e consolidação do grupo enquanto agricultoras agroecológicas.

As mulheres da Associação AMCA, estão organizadas para produzir pães, verduras, artesanatos, derivados de leite, entre outros produtos usando a matéria-prima de cada época, e contribuindo na geração de renda. Estas atividades foram possíveis devido à instalação da infraestrutura de produção, aproveitando as experiências e vivência das diversas famílias, de acordo com suas origens, visando à exploração de mercados potenciais como a feira local, os refeitórios de empresas da região e merenda escolar.

A produção é realizada seguindo os princípios da Agroecologia, e nesse processo de busca pela sustentabilidade e produção agroecológica, as mulheres da AMCA enfrentaram muitas dificuldades, pois não possuíam acompanhamento técnico especializado para otimizar a produção e reduzir gastos.

Outro entrave era a gestão e comercialização dos produtos, que são feitos na feira do município, realizada uma vez na semana. Com a dificuldade no processo de produção, os produtos comercializados não conseguiam competir com os produzidos de forma convencional, reduzindo o valor de mercado.

A partir dos anseios das próprias agricultoras associadas que necessitavam de apoio para organizarem sua produção, e especialmente a comercialização de seus produtos, a compreensão da realidade do grupo como exemplo a sistematização do que é e de quanto é produzido, além de avaliação dos custos de produção, entre outros, possibilita entender quais foram as principais dificuldades, riscos, oportunidades e desafios que a Associação teve e terá para alcançar suas metas e objetivos. E assim foi em busca de parcerias para solucionar esses problemas.

A Associação conta hoje com a assistência técnica do município e a rede do Instituto Federal – Campus Confresa através de projetos para o desenvolvimento das ações do grupo de mulheres. Contam com tecnologias e alternativas de produção e manejo agroecológicas que são viabilizadas pelos técnicos, que juntamente com conhecimento empírico e prático das associadas estão ampliando e melhorando o sistema de produção.

Incentivadas pelo grupo e pelas instituições parceiras, três associadas participaram do curso de Agricultura e Pecuária de base Agroecológica que proporcionou a troca de saberes entre os agricultores e comunidades tradicionais ampliando o acesso à educação e tecnologia. O mesmo teve o objetivo de oferecer qualificação profissional técnica, tendo como estudo os



agroecossistema e suas dimensões de sustentabilidade ambiental aplicadas as unidades de produção agrícola (IFMT, 2018).

Todas as atividades são coletivamente realizadas do início ao fim da produção, sendo organizado pelas associadas um calendário de ações para que todas as participantes sejam atendidas, de acordo com a necessidade de cada uma, a tempo de iniciar os plantios nas primeiras chuvas.

Segundo Faria (2011) a participação nesses espaços, tanto no trabalho coletivo fora da associação quanto das reuniões trazem novas possibilidades, novas conquistas e avanços de certa forma políticos, que tiram as mulheres da situação de invisibilidade e de isolamento, mesmo que algumas vezes essa participação ainda seja restringida pelos maridos que não conseguem ver o porquê da mulher se dedicar a outras atividades que não as da esfera privada da casa, ou doméstico.

Os cultivos das associadas, seguem o mesmo ritmo da maioria realizados na região Araguaia Xingu, em que geralmente ocorrem de forma intensa nos períodos chuvosos do ano, sendo estes de setembro a março, ficando o restante dos meses considerado período de escassez de água e com isso, a falta de estrutura para agregar na produção. Nessa época, no entanto elas se dedicam a outras atividades como artesanato, pães, conservas e coleta de sementes nativas.

Um dos maiores desafios são as contrariedades no lar, vindas dos cônjuges, em relação às saídas de casa das mulheres para participar do grupo, aos quais muitas resistiram e continuam a frequentar as reuniões, mesmo rotuladas por seus parceiros que viam as reuniões como uma perda de tempo. Porém para a maioria dos companheiros, havia o entendimento da importância do grupo, e assim apoiavam as esposas com a realização das atividades, levando e as acompanhando nos encontros dos grupos.

De modo geral, na região do Araguaia Xingu, mesmo com as dificuldades enfrentadas pelas associações, pelas comunidades camponeses, indígenas, quilombolas, e, assentados de reforma agrária, tem crescido a luta pelo fortalecimento de práticas e técnicas de produção que antes eram apenas desencadeadas de pais para filhos. Mas, atualmente devido as assistências técnicas disponíveis, as comunidades que antes buscavam apenas a subsistência no campo, conseguem intercalar a produção, produzir em grande escala, através de recursos internos que são destinados ao autoconsumo e também à comercialização. Quando a comunidade tem uma entidade representativa, como é o caso das associações comunitárias, ela fortalece a sua luta por direitos.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante das dificuldades que envolve o campo da agricultura familiar ou agroecológica sustentável, a associação de mulheres se propôs a manter com as parcerias as atividades que possa fortalecer as práticas de produção do grupo. Sendo também uma forma de colaboração para um meio ambiente sustentável, na medida em que tem por finalidade a produção de alimentos saudáveis.

Através das formas de organização e a participação ativa da mulher do campo, desafios baseados nos direitos e conhecimento, começaram a perceber o seu valor como mulher agricultora, trocando experiências de produção, histórias de vida, partilhando os seus saberes para além de suas casas, ampliando o convívio social que elas identificam com a situação comuns de opressão, e por meio da associação garantiram autonomia política, financeira e manutenção da família no campo.

A produção sustentável a partir dos princípios da Agroecologia é uma alternativa de continuidade da vida e uma ferramenta estratégica de resistência das camponesas e camponeses e de proposição à construção de um novo paradigma que pensa a vida de forma integral e integrante da natureza.

33

AGRADECIMENTOS

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso-IFMT Campus Confresa e à Associação de Mulheres Agroecológica de Canabrava do Norte-MT.

REFERÊNCIAS

COLLET, Z. CIMA, J. I. Produção de auto sustento, quintais produtivos na agricultura familiar e camponesa. In: BONI, Valdete (Org.). Organização produtiva de mulheres e promoção de autonomia por meio do estímulo à prática agroecológica. Tubarão: Gráfica Copiart, 2015.

FARIA N. Mulheres rurais na economia solidária. In: BUTTO, A.; DANTAS, I. (Org.). Autonomia e cidadania: políticas de organização produtiva para as mulheres no meio rural. Brasília-DF: Ministério do Desenvolvimento Agrário. 2011 Disponível em: <http://www.mda.gov.br/sitemda/sites/sitemda/files/ceazinepdf/politicas_publicas_para_mulheres_rurais_no_brasil>. Acesso em: 26 jun. 2023.



INCRA. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. Classificação dos imóveis rurais: disponível em: Disponível em: <<http://www.incra.gov.br/tamanho-propriedades-rurais>>. Acessado em 23 de jun. 2023.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIENCIA E TECNOLOGIA DE MATO GROSSO. Projeto Pedagógico do Curso de Formação Inicial e Continuada. Agricultura e Pecuária de Base Agroecológica. Eixo Tecnológico: Recursos Naturais. Modalidade: Presencial. Homologado Através da Resolução N°0/2018- RTRPROEN/RTR/IFMT, de 23 de agosto de 2019.

MULHERES NO CAMPO: atuação feminina é decisiva na produção agricultura familiar com sustentabilidade. Confederação da Agricultura Familiar-CONAFER. (online). 2022. Disponível em: < <https://conifer.org.br> >. Acesso em: 03 de jul. de 2023.

MARIETTO, M. L. Observação participante e não participante: contextualização teórica e sugestão de roteiro para aplicação dos métodos. Revista Ibero Americana de Estratégia, v.17, n.4, p.05-18, 2018.

PAZ, B. V.; SANTOS, T. S.; SANTOS, S. O.; NASCIMENTO, N. M.; RAMOS, P. R.; SILVA, I. M. História e as formas de organização da Associação de Mulheres Camponesas Agroecológicas-AMCA de Canabrava do Norte-MT. In: Congresso Brasileiro de Agroecologia, 11, 2019, São Cristóvão, Sergipe: UFRPE/ABA. Cadernos de Agroecologia, 2019. v.15. p.1-6. Disponível em: <http://revistas.abaagroecologia.org.br/index.php/cad>. Acesso em: 26 de jun. 2023.

PACHECO, R. G. S.; CANSANÇÃO, F. I. et. al. Agroecologia e desenvolvimento sustentável: por uma transição nas práticas agrícolas convencionais. Agroecologia: produção e sustentabilidade em pesquisa. v. 3. Guarujá-SP, 2023.

SEVERINO. A. J. Metodologia do trabalho científico. 1. ed. São Paulo: Cortez, 2014.

SILIPRANDI, E. Políticas de Segurança Alimentar e Papéis de Gênero: Desafios para a Mudança de Modelos de Produção e Consumo. Revista Brasileira de Agroecologia, v.1, n.1, 2006.

VERDEJO, M. E. Diagnóstico Rural Participativo: um guia prático. Brasília, 2006.



ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA EM RESERVATÓRIOS HÍDRICOS PARA DESSEDENTAÇÃO ANIMAL EM ASSENTAMENTO NO SEMIÁRIDO

Viviane Farias Silva¹
Gerlany Vieira Moraes²
Emanoel Lima Martins³
Dihego de S. Pessoa⁴
Paulo Roberto Megna Francisco⁵

¹Profa Dra. Universidade Federal de Campina Grande UFCG, viviane.farias@professor.ufcg.edu.br

²Bacharela em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Campina Grande UFCG, gerlannyprocesso@gmail.com

³Pós-doutorando em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, emanoelmartinss@gmail.com

⁴Doutorando em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, dihegopessoa@gmail.com

⁵Doutorando em Engenharia de Recursos Naturais – PPGEGRN, Universidade Federal de Campina Grande, paulomegna@gmail.com

35

INTRODUÇÃO

As atividades agrícolas praticadas pela população rural são importantes para manutenção alimentar da área urbana, mas a zona rural vem sendo impactada com as mudanças climáticas, potencializando secas extremas que atingem o semiárido brasileiro, afetando-os setores socioeconômicos e ambientais, o que eleva o nível de pobreza e fome, além de estimular o êxodo rural.

A seca na região semiárida é uma problemática meteorológica, climática e socioambiental, sendo a região Nordeste como a área mais afetada. De acordo com Brito et al. (2018), o abastecimento de água no semiárido para diversos usos, geralmente, é proveniente de reservatórios superficiais. As singularidades da região geram insegurança hídrica, como destaca Nunes et al. (2016).

Além da escassez hídrica, ainda há a ocorrência da poluição dos reservatórios hídricos, um tema que vem sendo abordado há vários anos e discutido em diversos estudos na busca de



tratamento e gerenciamento desses recursos de forma eficiente, devido a redução da quantidade e qualidade de água, ficando inviável sua aplicação nas atividades mais rigorosas, como: abastecimento humano, consumo de bebida animal, produção de alimentos ou pesca. (OLIVEIRA et al., 2020). Os autores ainda apontam que, em áreas rurais que não são contempladas com água do sistema de abastecimento público, ficam dependentes de reservatórios hídricos próximos ou de carros pipas.

Nas comunidades rurais, como os assentamentos da Reforma Agrária, existe um potencial antrópico no meio ambiente, a citar: desmatamento, queimadas, degradação do solo e dos reservatórios hídricos (SOUSA & SILVA, 2020). Os problemas da qualidade da água, podem ocasionar insegurança alimentar, saúde pública, danos à economia e na qualidade de vida dos assentados, como descreve Oliveira et al. (2020). Assim, analisar os atributos físico-químicos da água é fundamental para realizar a caracterização atual dos corpos hídricos, em relação aos danos ocasionados na bacia hidrográfica e as ações a serem estabelecidas para mitigar os impactos ambientais (SANTOS, 2016).

Por isso, estudos sobre a qualidade da água deve ajudar a entender os tipos de uso da água, seu enquadramento nos parâmetros estabelecidos em leis e os impactos ambientais das ações antrópicas em seu uso, ou seja, podem ser usados como ferramentas de gestão contínua e eficaz, como afirmam Batista e Cabral (2017).

Se os reservatórios hídricos estiverem dentro dos parâmetros estabelecidos, é um aspecto a ser considerado como indicador de qualidade, no entanto, se o resultado da análise de água não estiver dentro dos valores de referência, deve-se realizar uma diligência com os responsáveis para atenuar as causas dos impactos (ANJINHO et al., 2020).

Para o uso correto dos recursos hídricos e dos reservatórios de armazenamento, precisa-se acompanhar e analisar as condições da qualidade da água nos assentamentos implantados e os novos que virão a surgir, para promover o desenvolvimento rural sustentável, tendo como base os objetivos que fazem parte da Agenda 2030 e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) que tem como intuito acabar com a pobreza e proporcionar qualidade de vida às pessoas e para isso, precisa garantir a qualidade da água para diversos usos, diminuição da poluição hídrica, eficiência de uso da água e recuperação de ecossistemas hídricos, entre outros, incorporados no ODS 6 (AGENDA 2030).

Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo analisar a qualidade da água de reservatórios hídricos utilizados para dessedentação animal na região semiárida.



METODOLOGIA

O estudo foi realizado no Projeto de Assentamento (PA) Patativa do Assaré, situado no distrito de Santa Gertrudes, no município de Patos-PB, numa área de 2.343,9 ha, nas seguintes coordenadas geográficas: 6° 55'30" de latitude Sul e 37° 23'00" de longitude Oeste, inserido na bacia hidrográfica do rio Espinharas (FRANCISCO et al., 2013), e possui alguns corpos hídricos artificiais como: os açudes Jacobina, Lama, Linha, Paus e Saco, com volume de aproximadamente 3,7 milhões de m³ (INCRA, 2010).

Os açudes de maiores portes foram selecionados para realização das coletas de água e foram identificados a partir de visitas in loco. Para análise da qualidade da água foi realizada através da fita teste utilizada para avaliar os seguintes parâmetros: cobre, chumbo, fluoreto, nitrato, nitrito e cloro total. A fita era mergulhada na amostra de água por alguns segundos, em seguida, identificada e analisada. Para dessedentação animal, a resolução do CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005, para águas enquadradas dentro da classe de qualidade III de água doce (BRASIL, 2023).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os principais reservatórios hídricos localizados no assentamento são: Açude da Linha (Figura 1 A), Açude da Lama (Figura 1 B), Açude Jacobina (Figura 1 C), e Açude dos Paus (Figura 1 D), reservatórios destinados para irrigação, dessedentação dos animais e recreação.





Figura 1. Açudes do Assentamento Patativa do Assaré, Patos-PB.

38

Conforme a resolução do CONAMA 357/2005 para a classe de água doce diz que, o valor máximo de chumbo pode ser de até 0,01 mg/L, nitrito 1mg/L, para fluoreto total de 1,4 mg/L, cloro total de 0,01 mg/L e nitrato 10 mg/L. Sendo assim, apenas o nitrito está dentro do valor máximo e os demais não se enquadram nos parâmetros da classe I. Para classe III de água doce, o valor máximo de chumbo deve ser de 0,033mg/L, para fluoreto total de 1,4 mg/L, cloro total de 0,01 mg/L, nitrato 10 mg/L e nitrito 1 mg/L.

Tabela 1. Identificação dos açudes e das substâncias químicas inorgânicas nas amostras de água coletada no Assentamento Patativa do Assaré-Patos-PB

Tipos de reservatório	Açude da Linha	Açude da Lama	Açude dos Paus	Açude Jacobina
Cobre VMP= 2 ¹	0	0	0	1
Chumbo VMP=0,01 ¹	50	20	20	50
Fluoreto VMP=1,5 ¹	25	25	25	25
Nitrato VMP=10 ^{1e2}	25	25	0	25
Nitrito VMP=1 ^{1e2}	1	1	0	1
Cloro Total VMP=0,01 ³	0,5	0,5	0,5	0,5
Potabilidade	Inadequado	Inadequado	Inadequado	Inadequado

A utilização de água de qualidade inferior, ou seja, que não condiz com sua classificação, pode ocasionar diversos prejuízos para a criação de animais, não só para a saúde geral deles, que necessitam de um suprimento adequado, mas também para a capacidade de produção destes (FUSATI, 2019). Dentre as atividades típicas da região, a qualidade da produção de leite acaba sendo bastante afetada, uma vez que, segundo Bortoli (2022) a água ofertada aos animais é essencial para o sucesso e rentabilidade na atividade produtora de leite, para a garantia da sanidade animal, bem estar e segurança alimentar.

A captação de água pluvial é a principal prática no meio rural, principalmente na região semiárida, para disponibilizar água, como relatam Nogueira e Saito (2021). No entanto, existem algumas fragilidades, como ausência de precipitação, manutenção de cisternas na parte estrutural e limpeza, o que vem agravar o acesso à água. De acordo com Costa (2022), as águas provenientes de diversos reservatórios devem passar por monitoramento da qualidade da água para que sejam instauradas medidas preventivas e manter a qualidade da água.

CONCLUSÕES

Foi observado que todas as amostras de água coletadas, estão fora dos parâmetros de dessedentação animal, conforme CONAMA 357/21, não sendo indicadas para utilização.

39

AGRADECIMENTOS

À Fapesq/CNPq, edital 10/2021, termo 3179/2021.

REFERÊNCIAS

ANJINHO, P. S.; NEVES, G. L.; BARBOSA, M. A. G. A.; MAUAD, F. F. Análise da qualidade das águas e do estado trófico de cursos hídricos afluentes ao Reservatório do Lobo, Itirapina, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.13, p.364-376, 2020.

BATISTA, D. F. B.; CABRAL, J. B. P. C. Modelos matemáticos para avaliação do índice de qualidade de água. *Acta geográfica*, v.11, n.25, p.111-136, 2017.

BRASIL. Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Disponível em:

http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=450,

Acesso em: 05 de junho de 2023.

BRITO, S. S. B. et al. Frequency, duration and severity of drought in the Semiarid Northeast Brazil region. *International Journal of Climatology*, v.38, n.2, p.517-529, 2018.



BORTOLI, J. de. Relação da qualidade do leite in natura com a qualidade da água de dessedentação animal e os atributos do solo de propriedades rurais. Tese (Doutorado em Manejo e Conservação do Solo e da Água). Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2022. 123p.

FRANCISCO, P. R. M.; SILVA, J. V. N.; SILVA, J. V. N. Caracterização geográfica e mapeamento da cobertura do solo do assentamento rural Patativa do Assaré. Simpósio Internacional de Geografia Agrária, 6, Simpósio Nacional de Geografia Agrária, 7, João Pessoa. Anais...João Pessoa, 2013.

FUSATI, A Importância da Qualidade da Água Para a Pecuária, 2019. Disponível em: <https://www.fusati.com.br/importancia-da-qualidade-da-agua-para-pecuaria/>. Acesso em: 26 mar. 2021.

NUNES, T. H. C.; GALVÃO, C. DE O.; RÊGO, J. C. Rule curve for seasonal increasing of water concessions in reservoirs with low regularized discharges. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v.21, n.3, p.493-501, 2016.

OLIVEIRA et al. Qualidade de água e diagnóstico socioambiental das famílias do assentamento Florestan Fernandes. Uberlândia-MG. Revista Caminhos de Geografia, v.21, n.74, p.226-240, 2020.

SANTOS, R. C. L. Caracterização e aspectos socioambiental da bacia Costeira do Sapucaia em Sergipe. Grupos Tiradentes. Dissertação (Mestrado em Saúde e Ambiente). Universidade Tiradentes. Aracaju. 2020.

SOUSA, S. C.; SILVA, F. L. Mapas de uso e cobertura da terra para subsidiar políticas públicas no Assentamento Rural Paragonorte. Holos, 2020.



USO E ABASTECIMENTO INTELIGENTE DE ÁGUA NA AGRICULTURA

Eduarda da Silva Trindade¹

Ana Júlia Costa²

Jéssica Célia da Silva³

Carla Beatriz da Silva⁴

Claudiomir Silva Santos⁵

¹Graduanda no Curso de Engenharia Agrônômica, IFSULDEMINAS – Campus Muzambinho, eduardasilvatrindade@gmail.com

²Graduanda no Curso de Engenharia Agrônômica, IFSULDEMINAS – Campus Muzambinho, anajuliacosta467@gmail.com

³Graduanda no Curso de Engenharia Agrônômica, IFSULDEMINAS – Campus Muzambinho,

⁴Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, UNIFAL. Engenheira agrônoma pelo IFSULDEMINAS - Campus Muzambinho, carla.silva@sou.unifal-mg.edu.br

⁵Professor Doutor do IFSULDEMINAS – Campus Muzambinho, claudiomirsilvasantos@gmail.com

41

INTRODUÇÃO

A água é de grande importância para todos os setores da sociedade e possui profunda relevância no desenvolvimento de muitas atividades econômicas. É um recurso essencial para os seres vivos e para as várias espécies vegetais e animais.

Na produção agrícola, a falta de água em períodos de crescimento dos vegetais pode destruir lavouras e até ecossistemas, porém, a poluição de rios e a destruição das nascentes continua crescendo cada vez mais. Essa crise de água não é consequência apenas de fatores climáticos, trata-se também de um problema de gestão e planejamento.

Ao longo da história, a água sempre esteve presente em atividades da agricultura e pecuária. O seu uso é de tamanha importância que, as primeiras civilizações se desenvolveram próximas de bordas de rios e córregos. Hoje, a agricultura é o setor que mais utiliza água no mundo, segundo a Organização das Nações Unidas para a Agricultura Alimentação (FAO). Sozinho, esse setor é responsável por 70% da água utilizada pelo ser humano, seguido pela indústria, com 22%, e, por último, o uso doméstico, com 8%.



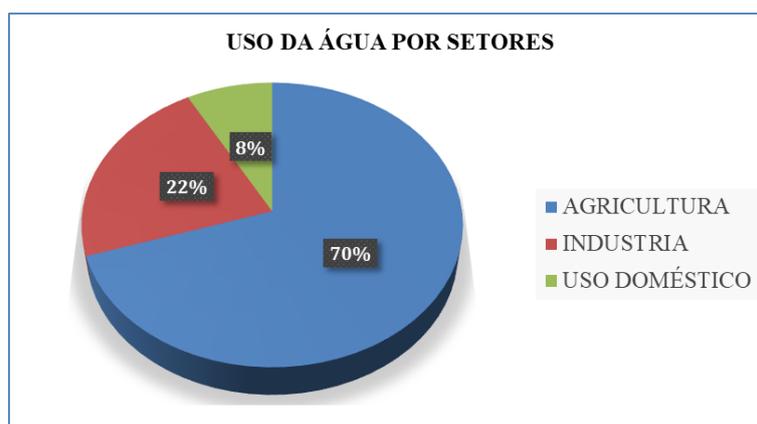


Gráfico demonstrativo das práticas que mais consomem água. Fonte: FAO.

Dessa forma, este recurso é diretamente responsável pela vida na Terra, pois hidrata e garante a produção de alimentos de origem vegetal e animal. Com tanta água necessária, pode-se ter uma noção do impacto que a falta ou a má qualidade dessa água causaria não só na agricultura, mas também na saúde humana.

Os registros geológicos indicam que, há pelo menos um milhão de anos, a quantidade de água da Terra era praticamente constante. Porém, isso não significa que os volumes de água contidos nas geleiras, oceanos, rios, lagos e no subsolo, não possam ter variado durante este período (REBOUÇAS, 2001), e, devido ao aumento na população mundial a demanda total de água vem crescendo de maneira considerável, principalmente no uso doméstico, nas indústrias e no setor agropecuário. Este processo agravou os problemas de sintonia entre a distribuição das águas na Terra e a sua população.

Desta forma, a alternativa mais barata e viável para abastecer a crescente população mundial é utilizar a água disponível de forma cada vez mais eficiente. Vale ressaltar, também, que a demanda de água no mundo aumenta mais rapidamente do que a população, devido às mudanças dos hábitos de higiene e da necessidade de se alcançar uma produtividade cada vez maior de alimentos e de produtos industriais.

Diante disso, ressalta-se a importância do uso inteligente da água, principalmente na agricultura, o principal setor responsável pela utilização em grande escala. Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo buscar e analisar na literatura, diferentes formas do uso racional de água na agricultura.

METODOLOGIA

Este trabalho foi elaborado a partir de uma revisão da literatura nas bases de dados Scielo e Google Acadêmico, levando em consideração dados sobre o uso e abastecimento



inteligente de água na agricultura. As palavras-chave utilizadas foram “agricultura”; “irrigação eficiente”; “reuso de água”; “uso racional”.

O critério de inclusão dos artigos definidos, inicialmente, para a presente revisão integrativa foi: artigos publicados em português após o ano de 2000. Analisando os resultados encontrados, foram encontradas 106 fontes. Assim, após a leitura dos títulos dos artigos, notou-se que alguns deles se repetiram nas diferentes bases e outros não preenchiam os critérios deste estudo. Optou-se por destacar 2 principais temas, sendo eles irrigação eficiente e reutilização da água. Foram selecionados os úteis e excluídos os que não diziam respeito ao propósito desta revisão. Ao fim da leitura, foram selecionados artigos e trabalhos que pudessem melhor representar sobre o tema, compondo um total de 17 itens, dentre eles trabalhos acadêmicos realizados na área, dissertações e boletins técnicos confiáveis.

Através dos resultados de cada literatura buscada, foi possível criar um contexto de discussão sobre uso e abastecimento inteligente de água na agricultura, permitindo a formação de uma percepção e uma interpretação geral sobre o assunto.

A apresentação dos resultados e discussão dos dados obtidos foi feita de forma descritiva, possibilitando ao leitor a avaliação da aplicabilidade da revisão integrativa elaborada, de forma a atingir o objetivo desse método.

43

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Irrigação eficiente

Na irrigação a grande problemática são os baixos índices de eficiência, devido a diversos fatores técnicos, climatológicos, de manejo do solo e dos cultivos. As perdas por evaporação e lixiviação são consideráveis (DE BRITO et al., 2012).

A agricultura irrigada, para manter-se sustentável, em termos ambientais, precisa ser eficiente no uso da água na irrigação, bem como no uso dos agroquímicos que aplicados às plantas ou ao solo podem causar contaminação dos recursos hídricos subterrâneos (COELHO et al., 2005).

Avaliando-se a necessidade de água dos cultivos, em termos médios, é possível verificar-se que, para produzir uma tonelada de grão, são utilizadas mil toneladas de água, sem se considerar a ineficiência dos métodos e sistemas de irrigação e o seu manejo inadequado; avaliações de projetos de irrigação em todo o mundo indicam que mais da metade da água derivada para irrigação se perde antes de alcançar a zona radicular dos cultivos (PAZ et al., 2000).



Conforme Scaloppi, em 1986, citado por Martins et al. em 2007, os sistemas de irrigação que aplicam água de forma localizada se caracterizam pela economia de água, pela pequena utilização de mão de obra, pelo grande potencial de automatização, pela manutenção de elevados níveis de água no solo para melhorar o desenvolvimento das culturas, pela possibilidade de se adequar às condições de solos pedregosos, rasos e topografia acidentada, pela possibilidade de aplicação de produtos químicos em solução na água de irrigação e pela redução dos riscos de contaminação das culturas.

A determinação correta quantidade de água requerida pela cultura em períodos específicos do seu desenvolvimento é difícil, se não impossível, para a maioria dos irrigantes. Sem a previsão da lâmina de irrigação definida como objetivo, é pouco provável que os agricultores apliquem a quantidade de água necessária. Dado o número e a natureza das variáveis que necessitam ser conhecidas (umidade do solo na capacidade de campo, conteúdo de água no solo em um dado momento, profundidade das raízes, vazão disponível, vazão aplicada, etc.) (FRIZZONE, 2013).

O sistema de irrigação localizado por gotejamento é uma técnica de irrigação no qual a água é colocada diretamente sobre a raiz das plantas com pequena intensidade e alta frequência, desse modo haverá uma redução da área molhada diminuindo as perdas por evaporação direta da água no solo para atmosfera, obtendo um melhor aproveitamento e uso dos recursos hídricos e uma eficiência de aplicação maior (DE MELO FILHO, 2016).

No estudo realizado por Caetano, Zanguetin e Querino Filho no ano de 2020, onde foi avaliado o sistema de irrigação por gotejamento no tomateiro, concluiu-se que esse sistema é capaz de manter a umidade do solo em níveis nos quais o desenvolvimento da planta seja favorecido em todos os estágios vegetativos, sem que haja gastos abusivos de água. No caso do tomateiro, a irrigação por gotejamento se mostrou mais eficiente em relação ao sistema de irrigação por aspersão, que, embora pareça benéfica à produção, causa o molhamento foliar constante, evitando que defensores agrícolas se fixem na superfície da folha. Quando combinada a uma temperatura entre 20 e 30°C, a irrigação por aspersão ainda favorece o aparecimento da mancha bacteriana do tomateiro, incitada pela espécie *Xanthomonas* spp. Por isso deve-se avaliar particularmente a cultura implantada para determinar o sistema de irrigação adequado, com melhor aproveitamento da água.



Reuso de água

Entende-se por reúso de água o aproveitamento de águas previamente utilizadas, uma ou mais vezes, em alguma atividade humana para suprir as necessidades de outros usos benéficos, inclusive o original, direto ou indireto, e decorrer de ações planejadas ou não (BREGA FILHO & MANCUSO, 2003).

O reúso da água surge como alternativa viável na reversão da situação de escassez hídrica. Diariamente grandes volumes de esgotos domésticos urbanos, sem qualquer tratamento ou controle, são lançados no ambiente, sobretudo em países subdesenvolvidos. Esta prática predatória é imensamente agressiva, causando incontáveis impactos negativos, sobremaneira ambientais e de saúde pública (BEZERRA & FIDELES FILHO, 2009). A busca por soluções para o constante aumento da população, conseqüentemente aumento da demanda por água e alimentos, apontam para o aproveitamento dos efluentes das estações de tratamento de esgoto na agricultura (CARARO & BOTREL, 2007).

Segundo Silva et al. (2005), a utilização de esgoto tratado para as atividades agrícolas proporciona economia de fertilizante e de água de boa qualidade podendo, ainda, ser uma alternativa para convivência com sua escassez.

As águas de qualidade inferior, como, por exemplo, os esgotos, particularmente os de origem doméstica, águas de drenagem agrícola e águas salobras, devem, sempre que possível, ser consideradas como fontes alternativas para usos menos restritivos. Isso ajuda os produtores rurais a manterem seus rebanhos em períodos de estiagens e a economizarem gastos com água potável que pode ser utilizada para finalidades mais nobres e, conseqüentemente, ajudar na preservação do meio ambiente e de seus recursos (TORRES, 2019).

Para que isso seja possível, as águas residuárias tratadas e destinadas ao reúso agrícola devem ser avaliadas sob os aspectos de presença de sódio, salinidade, excesso de nutrientes e, sobretudo, sob os aspectos sanitários: bactérias, cistos de protozoários, ovos de helmintos e vírus que criam graves problemas de saúde pública, uma vez que acarretam em enfermidades (METCALF & EDDY, 2017 *apud* TORRES, 2019).

Portanto, há a necessidade de tratamento adequado para utilização dessas águas residuárias na agricultura. Segundo Cunha et al. (2011), citados por Henz et al. (2016), alguns riscos potenciais à saúde humana pelo uso de água residuária para fins agrícolas são:

- Contaminação de alimentos (substâncias químicas tóxicas);
- Contaminação direta de trabalhadores;



- Contaminação do público por aerossóis;
- Contaminação de consumidores de animais que se alimentam das pastagens irrigadas ou criados em lagoas contaminadas.

Sendo assim, é necessário realizar tratamentos mínimos e avançados de acordo com os parâmetros de qualidade específicos a cada uso destinado.

Alguns estudos mostram que a irrigação com água residuária em algumas culturas se mostra benéfico. Sousa Neto et al. (2012) obtiveram na irrigação do algodoeiro com água residuária influência significativa no crescimento deste, em relação ao índice de velocidade de emergência, à percentagem de germinação à altura de plantas, ao diâmetro caulinar e número de folhas e à área foliar e massa seca de parte aérea. Destaca ainda que o aumento se deu com o acréscimo da proporção de uso do efluente doméstico.

Com relação ao sistema de irrigação adotado nos estudos o que apresentou maior desempenho foi o sistema por gotejamento. Cararo e Botrel (2007) classificam esse como o mais seguro para reuso de efluente. Sandri, Matsura et al. (2007), também obteve os melhores resultados com a utilização desse sistema tanto no desenvolvimento da alface, como na classificação comercial e na eficiência no uso da água.

46

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na análise dos estudos selecionados, práticas e tecnologias vem sendo desenvolvidas e aplicadas para um melhor aproveitamento de água na agricultura. O uso de técnicas de irrigação com maior eficiência, como gotejamento e aspersão podem reduzir as perdas de água por evaporação e percolação, onde o fornecimento de água acontece diretamente às raízes das plantas na quantidade e momento adequado.

A reutilização de água ou uso de águas residuárias pode auxiliar na resolução dos problemas de escassez e desperdício, contudo se faz necessário mais pesquisas sobre o assunto no Brasil, principalmente sobre os efeitos desta prática na saúde humana, animal e do meio ambiente.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - IFSULDEMINAS - Campus Muzambinho.



REFERÊNCIAS

- BEZERRA, B. G.; FIDELES FILHO, J. Análise de crescimento da cultura do algodoeiro irrigado com águas residuárias. *Revista Ciência Agronômica*, v.40, n.3, p.339-345, 2009.
- BREGA FILHO, D.; MANCUSO, P. C. S. Conceito de reuso de água. In: *Reuso de água*. 2003. p.21-36.
- CARARO, D. C.; BOTREL, T. A. Uso de cloração e ar comprimido no controle do entupimento de gotejadores ocasionado pela aplicação de água residuária. *Engenharia Agrícola*, v.27, p.336-345, 2007.
- CAETANO, G. S. F.; ZANGUETIN, J. A.; QUERINO FILHO, L. C. Sistema de irrigação por gotejamento no tomateiro. 2020.
- COELHO, E. F.; COELHO FILHO, M. A.; OLIVEIRA, S. L. de. Agricultura irrigada: eficiência de irrigação e de uso de água. *Bahia Agrícola*, v 7, n.1, p.57-60, 2005.
- DE BRITO, R. R.; GOMES, E. R.; LUDWIG, R. Uso da água na irrigação. *Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista*, v.8, n.2, 2012.
- DE MELO FILHO, G. C. et al. Sistema de irrigação por gotejamento: uso sustentável de água na produção de hortaliças na comunidade do ribeirão no município de Catalão/GO. *Coordenação Responsável*, p.9, 2016.
- FRIZZONE, J. A. Planejamento da irrigação com uso de técnicas de otimização. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v.1, n.1, 2013.
- HENZ, F. M. et al. Reuso da água para fins agrícolas. In: *SEAGRO*, 10, 2016, Cascavel. *Anais...Cascavel*, 2016.
- LUDWIG, R.; PUTTI, F. F.; BRITO, R. R. de. Revisão sistemática sobre o uso de efluentes na agricultura. *Fórum Ambiental da Alta Paulista*, v.8, n.6, p.167-176, 2012.
- MARTINS, C. C. et al. Manejo da irrigação por gotejamento no cafeeiro (*Coffea arabica L.*). *Bioscience Journal*, v.23, n.2, p.61-69, 2007.
- PAZ, V. P. da S.; TEODORO, R. E. F.; MENDONÇA, F. C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.4, p.465-473, 2000.
- REBOUÇAS, A. da C. Água e desenvolvimento rural. *Estudos Avançados*, v.15, p.327-344, 2001.
- SANDRI, D.; MATSURA, E. E.; TESTEZLAF, R. Desenvolvimento da alface Elisa em diferentes sistemas de irrigação com água residuária. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.11, p.17-29, 2007.
- SILVA, V. F. da et al. Tratamento anaeróbio de esgoto doméstico para fertirrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.9, p.186-190, 2005.



SOUSA NETO, O. N. et al. Fertigação do algodoeiro utilizando efluente doméstico tratado. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.16, p.200-208, 2012.

TORRES, D. M. Tratamento de efluentes e produção de água de reúso para fins agrícolas. Holos, v.8, p.1-15, 2019.



CIDADES INTELIGENTES COMO FORMA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NO BRASIL: UM MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA

Mariane Magalhães Teixeira¹
Regina Márcia Longo²

¹Mestranda em Sustentabilidade pelo Programa De Pós-Graduação Em Sustentabilidade da PUC Campinas, mariane.mt@puccampinas.edu.br

²Prof^ª. Dr^ª. PUC Campinas, regina.longo@puc-campinas.edu.br

INTRODUÇÃO

Hoje em dia tudo é smart, desde o crescimento (smart growth) até as casas (smart houses), pode-se dizer que este é um termo predominante da era digital. A palavra smart com expansão de significados, entrega a ideia de flexível, sagaz, autoajustável, inteligente, autônomo, conforme os autores Bria e Morozov (2020).

Segundo o dicionário online, (dictionary.com), smart é um adjetivo usado para qualificar máquinas ou sistemas equipados com mecanismos eletrônicos, softwares etc., como por exemplo, uma arma equipada com tal tecnologia, é chamada de smart weapon.

O adjetivo smart também é usado para equipamentos que possuem microprocessadores, acesso à internet, processamento de dados, e tecnologias afins, neste caso temos como exemplos, smartphone e smartwatch. Ou seja, entende-se que coisas que possuem tecnologia digital, são qualificadas como smart.

Smart city é um conceito que não pode ser reduzido a apenas uma definição, o que para alguns se refere ao uso ecologicamente sustentável dos recursos da cidade, para outros significa a instalação de dispositivos inteligentes e interativos que ajudam a tornar as cidades mais atraentes, smart cities atraem smart citizens, e smart citizens atraem smart money (BRIA & MOROZOV, 2020). O que em uma tradução livre, entende-se que cidades inteligentes, atraem cidadãos inteligentes e economia inteligente.



A fim de padronizar a escrita do tema do artigo, será utilizado ao longo do estudo o termo cidades inteligentes, clarificando que o termo possui a mesma definição e mesmo sentido que a expressão smart cities.

O presente artigo tem como objetivo geral analisar quantitativamente os trabalhos produzidos no mundo sobre o tema cidades inteligentes e o desenvolvimento sustentável, analisar os dados e verificar como o Brasil se posiciona quanto ao tema.

METODOLOGIA

Para a investigação do tema de cidades inteligentes e a sustentabilidade no Brasil, foi utilizada a abordagem metodológica de pesquisa quantitativa, a qual se concentra na busca pela objetividade. Essa abordagem, influenciada pelo positivismo, parte do pressuposto de que a realidade pode ser compreendida apenas por meio da análise de dados quantitativos, coletados por meio de instrumentos padronizados e neutros (FONSECA, 2002). Sendo também uma pesquisa descritiva, que tem como função descrever os fatos e fenômenos de determinada realidade (TRIVIÑOS, 1987), com o emprego de levantamento de dados documental quantitativo e análise avaliativa do tema cidades inteligentes

Para essa pesquisa foi utilizada a plataforma Scopus – Advanced Search que é um banco de dados de resumos e citações que engloba literatura revisada por pares, incluindo periódicos científicos, livros e trabalhos de conferências. A Scopus oferece uma visão abrangente da produção de pesquisa em todo o mundo nas áreas de ciência, tecnologia, medicina, ciências sociais, e artes e humanidades. E a busca pelas seguintes palavras chaves na língua inglesa: smart cities (cidades inteligentes), smart city (cidade inteligente), sustainable development (desenvolvimento sustentável), sustainable cities (cidades sustentáveis), smart sustainable cities (cidades inteligentes sustentáveis) no período de 2013 a 2022 no mundo, elencando e analisando os quinze principais países no ranking de produção de conteúdo, bem como as principais áreas, cinco principais fontes, quinze principais autores e tipos de documentos.

50

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas figuras 1 e 2 pode-se observar quantidade de documentos produzidos por ano sobre o tema cidade inteligente e sustentabilidade. Com a pesquisa realizada foram encontrados 4.610 documentos sobre o tema Cidades Inteligentes e o Desenvolvimento tecnológico, observando-se que houve aumento de mais de dez vezes na quantidade de



trabalhos produzidos sobre cidades inteligentes e o desenvolvimento sustentável no período de dez anos entre 2013 e 2022.

Year ↓	Documents ↑
2022	810
2021	837
2020	759
2019	735
2018	444
2017	398
2016	251
2015	175
2014	121
2013	80

Figura 1. Quantidade de produção de trabalhos por ano.

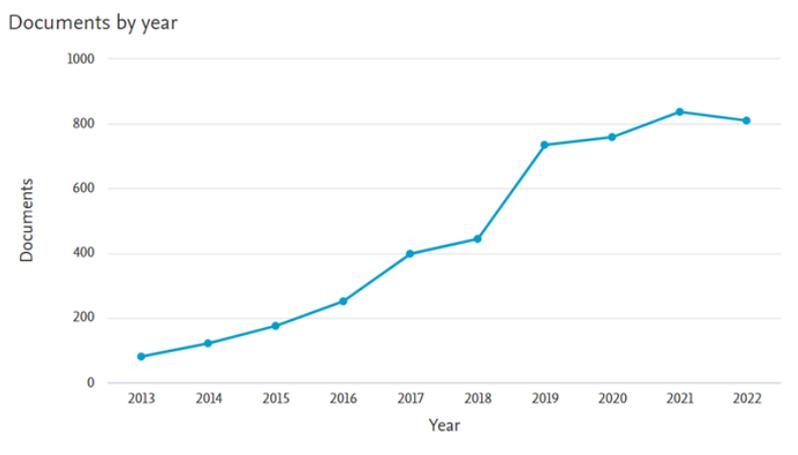


Figura 2. Representação gráfica da produção de trabalhos por ano.

Observa-se que houve um aumento ano a ano de documentos criados, sendo que em 2013 foram escritos apenas 80 trabalhos, em 2021 houve um pico de 837 trabalhos e em 2022 uma leve queda para 810 trabalhos, percebemos então que no período de dez anos houve um aumento de mais de dez vezes na quantidade de trabalhos produzidos.

A figura 3 apresenta ano a ano a produção de documentos sobre o tema conforme as 5 principais fontes da plataforma de pesquisa utilizada:

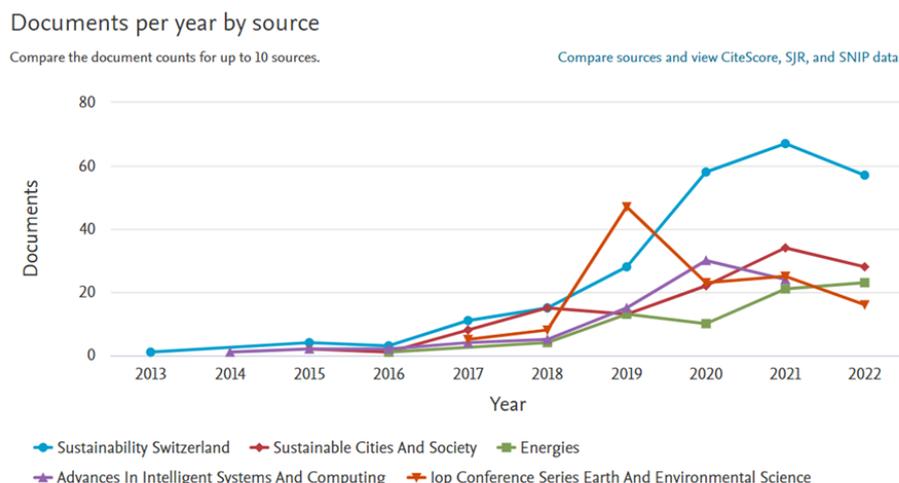


Figura 3. Documentos por fonte representado em gráfico de linhas.

Observa-se que Sustainability Switzerland entre as 5 principais fontes de documentos, foi a primeira a produzir trabalhos sobre o tema, em 2014, 2015 e 2016 as fontes Sustainability Switzerland e Advances In Intelligent Systems and Computing, se mantiveram alinhadas no mesmo nível, enquanto o ranking das fontes com maior número de documentos em 2017 foi: Sustainability Switzerland, Sustainable Cities And Society, Iop Conference Series Earth and Environmental Science, Advances in Intelligent Systems And Computing e Energies, respectivamente.

Já em 2018 a fonte Sustainable Cities And Society alcançou a Switzerland e Advances e teve um pico, ficando em primeiro lugar no ano de 2019, em 2022 a Sustainability Switzerland mantém a liderança mesmo com uma queda na produção em relação ao ano de 2021, enquanto a Advances in Intelligent Systems and Computing não publicou nenhum documento em 2022.

A figura 4 apresenta o ranking de produção de trabalhos, elencando os quinze principais autores no período de 2013 a 2022.

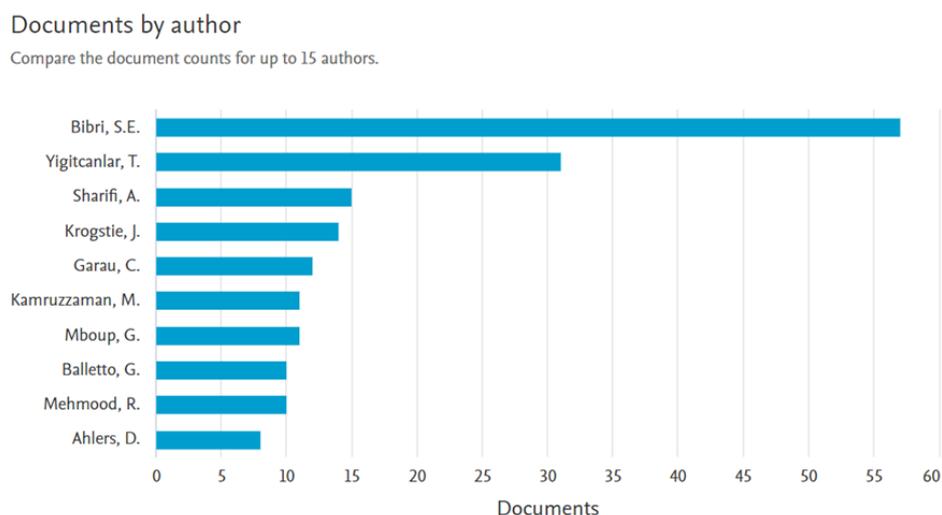


Figura 4. Quantidade de documentos por autor representada em gráfico de barras horizontais.

Percebe-se a diferença entre o primeiro autor que tem o dobro de publicações do segundo que por sua vez tem duas vezes mais publicações que os demais autores que se mantêm em uma quantidade próxima um do outro.

O principal autor apresentado na pesquisa, Simon Elias Bibri, é doutor em Engenharia Industrial, conhecido por seu trabalho na área de cidades inteligentes e sustentáveis, explorando como a tecnologia e a inovação podem contribuir para a criação de ambientes urbanos mais sustentáveis e resilientes.

Enquanto o segundo principal autor, Tan Yigitcanlar, é um acadêmico e pesquisador australiano, conhecido por suas contribuições na área de planejamento urbano e regional, desenvolvimento sustentável e cidades inteligentes, o trabalho de Yigitcanlar envolve a aplicação de abordagens multidisciplinares para compreender e abordar os desafios enfrentados pelas cidades contemporâneas, buscando soluções inovadoras para melhorar a qualidade de vida e a sustentabilidade urbana.

Na figura 5 pode-se verificar os tipos de documentos e respectivas quantidades.



Documents by type

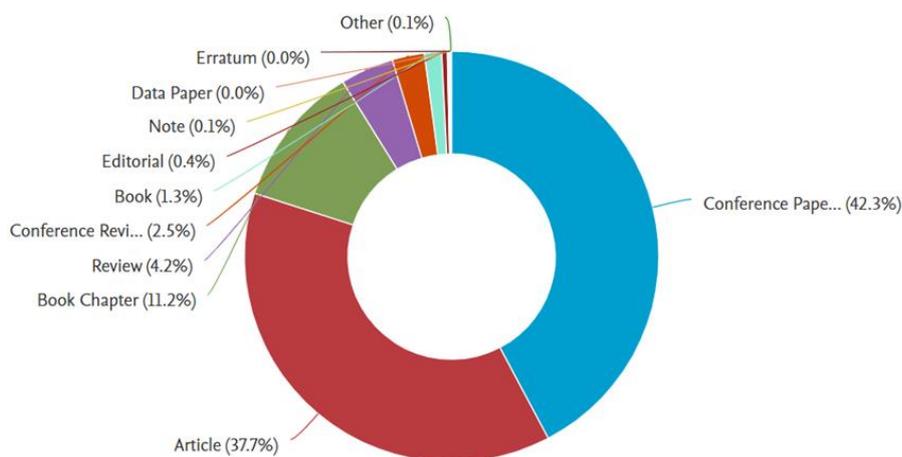


Figura 5. Quantidade de documentos por tipo de documento representado em gráfico de rosca.

Verifica-se que os principais tipos de documentos produzidos no tema são 42,3% para conferências, 37,7% são artigos, seguidos por 11,2% de capítulos de livros e 4,2% de revisões. A figura 6 apresenta a quantidade de trabalhos produzidos em quinze principais países:

Documents by country or territory

Compare the document counts for up to 15 countries/territories.

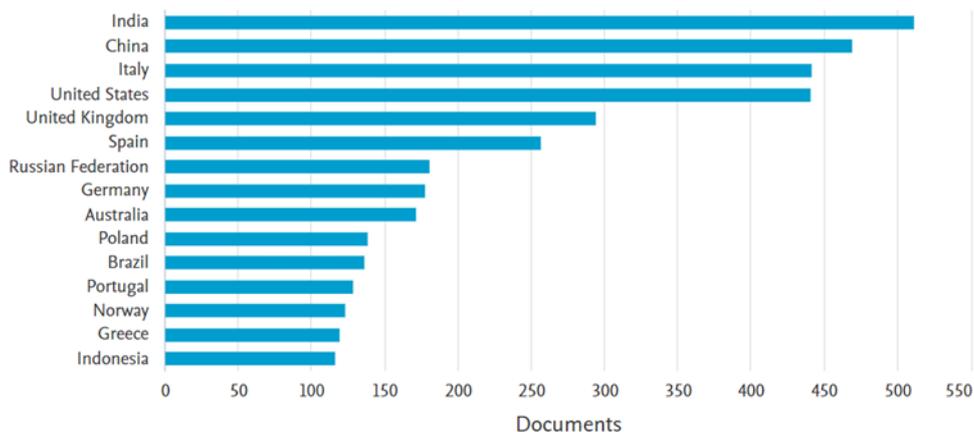


Figura 6. Quantidade de documentos produzidos por país representado por gráfico de barras horizontais.

Observa-se que a Índia é o país que mais produz documentos referente ao assunto cidades inteligentes, seguido pela China em segundo lugar, a Itália em terceiro lugar e os Estados Unidos em quarto lugar, enquanto o Brasil é 11º no ranking com aproximadamente 150 documentos.



Um estudo realizado por Souza e Neto (2020), utilizando como base de estudo as plataformas Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e a Biblioteca Eletrônica de Periódicos Científicos (Spell), apresentou como resultados que na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), foram encontradas 321 pesquisas sobre "cidades inteligentes", sendo 258 dissertações e 63 teses. Também foram encontrados 35 estudos com a expressão "smart cities (cidades inteligentes)" e 8 trabalhos com "smart city (cidade inteligente)" e como área de maior concentração foi ciências sociais e aplicadas, com destaque para 40 investigações na área de Administração, além de constatar que a Universidade de São Paulo (USP) teve 54 trabalhos, enquanto a Universidade Nove de Julho (UNINOVE) teve 34, indicando maior interesse pelo tema na região sudeste e pelas universidades públicas.

Enquanto nos resultados obtidos pela plataforma Biblioteca Eletrônica de Periódicos Científicos (Spell) foram encontrados 16 artigos, com destaque para a área de Administração, Ciência da Computação, Economia, Arquitetura e Urbanismo, entre outras. (SOUZA & NETO, 2020).

A pesquisa realizada por Souza e Neto (2020) nos mostra que o tema cidade inteligente e o desenvolvimento sustentável tem sido pesquisado também em outras plataformas diferentes da que a abordada na metodologia deste artigo.

55

CONCLUSÕES

De maneira geral, pode-se concluir que as pesquisas sobre o tema cidades inteligentes para o desenvolvimento sustentável têm ganhado destaque crescente entre os pesquisadores, projetando uma tendência de crescimento exponencial nos próximos anos. Esse interesse em expansão e o avanço das pesquisas são evidentes tanto em âmbito global como no contexto brasileiro.

Durante o estudo, um notável aumento no número de pesquisas e publicações acadêmicas que abordam essa temática é observado, refletindo a crescente importância e relevância das cidades inteligentes como uma abordagem inovadora para a realização do desenvolvimento sustentável.



AGRADECIMENTOS

À orientação e ao apoio dos docentes e colegas do curso de Mestrado em Sustentabilidade e à PUC Campinas pela estrutura física, profissional e tecnológica que possibilitou a realização desse artigo.

REFERÊNCIAS

BRIA, F.; MOROZOV, E. A cidade inteligente: Tecnologias urbanas e democracia. São Paulo: Ubu Editora, 2020. 4p.

DICTIONARY.COM. Smart. Disponível em: https://www.dictionary.com/browse/smart#google_vignette. Acesso em: 24 abr. 2023.

FONSECA, J. J. S. Metodologia da pesquisa científica. Fortaleza: UEC, 2002.

TRIVIÑOS, A. N. S. Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.

SCOPUS. Scopus - Advanced Search. Disponível em: <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic#basic>. Acesso em: 21/05/2023.

SOBRAL DE SOUZA, P. V. N. C.; NETO, R. Da S. Perspectivas das cidades inteligentes na administração pública em tempos de transformação digital. *Relações Internacionais no Mundo Atual*, v.2, n.27, 2020.



ANÁLISE DE ÍNDICES BIOFÍSICOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SUCURU-PB UTILIZANDO O GOOGLE EARTH ENGINE

José Hugo Simplicio de Sousa¹
George do Nascimento Ribeiro²
Paulo Roberto Megna Francisco³
João Miguel de Moraes Neto⁴

¹Graduando em Engenharia de Biosistemas, Universidade Federal de Campina Grande,
jose.hugo@estudante.ufcg.edu.br

²Prof. Dr. Universidade Federal de Campina Grande – Campus Sumé-PB, Unidade Acadêmica de Engenharia de
Biotecnologia - UAEB, george.nascimento@professor.ufcg.edu.br

³Doutorando em Engenharia de Recursos Naturais – PPGEGRN, Universidade Federal de Campina Grande,
Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais, paulomegna@gmail.com

⁴Prof. Dr. Universidade Federal de Campina Grande – Campus Campina Grande-PB, Unidade Acadêmica de
Engenharia Agrícola - UAEA, j.miguel.moraes@hotmail.com

57

INTRODUÇÃO

As paisagens naturais vêm sofrendo diversos impactos, ao longo da história humana, muitos deles irreversíveis. No Nordeste do Brasil distintas paisagens foram alteradas para ceder lugar a cidades, agropecuária, etc. Componentes ambientais, como relevo, solos, canais fluviais e, principalmente, a vegetação, vão sendo modificados para atender a demandas econômicas (SANTOS, 2021).

Dentre esses componentes ambientais, destaca-se a bacia hidrografia, considerada unidade básica para planejamento ambiental e, de acordo com Cazula e Mirandola (2010), compreende elementos que atuam de modo interdependente e harmônico, sendo cada componente fruto das mudanças externas impostas a eles.

Com o avanço tecnológico dos instrumentos de aquisição e processamento de dados espaciais, é possível representar e quantificar objetos e fenômenos da superfície terrestre auxiliando no seu mapeamento. Essas tecnologias voltadas ao meio ambiente representam uma importante ferramenta para pesquisadores de diversas áreas fornecendo informações



para subsidiar processos de planejamento e tomada de decisões (AZEVEDO & BARBOSA, 2020).

Deste modo, os dados de Sensoriamento Remoto (SR) obtidos por satélites têm a capacidade de fornecer informações sobre propriedades da superfície da terra. Esta característica permite aprofundar a extração de informações sobre os diferentes alvos da superfície terrestre, como é o caso de estudos que envolvem a cobertura de vegetação, temperatura e precipitação (AZEVEDO & BARBOSA, 2020). Através do uso de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento é possível detectar mudanças nas respostas espectrais de alvos de superfície, assim como avaliar a temperatura nos mais diversos recursos naturais (água, solo, vegetação) a fim de executar um planejamento regional adequado (PEREIRA et al., 2015).

Para processar os dados utilizados nesta pesquisa foi utilizada a plataforma do Google Earth Engine (GEE) que é uma ferramenta inovadora de processamento digital de imagens, desenvolvida pela empresa Google (HOROWITZ, 2015). Esta ferramenta permite análises multitemporais e espaciais de uma forma rápida e eficiente por meio de linguagens de programação JavaScript e Python (GORELICK et al., 2017).

Sendo assim, este trabalho objetiva analisar as mudanças ambientais ocorridas na bacia hidrográfica do rio Sucuru-PB, entre os anos de 2001 à 2019, por meio de técnicas de sensoriamento remoto, utilizando a plataforma do Google Earth Engine (GEE) em que serão realizadas análises da precipitação, a fim de compreender o impacto das condições climáticas na região.

58

METODOLOGIA

A bacia hidrográfica do rio Sucuru compreende uma parcela significativa da bacia do Alto rio Paraíba, na Mesorregião da Borborema e Microrregião Homogênea do Cariri Ocidental. A área dessa bacia hidrográfica é de 1.652,5 km², compreendendo total ou parcialmente os municípios de Amparo, Monteiro, Ouro Velho, Prata, Sumé, Serra Branca e Coxixola (Figura 1). Localiza-se entre as coordenadas geográficas de 7°28'00" e 7°50'00" Sul e 37°14'00" e 36°49'00" Oeste (SANTOS et al., 2020). A bacia do rio Sucuru está situada na região semiárida do Brasil, no ecossistema da Caatinga com inúmeras variações paisagísticas (SILVA, 2017).

Conforme Diniz et al. (2020), a climatologia temporal da precipitação na região, compreende como o período chuvoso entre os meses de janeiro a maio, em contrapartida o



período seco ocorre entre os meses de junho a dezembro, sendo setembro tido como o mês mais seco.

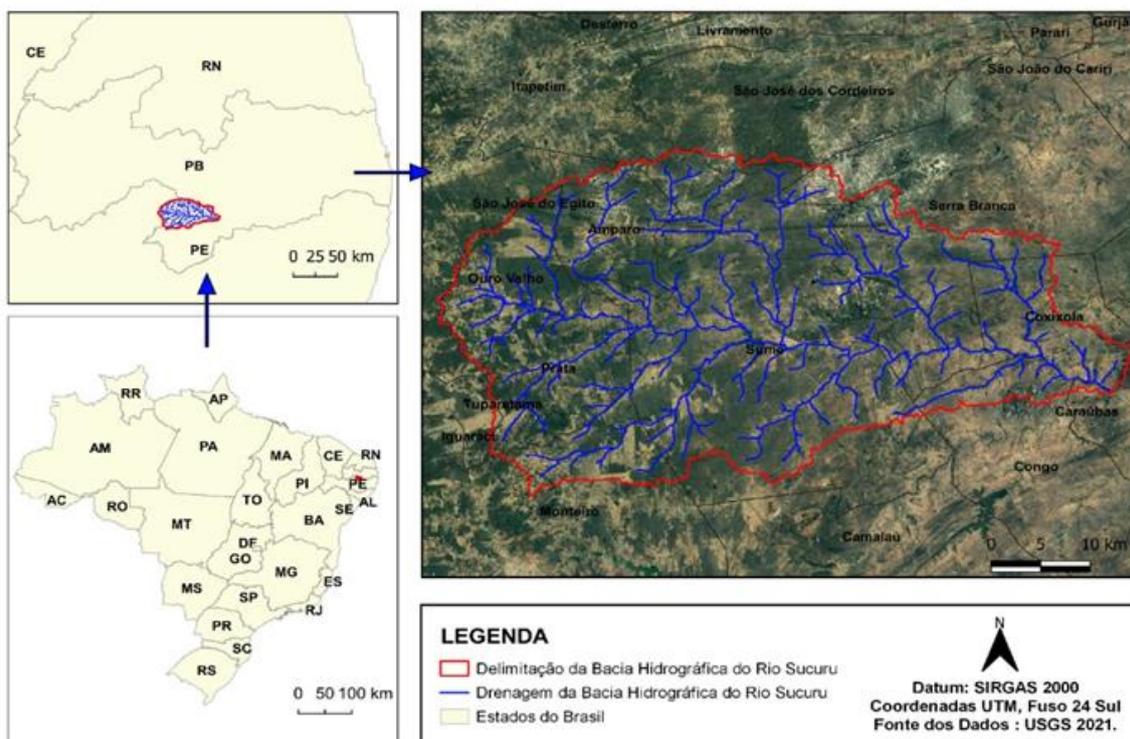


Figura 1. Localização da área de estudo.

Fonte: adaptado do Google Earth Engine (2021); USGS (2021); IBGE (2009).

59

Para análise do NDVI foram utilizadas imagens do sensor MODIS (MODIS/061/MOD13Q1), de 16 dias com resolução espacial de 250 m e para a análise da LST foram utilizadas imagens do sensor MODIS (MODIS/006/MOD11A2), de 8 dias com resolução espacial de 1.000 m para os anos de 2001 à 2019, respectivamente, como base por ser uma fonte gratuita cujos produtos já constam na plataforma do GEE (MOREIRA, 2022).

Os dados meteorológicos foram obtidos da Terra Climate University do conjunto de dados mensal de clima e balanço hídrico de Idaho - EUA em dados globais de superfícies de terra (IDAHO_EPSCOR/TERRACLIMATE). TerraClimate é um conjunto de dados do clima mensal e balanço hídrico climático na terra global da superfície e é atualmente o produto de dados climáticos de maior resolução espacial (ABATZOGLOU et al., 2018). Este conjunto de dados fornece a distribuição espacial de fatores climáticos pelo método de interpolação assistida pelo clima e água modelo de equilíbrio (PATEL et al., 2015; RAVANELLI et al., 2018). O processamento na plataforma do GEE possibilitou a elaboração do código para obtenção dos valores de NDVI, LST e Precipitação na área de estudo. Na análise do NDVI, LST e Precipitação

utilizou-se como referência o código adaptado por Moreira (2022). Para a obtenção dos valores de NDVI, LST e Precipitação em cada ano utilizou média aritmética. Os rasters (dados matriciais) gerados (NDVI, LST e Precipitação) na plataforma do GEE foram posteriormente exportados para o Microsoft Office Excel® 2013, para fins de elaboração dos gráficos (CAVALCANTE et al., 2020).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No gráfico da Figura 2 pode-se verificar a média anual dos valores de NDVI entre 2001 à 2019. Observa-se que a variação do NDVI durante o período oscila conforme a atividade vegetativa entre 2012 e 2017. O menor valor de NDVI apresenta-se em 2013, com 0,35, entretanto o maior valor é observado em 2009 de 0,57. Resultados similares foram encontrados por Bezerra (2018), onde ressalta um longo período de crescimento vegetativo em 2009, que coincidiu com eventos de forte La Niña nos anos de 2007-2008. Por outro lado, a quebra abrupta no crescimento da vegetação em 2012 não se mostra associada, de início, ao fenômeno de El Niño. Condição essa explanada nos estudos de Brito et al. (2021), no qual os autores utilizando dados do CHIRPS, apontaram que a intensificação da seca em 2012 estava relacionada ao Oceano Atlântico Norte anormalmente quente, o que favoreceu uma posição anormal ao norte da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), causando assim uma diminuição em chuvas.

60

Os valores de NDVI coincidem com o aumento da precipitação média anual da área de estudo, evidenciando uma rápida resposta do NDVI às chuvas. Bezerra (2018) salienta que, os altos valores de NDVI encontrados a partir dos períodos chuvosos indicam que as atuações de sistemas climáticos no Nordeste Brasileiro estão associadas ao aumento da variabilidade da vegetação, que é compreendida pela rápida resposta da vegetação de caatinga.

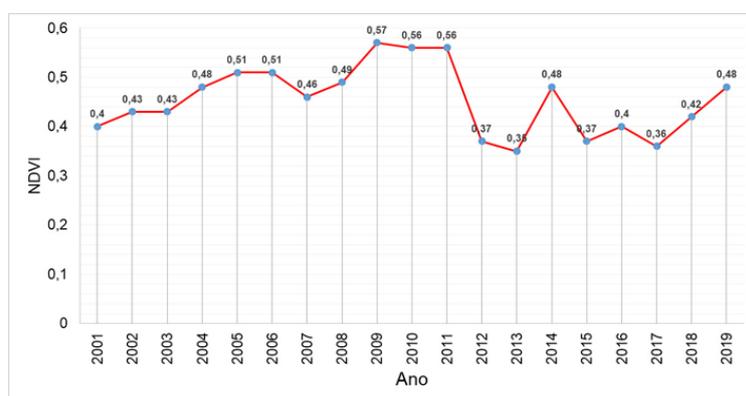


Figura 2. Série temporal da média anual de NDVI.

Fonte: adaptado de Google Earth Engine (2021).



Os valores médios de LST ao longo dos anos (Figura 3), possuem valor mínimo e máximo de 32,11 e 36,68°C, respectivamente. O LST comporta-se de maneira semelhante aos outros parâmetros analisados nesta pesquisa. Esse comportamento é relacionado ao regime pluviométrico, solo exposto, baixa vegetação e ação antrópica. Tais condições podem contribuir com o aumento de temperatura na região. Resultados esses enfatizados por Sousa et al. (2022), ao relatarem o crescimento das atividades florestais e pecuárias, na bacia hidrográfica do rio Sucuru-PB.

Aires et al. (2019), relatam que as alterações na camada vegetal da superfície terrestre na cidade de Pau dos Ferros-RN, são decorrentes dos impactos das ações antrópica, contribuindo para os baixos valores de NDVI, bem como para a elevação de LST. Ideião (2009) analisando parâmetros biofísicos na bacia hidrográfica do rio Taperoá-PB, explana que a LST se destacou, pois possui uma ação determinante sobre o crescimento e o desenvolvimento das plantas, influenciando muitos processos físicos, químicos e biológicos, apresentando uma grande relevância no gerenciamento dos recursos naturais.

Silva et al. (2023), avaliaram os padrões de mudança na temperatura de superfície terrestre (LST) nos principais domínios de vegetação do Brasil entre um período de 13 anos, observaram decréscimos de temperatura, para a âmbito Semiárido, entre os anos de 2004 à 2011. Os mesmos autores relatam que as variáveis biofísicas como LST e NDVI sofreram influência de padrões externos, como precipitação e déficit hídrico.

61

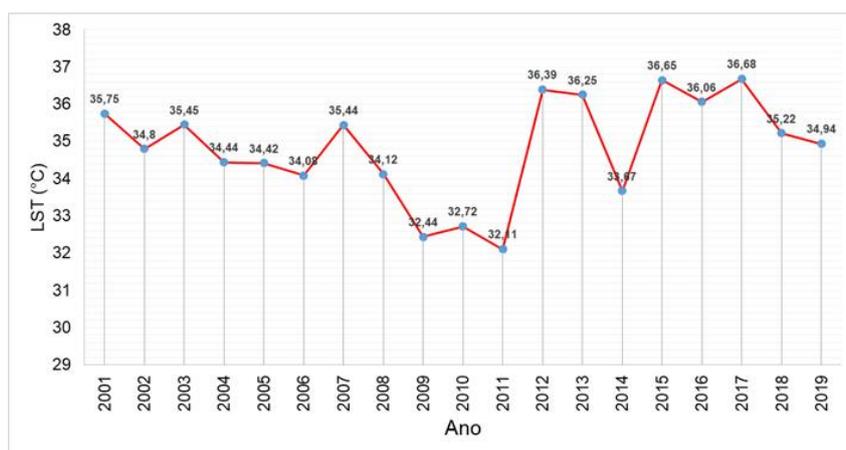


Figura 3. Série temporal da média anual de LST.

Fonte: adaptado de Google Earth Engine (2021).

O período de 2009 à 2011 apresentam valores de LST mais baixos, evidenciando uma maior densidade vegetativa (Figura 2), como também altos valores de precipitação média



anual (Figura 4). Em contrapartida, entre os anos de 2012 à 2017, nota-se uma oscilação na LST da região, onde encontra-se os valores mais altos das séries temporais do LST. Souto et al. (2018) e Pires e Bueno (2015), expõem relatam que tanto a saúde da vegetação como a temperatura da superfície são altamente relacionadas com variabilidade da água para a região, ou seja, com a precipitação.

Na Figura 4 observa-se o gráfico das médias anuais de Precipitação na bacia em estudo, demonstrando valores mínimos e máximos de 41,52 e 78,25mm, respectivamente. Esse resultado confirma o entendimento do comportamento da vegetação e da temperatura na região. Entre 2012 e 2017, as médias de NDVI são menores e os valores de LST maiores, vale ressaltar que, este apresenta-se um período de menores valores de Precipitação em comparação aos outros períodos. O ano de 2009 proporciona as maiores reduções médias de NDVI e LST e os maiores valores médios anuais de precipitação nos 20 anos analisados.

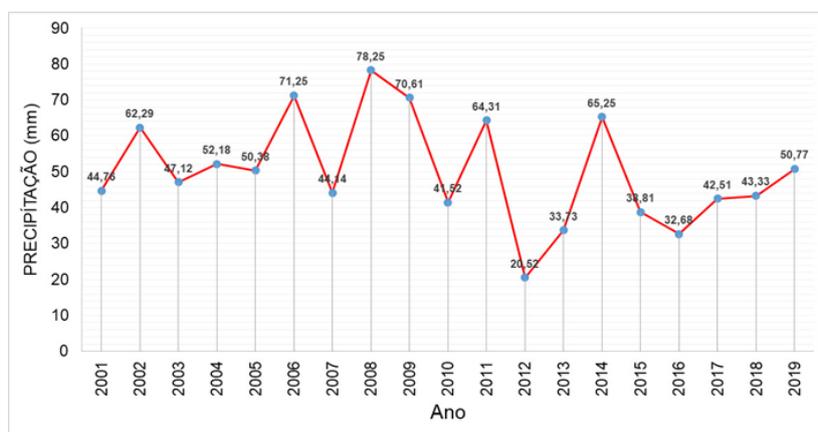


Figura 4. Série temporal da média anual de Precipitação.

Fonte: adaptado de Google Earth Engine (2021).

De acordo com Sampaio (2003) e Costa (2014), o fator de maior influência no comportamento da vegetação, principalmente em regiões semiáridas, é representado pela precipitação, uma vez que, exerce importante papel na distribuição das espécies, produção de biomassa, configuração do relevo e condições edáficas. Santos et al. (2019), ao estudarem a precipitação média anual no Estado da Paraíba de 1998 à 2015 usando dados da Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) e aplicando o teste de Mann-Kendall, observaram que o ano de 2012 foi o ano mais seco, com um valor médio de aproximadamente 400mm em toda a área de estudo. Os autores salientam ainda que, a seca ocorre com frequência no Estado da Paraíba, ocasionando em grandes perdas agrícolas e socioeconômicas (SANTOS et al., 2019).

Segundo Bezerra (2018), a variação de anos chuvosos e secos no Nordeste Brasileiro são influenciados por sistemas atmosféricos dos oceanos Pacífico e Atlântico. Dentre os mecanismos responsáveis pela seca nessa região, destacam-se o El Niño e o fenômeno tropical anormalmente quente do Atlântico Norte, isoladamente ou em combinação (CUNHA et al., 2019; NOBRE et al., 2016; MARENGO et al., 2014; RODRIGUES & McPHADEN, 2014).

CONCLUSÕES

A plataforma do Google Earth Engine (GEE) realizou os processamentos de forma rápida e satisfatória, considerando todas as etapas e procedimentos requeridos, possibilitando o processamento de imagens dos sensores MODIS e TerraClimate.

Os resultados mostraram grande influência da precipitação sobre o NDVI e LST, apresentando um crescimento vegetativo durante os anos de 2007 a 2011 sucedido por uma queda brusca no ano de 2012. Foi observado uma forte variação do NDVI ao longo dos anos, acompanhado pelo regime pluviométrico irregular.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, L. S.; BARBOSA, L. C. Estudo do índice de vegetação e temperatura da superfície terrestre na Área de Proteção Ambiental Triunfo do Xingu (PA) utilizando o Google Earth Engine. *Revista de Geociências do Nordeste*, v.6, n.2, p.244-256, 2020.
- ABATZOGLOU, J. T.; DOBROWSKI, S. Z.; PARKS, S. A.; HEGEWISCH, K. C. TerraClimate, a high-resolution global dataset of monthly climate and climatic water balance from 1958–2015. *Scientific Data*, v.5, n.1, p.1-12, 2018.
- AIRES, A. A.; BEZERRA, J. M. Mapeamento do índice de vegetação e temperatura de superfície da cidade de Pau dos Ferros-RN. *Revista Tecnologia e Sociedade*, v.17, n.48, p.113-131, 2021.
- BEZERRA, D. X. Variabilidade espaço-temporal do NDVI gerado a partir do satélite TERRA/MODIS sobre o Nordeste brasileiro. 76f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Ambientais). Instituto de Ciências do Mar. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2018.
- BRITO, C. S.; SILVA, R. M.; SANTOS, C. A. G.; NETO, R. M. B.; COELHO, V. H. R. Monitoring meteorological drought in a semiarid region using two long-term satellite-estimated rainfall datasets: A case study of the Piranhas River basin, northeastern Brazil. *Atmospheric Research*, v.250, p.105380, 2021.



CAVALCANTE, J. C.; ALMEIDA, C. A.; CASTELO, T. B. Análise de NDVI e temperatura da superfície terrestre utilizando a plataforma do Google Earth Engine em área de savana amazônica e floresta secundária, no município de Vigia-PA. *Revista de Geociências do Nordeste*, v.6, n.1, p.64-70, 2020.

CAZULA, L. P.; MIRANDOLA, P. H. Bacia Hidrográfica –conceitos e importância como unidade de planejamento: um exemplo aplicado na bacia hidrográfica do Ribeirão Lajeado/SP -Brasil. *Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros*, v.1, n.12, p.101-124, 2010.

CUNHA, A. P. M.; ZERI, M.; DEUSDARÁ LEAL, K.; COSTA, L.; CUARTAS, L. A.; MARENGO, J. A.; TOMASELLA, J.; VIEIRA, R. M.; BARBOSA, A. A.; CUNNINGHAM, C.; CAL GARCIA, J. V.; BROEDEL, E.; ALVALÁ, R.; RIBEIRO-NETO, G. Extreme drought events over Brazil from 2011 to 2019. *Atmosphere*, v.10, n.11, p.642, 2019.

COSTA, A. L. Determinação de parâmetros biofísicos na região de Araripina-Pernambuco com técnicas de sensoriamento remoto. 67f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Departamento de Engenharia Agrícola. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, 2014.

DINIZ, R. R. S.; ALENCAR, M. L. S.; MEDEIROS, S. A.; GUERRA, H. O. C.; SALES, J. C. R. Índice de anomalia de chuvas da Microrregião do Cariri Ocidental Paraibano. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.3, n.6, p.2628-2640, 2020.

GORELICK, N.; HANCHER, M.; DIXON, M.; ILYUSHCHENKO, S.; THAU, D.; MOORE, R. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*, v.202, p.18-27, 2017.

GOOGLE EARTH ENGINE. A planetary-scale platform for Earth Science Data & Analysis. 2021. Disponível em: <<https://earthengine.google.com/>>. Acesso em: 25 de abril de 2023.

HOROWITZ, F. G. MODIS daily land surface temperature estimates in Google Earth Engine as an aid in geothermal energy siting. In: *World Geothermal Congress, 2015, Melbourne. Anais...Melbourne, 2015.*

IDEIÃO, S. M. A. Imagens Multiespectrais e Aplicações em Recursos Hídricos: Temperatura da Superfície e Balanços de Radiação e Energia. 156f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2009. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 10 de setembro de 2021.



MARENGO, J. A.; ESPINOZA, J. C.; RONCHAIL, J.; ALVES, L. M. Tropical South America east of the Andes. *Bulletin of the American Meteorological Society*, v.97, n.8, p.185, 2016.

MOREIRA, N. L. W. A relação entre a expansão agrícola e os índices biofísicos: uma análise por meio do Google Earth Engine na Bacia Hidrográfica do Alto Parnaíba. 93f. Trabalho Conclusão do Curso (Graduação em Geografia). Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2022.

NOBRE, C. A.; MARENGO, J. A.; SELUCHI, M. E.; CUARTAS, L. A.; ALVES, L. M. Some characteristics and impacts of the drought and water crisis in Southeastern Brazil during 2014 and 2015. *Journal of Water Resource and Protection*, v.8, n.2, p.252-262, 2016.

PEREIRA, J. A. S. Estudo da alteração da vegetação a partir do NDVI e do albedo de superfície na Bacia do Rio Garça - PE. In: *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 17, 2015, João Pessoa. Anais... João Pessoa, 2015.

PIRES, G. F.; BUENO, F. P. Unidades de Conservação Brasileira: Desafios da gestão. *Fórum Ambiental da Alta Paulista*, v.11, n.1, p.146-151, 2015.

PATEL, N. N.; ANGIULI, E.; GAMBA, P.; GAUGHAN, A.; LISINI, G.; STEVENS, F. R.; TATEM, A. J.; TRIANNI, G. Multitemporal settlement and population mapping from Landsat using Google Earth Engine. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, v.35, p.199-208, 2015.

RODRIGUES, R. R.; McPHADEN, M. J. Why did the 2011–2012 La Niña cause a severe drought in the Brazilian Northeast? *Geophysical Research Letters*, v.41, n.3, p.1012-1018, 2014.

RAVANELLI, R.; NASCETTI, A.; CIRIGLIANO, R. V.; DI RICO, C.; LEUZZI, G.; MONTI, P.; CRESPI, M. Monitoring the impact of land cover change on surface urban heat island through Google Earth Engine: Proposal of a global methodology, first applications and problems. *Remote Sensing*, v.10, n.9, p.1488, 2018.

SANTOS, F. D. A. Indicadores biofísicos de degradação ambiental da Bacia Hidrográfica do rio Piracuruca. *Caderno de Geografia*, v.31, n.65, p.403-424, 2021.

SOUSA, J. H. S.; MOREIRA, A. R.; NASCIMENTO, A. A.; RIBEIRO, G. N.; OLIVEIRA NETO, J. N.; PRADO JÚNIOR, L. S. do. Assessment of land use and cover in the Sucuru Watershed using Google Earth Engine. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v.17, n.4, p.235–241, 2022.

SANTOS, E. I.; ALENCAR, M. L. S.; SCHRAMM, V. B.; SANTOS, J. S.; NASCIMENTO, M. T. C. C. Uso de Geotecnologias no estudo da degradação das terras da bacia do Rio Sucuru, na Paraíba. *Ciência e Natura*, v.42, n.57, p.15, 2020.



SANTOS, C. A. G.; BRASIL NETO, R. M.; SILVA, R. M.; SANTOS, D. C. Innovative approach for geospatial drought severity classification: a case study of Paraíba state, Brazil. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, v.33, n.2, p.545-562, 2019.

SAMPAIO, E. V. S. B. Caracterização da caatinga e fatores ambientes que afetam a ecologia das plantas lenhosas. *Ecosistemas brasileiros: manejo e conservação*. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, p.129-142, 2003.

SILVA, J. N. C. Análise temporal de índices de vegetação no apoio à classificação de imagens: cobertura do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Sucuru. 109f. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais). Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2017.

SILVA, L. A. P.; ROCHA, A. M.; SOUZA, C. M. P.; LEITE, M. E. Análise da temperatura de superfície terrestre e variáveis biofísicas em domínios de vegetação do Brasil. *Revista do Departamento de Geografia*, v.43, e181068, 2023.

SOUTO, J. I. O.; TRINDADE, A. R.; TAVARES, P. A.; BELTRÃO, F. E. S.; OLIVEIRA, R. Impactos antrópicos condicionantes na variação da temperatura do ar: um estudo de caso na APA Triunfo do Xingu, Pará (2005-2015). In: *Simpósio de Estudos e Pesquisas em Ciências Ambientais na Amazônia*, 7, 2018, Belém. Anais...Belém, 2018.

USGS. United States Geological Survey. Earth Explorer. 2021. Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 10 de setembro de 2021.



A PRODUÇÃO ENXUTA E A ECONOMIA VERDE: MODELAGEM E OTIMIZAÇÃO APLICADAS AO QUARTEAMENTO DE RESÍDUOS ELETRÔNICOS

Fabrício Pelizer Almeida¹
Esther Ferreira de Souza²
Rafael Rodrigues Luz Resende³
André Fernandes Carrijo⁴

¹Prof. Dr. na Universidade de Uberaba (Uniupe) – Campus Uberlândia-MG, fabricao.almeida@uniube.br

²Engenheira Ambiental pela Universidade de Uberaba (Uniupe), Campus Uberlândia-MG,
estherriguel.mus@gmail.com

³Graduando em Engenharia de Produção pela Universidade de Uberaba (Uniupe), Campus Uberlândia-MG,
rafaelluzresende@gmail.com

⁴Engenheiro de Automação e Controle (Universidade Federal de Itajubá), Operational Excellence and Optimization
Manager. Coordenador de Treinamento (Totalean), andreacarrijo@gmail.com

67

INTRODUÇÃO

As abordagens qualitativa e quantitativa em pesquisa aplicada convergem à um conjunto de práticas interpretativas, denominados métodos, que, por definição, não se prendem a único campo do conhecimento, podendo ampliar e muito a capacidade de inferência acerca de temas e interesses correlatos. Especificamente para as diversas áreas da engenharia e gestão da produção, a implementação eficiente de métodos de análise qualitativa dos processos e das práticas ecoinovadoras confere melhor performance de indicadores relacionados aos processos e pessoas (SORIANO-MEIER & FORRESTER, 2002; WAN & CHEN, 2009). Tais evidências e sinergias estão bem correlatas na produção enxuta (lean manufacturing), que se baseia justamente na análise de desperdícios de operações e produção com enfoque na redução de custos e aumento das margens de retorno financeiro, abrangendo dentre outras áreas como a avaliação de custos de estoque, defeitos em produtos, redução de movimentação e tempos de entrega de produto ou atendimento de chamadas (WOMACK & JONES, 1996; WHITE et al. 1999).



Nestes termos, o caráter "enxuto" é empregado referindo-se às empresas de manufatura que utilizam um conjunto subjacente de princípios e práticas de fabricação, e que se espera levar a um melhor estado de operações. Originário da indústria automotiva, como generalização das práticas observadas e desenvolvidas no Sistema Toyota de Produção (TPS), o Lean Manufacturing procura eliminar todas as formas de desperdício ou "muda" como um meio de reduzir custos e reduzir os prazos de entrega, maximizando a eficiência da produção baseando-se nas demandas e necessidades do cliente (JAMES-MOORE & GIBBONS, 1997; ROOSEN & PONS, 2013; GRUPTA & JAIN, 2013).

A literatura especializada sobre lean confere atividades de produção definidas como um valor agregado (VA) ou sem valor agregado (NVA). Entende-se como valor adicionado, aquelas atividades que transformam um produto ou serviço pelo qual os clientes estão dispostos a pagar. Atividades sem valor agregado são aquelas para as quais o cliente não estaria disposto a pagar. Portanto, a filosofia lean de produção é fundamentada em um conjunto de práticas que visa aprimorar toda a cadeia de valor dentro de uma organização e eventualmente externa à organização (WOMACK & JONES, 1996).

Portanto, não há como restringir a mudança organizacional no âmbito da evolução da filosofia lean, à medida em que a jornada alcança maturidade e consistência cultural corporativa e operacional. Também de igual modo, os princípios de sustentabilidade, traçados na economia circular e refletidos na responsabilidade social são de importantes tópicos ao longo da concepção e implementação estratégica da cultura lean. Aliás, a sustentabilidade é ponto-chave nas empresas, como resultado de preocupações com os recursos naturais esgotamento de recursos, disparidade de riqueza e responsabilidade (SEZEN & CAKAYA, 2013), demonstrando alta sinergia com os princípios que norteiam a produção enxuta. Essa conduta leva a organização a repensar seus produtos e processos implementando práticas de gestão ambiental, tal como acontece na gestão de resíduos (CARVALHO et al., 2011; SAWHNEY et al., 2007; MILLER et al., 2010), gerenciamento de energia (VERRIER et al., 2016), emissões atmosféricas (MOLLENKOPF et al., 2010), uso otimizado de água (WOMACK & JONES, 1996) e gerenciamento químico e de materiais (KING & LENOX, 2001), baseando-se nos ciclos técnicos da Economia Circular.

De modo mais amplo e inovador, o enfoque propõe o conceito de manufatura ambientalmente consciente, também conhecido como "Manufatura Verde" (RAO & HOLT, 2005). O conceito de economia circular (e produção limpa) é percebido como um novo paradigma industrial, capaz de conciliar estratégias verdes e técnicas inovadoras, incluindo



produtos e sistemas de baixo consumo de material e energia; novos materiais de entrada; processos para reduzir resultados indesejados; e programas para converter saídas em insumos (reciclagem) ou novos subprodutos (produtos secundários) com o objetivo de reduzir resíduos ambientais quando as empresas utilizam recursos para fornecer produtos ou serviços aos seus clientes. Nesse contexto, os resíduos ambientais têm sido defendidos como produto de uso desnecessário de recursos ou liberação de compostos no ambiente com algum potencial contaminante capaz de prejudicar a saúde humana e o ambiente (DEIF, 2011).

Nos termos da produção enxuta e sua interface tecnológica e de fluxo de valor com a produção limpa (essa última como parte do conceito da transição de economia circular) está fundamentado este trabalho, que tem como objetivo, desenvolver um modelo quali-quantitativo em uma jornada de produção enxuta de quarteamento de sucatas de componentes de impressoras jato de tinta.

METODOLOGIA

A pesquisa é de natureza aplicada, explicativa e sob uma abordagem quanti-qualitativa acerca dos aspectos da gestão da produção enxuta (lean manufacturing) e economia circular/produção verde (green manufacturing). Foram propostas rodadas contínuas de simulação lean em um laboratório especializado no LabLean® com equipes operacionais de uma empresa de quarteamento de resíduos eletrônicos para levantamento de dados dos indicadores de gestão da produção enxuta. Para fins de avaliação técnica dos indicadores de eficiência (Kpi's) da produção enxuta (produtividade, qualidade, efetividade e capacidade) tratados nestas rodadas simulatórias, foram adotados circuitos eletrônicos de impressoras jato de tinta. As rodadas de simulação foram realizadas no período de junho a agosto de 2022 no Laboratório de Lean Manufacturing da Uniube, Campus Uberlândia.

A linha de desmontagem simulatória é composta por 6 (seis) operadores e um líder (suprimento), sendo que, as etapas operacionais adotadas foram de pré, desmontagem e pós-desmontagem em dois circuitos simétricos (totalizando quatro atividades avaliadas).

Os testes simulatórios foram realizados em três fases: iniciação (instrução simples), aperfeiçoamento (treinamento operacional), otimização (melhor desempenho). Os registros de tempos para cada indicador de eficiência, referentes às 4 (quatro) etapas de elaboração do kit, nas três fases do teste foram anotados em planilha e submetidos ao teste de identificação de distribuição individual dos dados (normal, lognormal, exponencial, logística, Weibull, gama, loglogística), utilizando o software estatístico MINITAB® v.19 (2020). Os valores dos



parâmetros referentes à cada modelo de distribuição dos dados foram carregados para um ambiente simulatório – com apoio do software FlexSim® (2023) - que permite extrapolar períodos de trabalho de uma linha de montagem ou desmontagem.

Neste tópico foi avaliada a eficiência dos preditores quanto aos valores ajustados assumidos pela variável resposta, em um dado intervalo de confiança (CI) para a média das combinações obtidas (HSU, 1996). Portanto, o CI é obtido por:

$$\hat{Y}_o \pm t_{((1-\alpha)/2, n-p)} * s(\hat{y}_o) \quad (\text{eq. 1})$$

$$s(\hat{y}_o) = \sqrt{s^2 ([x^*]_0 (x^* [x])^{-1} x_o)} = \sqrt{x_o s^2 (b) x_o} \quad (\text{eq. 1.1})$$

Em que: \hat{Y}_o é o valor estimado para a variável resposta; α é o nível de significância; n e p são o número de observações e de parâmetros, respectivamente; $s^2 (b)$ é a matriz de covariância e s^2 é o quadrado médio do erro.

O intervalo da previsão de resposta é dado por um sistema semelhante, assim descrito como:

$$\hat{Y}_o \pm t_{((1-\alpha)/2, n-p)} * s(\text{pred}) \quad (\text{eq. 2})$$

$$s(\text{pred}) = \sqrt{s^2 (1 + [x^*]_0 (x^* [x])^{-1} x_o)} \quad (\text{eq. 2.1})$$

70

Admite-se ainda, e de acordo com Montgomery (1991), a necessidade de analisar a interação dos fatores na determinação da variável resposta (dependente). Desse modo, a medida de interação dos efeitos no sistema é dada por $(\alpha\beta)_{ij}$, onde o i -ésimo nível de um dado fator A interage com j -ésimo nível do fator B, descrito como:

$$(\alpha\beta)_{ij} = Y_{ij} - (Y_{(i.)} - Y_{(.j)} - Y_{...}) \quad (\text{eq. 3})$$

Em que: Y_{ij} é a média das observações ao nível i do fator A e o nível j -ésimo do fator B; $Y_{(i.)}$ é a média das observações no nível j do fator i -ésimo, $Y_{(.j)}$ é a média das observações ao nível fator j -ésimo, e $Y_{...}$ trata da média de todas as observações do modelo.

Na otimização de resposta, conforme Castillo, Montgomery e McCarville (1996), são calculadas as conveniências de interação, da seguinte forma para maximização:

$$d_i = 0 \quad \text{sendo } \hat{y}_i < L_i \quad (\text{eq. 4})$$

$$d_i = ((\hat{y}_i - L_i) / (T_i - L_i))^r \quad \text{sendo } L_i \leq \hat{y}_i \leq T_i \quad (\text{eq. 4.1})$$

$$d_i = 1 \quad \text{sendo } \hat{y}_i > T_i \quad (\text{eq. 4.2})$$



As direções de possíveis respostas para as conveniências de interação, são dadas por:

$$d_i = ((\hat{y}_i - L_i) / (T_i - L_i))^{\text{ri}} \quad \text{sendo } L_i \leq \hat{y}_i \leq T_i \quad (\text{eq. 5})$$

$$d_i = ((U_i - \hat{y}_i) / (U_i - T_i))^{\text{ri}} \quad \text{sendo } T_i \leq \hat{y}_i \leq U_i \quad (\text{eq. 5.1})$$

$$d_i = 0 \quad \text{sendo } \hat{y}_i < L_i \quad (\text{eq. 5.2})$$

$$d_i = 0 \quad \text{sendo } \hat{y}_i > U_i \quad (\text{eq. 5.3})$$

Sendo, \hat{y}_i : o valor previsto de reposta; T_i : o valor alvo de uma resposta; L_i e U_i : menor e maior valor aceitável de uma resposta, respectivamente; d_i : função de conveniência para resposta individual; r_i : peso assumido pela função de conveniência da resposta. As performances otimizadas dos indicadores de desmontagem foram analisadas e conduziram os estudos de quarteamento dos resíduos eletrônicos. Os componentes obtidos no ambiente de melhor expressão dos indicadores de eficiência foram devidamente registrados, descritos e pormenorizados em valores de massa, quantidade e preço de mercado. Ao final, foi possível determinar a valoração do conjunto de componentes e estimado o retorno de eficiência à linha de desmontagem dos componentes eletrônicos utilizando-se os princípios da produção verde e enxuta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As comparações entre os gráficos das distribuições foram descritas de forma singular para cada um dos seis operadores (conforme apresentado na Figura 1). Após o teste de qualidade de ajuste, a distribuição exponencial de dois parâmetros obteve melhor aderência aos dados, variando em limite e escala.

Nota-se um perfil de melhoria na eficiência operacional, uma vez que a densidade de espera é atenuada e a geração de valores é reduzida em relação ao tempo. Com a aplicação das propostas de melhoria (fase intermediária), houve ampliação da capacidade de processamento inicial em todos os operadores, destacado nos gráficos como um pico de aceleração na linha contínua de cada operador.



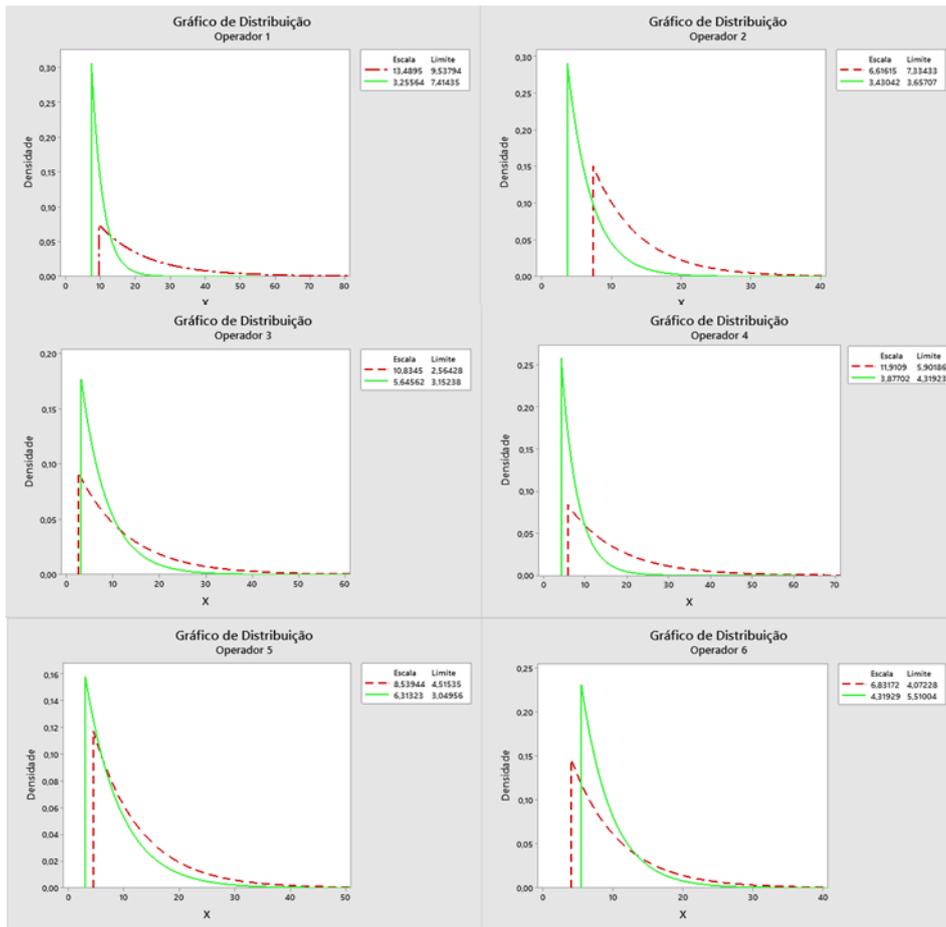


Figura 1. Distribuição exponencial para cada operador, sendo a linha vermelha tracejada a fase de iniciação e a linha contínua a melhoria da atividade.

O registro do acúmulo de trabalho e otimização da eficiência operacional são observados a partir da simulação no FlexSim®, carregando-se os parâmetros de distribuição estimados. A linha de montagem foi modelada com uma fila entre cada operador e executada em um período de 8 horas (Figura 2). As taxas de acúmulo e tempo de inatividade de operadores nas três fases de operação estão dispostas na Tabela 1.



Figura 2. Modelo 3D da linha de desmontagem no software FlexSim.



Tabela 1. Taxa de ociosidade, acúmulo máximo de filas e unidades desmontadas (circuitos eletrônicos de impressoras)

Operador	Inicial		Intermediário		Otimização	
	Acúmulo	Inativo	Acúmulo	Inativo	Acúmulo	Inativo
Op1	23	11,8%	15	5,2%	9	3,4%
Op2	1	56,3%	2	40,0%	2	19,0%
Op3	1	66,6%	4	29,3%	3	15,5%
Op4	1	41,9%	3	30,3%	2	21,0%
Op5	2	65,7%	2	34,8%	2	18,6%
Op6	1	63,0%	3	24,1%	1	12,7%
Unidades Desmontadas	13		34		72	

O SMED (Single minute Exchange of Dies) ou troca rápida de ferramenta que, segundo Mrugalska e Wyrwicka (2017), trata-se de um recurso que permite maximizar o valor do produto ao reduzir seu tempo de setup foi decisivo para a otimização do processo (Tabela 1). A eliminação de desperdício do fluxo de valor das operações cria um processo com menor esforço humano, capital, espaço e tempo necessários para a desmontagem de resíduos eletrônicos, custando menos e com menor oportunidade de defeitos (ou perdas de materiais não quarteados corretamente).

Os componentes eletrônicos da impressora jato de tinta foram devidamente quarteado e organizado (Figura 3) para que pudessem ser designados quanto a massa obtida por unidade desmontada, caracterizados (especificação de fábrica, composição e informações de materiais empregados) e determinados o valor de mercado (base = agosto/2022).

73



Figura 3. Principais componentes eletrônicos de impressora jato de tinta quarteados

A otimização do processo de desmontagem do equipamento, considerando a melhor performance de quarteamento e obtenção pormenorizado dos componentes permitiu agregar R\$ 7,49 por unidade de impressora jato de tinta desmontada (Tabela 2). Obtendo-se apenas o cobre e o alumínio separadamente, sem a presença de outros componentes o material, o valor agregado gira em torno de R\$ 8,82.

Tabela 2. Componentes e quantidades obtidas, preço praticado no mercado local e valor agregado por unidade

Componente	Valor/kg	Massa obtida (em g e kg)	Valor agregado (Unidade)
Capacitor eletrolítico	2,00	71,47282 g 0,071 kg	0,14
Bobina Toroidal	23,10	143,2444 g 0,143 kg	3,30
Ventilador (corrente direta)	Plástico: 1,50 Bobina: 23,10 Cobre: 23,10	34,6039 g / 0,034 kg 9,4320 g / 0,0094 kg 1,7004 g / 0,0017 kg	0,27
Dissipador de calor	3,40	66,8507 g 0,0668 kg	0,22
Placa mãe	5,60	64,6578 g 0,0646 kg	0,36
Fonte	1,20	185,1278 g 0,1851 kg	0,21
Capacitor de segurança	1,50	11,9900 g 0,0119 kg	0,15
Capacitor cerâmico	3,40	6,4769 g 0,0064 kg	0,02
Leitor óptico	1,20	8,7469 g 0,0087 kg	0,01
Regulador de tensão	2,00	25,3768 g 0,0253 kg	0,40
Sucata de fios	1,00	164,25 g 0,16425 kg	0,16
Transformadores	1,20	113,2794 g 0,1132 kg	0,13
Encaixe de entrada de energia	1,50	12,274 g 0,01227 kg	0,01
Conector Suspenso	23,10	17,7113 g 0,0177 kg	0,40
Conectores de pinos	1,50	15,0427 g 0,0150 kg	0,02
Isolante de condução térmica	0,90	1,4234 g 0,0014 kg	0,00
Resistores de fios	2,00	6,4498 g 0,0064 kg	0,01
Parafusos	2,60	6,3841 g 0,0063 kg	1,68
Acopladores de saída de transistor	1,50	2,1532 g 0,0021 kg	0,00
Clipes	5,80	0,8278 g 0,0008 kg	0,00
Indutor de bobina de alta frequência	0,40	11,4829 g 0,0114 kg	0,00
Cobre	23,10	315,1904 g 0,3151 kg	7,27
Alumínio	5,80	267,9969 g 0,2679 kg	1,55

Os resultados apontam que é possível otimizar a operação de quarteamento dos resíduos eletrônicos, adotando princípios da produção enxuta, com vistas a otimizar o



aproveitamento de componentes e a eficiência das atividades, agregando valor à cadeia local de desmontagem e suprimentos de materiais e componentes.

CONCLUSÕES

É altamente viável a adoção de princípios de produção enxuta em processos de quarteamento de resíduos eletrônicos, ampliando a capacidade de operação e rendimento de tarefas de separação, classificação e agrupamento de componentes de mesma natureza. Isso não se refere apenas à viabilidade técnica e operacional, envolve também aspectos financeiros, considerando o retorno de capital com a valoração do carbono em componentes de mesma natureza. Sugere-se no trabalho inclusive, a coordenação de cadeias de operação mais robustas, de forma a tornar as operações locais mais eficientes e expressivas (no sentido de amplitude de captação de materiais e processos).

Nesse ponto, há expectativa de redução de custos operacionais, compartilhamento de aprendizagens de processo, melhorando ainda mais os indicadores de performance, além daqueles que foram utilizados no trabalho como ponto de partida. A discussão acerca do fortalecimento da vocação regional (cluster) e diminuição dos impactos ambientais quanto à translocação de peças e componentes é muito relevante na pesquisa, considerando a provisão de investimentos e qualificação de mão de obra local.

75

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, edital 36/2020, à PROPEPE/Uniupe e à Totalean/LabLean®.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, H.; DUARTE, S.; CRUZ MACHADO, V. Lean, agile, resilient and Green: divergencies and synergies. *International Journal of Lean Six Sigma*. v.2, n.2, p.151-179, 2011.

CASTILLO, E. D.; MONTGOMERY, D. C.; MCCARVILLE, D. R. Modified Desirability Functions for Multiple Response Optimization. *Journal of Quality Technology*, v.28, p.337-345, 1996.

DEIF, A. M. A system model for Green manufacturing. *Journal of Cleaner Production*, v.19, n.14, p.1553-1559, 2011.

FLEXSIM®. FlexSim Software Products, Inc. The Digital Twin Company, 2023.

GUPTA, S.; JAIN, S. K. A literature review of lean manufacturing. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, v.8. n.4, p.241-249, 2013.

HSU, J. C. Multiple Comparisons. Theory and methods. Chapman & Hall. 1996, 456p.



- JAMES-MOORE, S.; GIBBONS, A. Is Lean manufacture universally relevant? An investigative methodology. *International Journal of Operations & Production Management*, v.17, n.9, p.899-911, 1997.
- KING, A. A.; LENOX, M. J. Lean and Green? An empirical examination of the relationship between Lean production and environmental performance. *Production and operations management*, v.10, n.22, p.244-256, 2001.
- MILLER, G.; PAWLOSKI, J.; STANDRIDGE, C. R. A case study of Lean, sustainable manufacturing. *Journal of Industrial Engineering and Management*. v.3, n.1, p.11-32, 2010.
- MINITAB®. User's Guide Release 19. for Windows, 2020.
- MOLLENKOPF, D.; STOLZE, H.; TATE W. L.; UELTSCHY, M. Green, Lean, and global supply chains. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, v.40, n.1-2, p.14-41, 2010.
- MONTGOMERY, D. C. *Design and Analysis of Experiments*. 3. ed. John Wiley & Sons. 1991. 277p.
- MRUGALSKA, B.; WYRWICKA, M, K. Towards lean production in industry 4.0. *Procedia Engineering*, v.182, p.466-473, 2017.
- RAO P.; HOLT, D. Do Green supply chains lead to competitiveness and economic performance? *International Journal of Operations & Production Management*, v.25, n.9, p.898-916, 2005.
- ROOSEN T.; PONS, D. Environmentally Lean production: the development and incorporation of an environmental impact index into value stream mapping. *Journal of Industrial Engineering*, v.1, n.12, p-1-17, 2013.
- SAWHNEY, R.; TEPARAKUL, P. BAGCHI A.; LI, X. En-Lean: a framework to align Lean and Green manufacturing in the metal cutting supply chain. *International Journal of Enterprise Network Management*, v.1, n.3, p.238-260, 2007.
- SEZEN B.; CANKAYA S. Y. Effects of Green manufacturing and ecoinnovation on sustainability performance. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, v.99, n.18. p.154-163, 2013.
- SORIANO-MEIER, H. E.; FORRESTER, P. L. A model for evaluating the degree of leanness of manufacturing firms. *Integrated Manufacturing Systems*, v.13, n.2, p.104-112, 2002.
- VERRIER, B.; ROSE, B.; CAILLAUD, E. Lean and Green strategy: The Lean and Green House and Maturity deployment model. *Journal of Cleaner Production*, v.116, n.24, p.150-156, 2016.
- WAN, H. D.; CHEN, F. F. Decision support for lean practitioners: a web-based adaptive assessment approach. *Computers in Industry*, v.60, n.4, p.277-283, 2009.



WHITE, R. E.; PEARSON, J. N.; WILSON, J. R. JIT Manufacturing: a survey of implementation in small and large US manufacturers. Management Science, v.45, n.1, p.1–15, 1999.

WOMACK, J. P.; JONES, D.T. Lean Thinking: Banish waste and create wealth in your corporation. Simon & Shuster, 1996. 396p.



UM APLICATIVO VOLTADO PARA COLETA SELETIVA NA CIDADE DE MENDES - RJ

Victoria Rocha de Oliveira¹
Letícia Pereira Santos²
Tássio Ferezini Martins Sirqueira³

¹Graduanda em Engenharia de Software - Univassouras, Universidade de Vassouras, vicoliveira116@gmail.com

²Graduanda em Engenharia de Software - Univassouras, Universidade de Vassouras, leticiapereirasantos13@gmail.com

³Professor do curso de Engenharia de Software - Univassouras, Universidade de Vassouras, tassio.sirqueira@univassouras.edu.br

INTRODUÇÃO

Em conformidade com a Prefeitura de Mendes, município do Rio de Janeiro, o problema do lixo descartado de forma errada tem se agravado devido à falta de atenção e informação na separação correta dos materiais, pois devido ao descarte incorreto dos mesmos, perdem a qualidade e conseqüentemente não obtêm o aproveitamento adequado, em especial alguns bairros, onde muitas das vezes não se dá a devida importância na coleta seletiva⁴. De acordo com o site ABREN (Associação Brasileira de Recuperação Energética de Resíduos), são geradas diariamente 16,8 mil toneladas de lixo por dia, sendo que no Rio de Janeiro possui 16,054 milhões de habitantes.

Pode ser feita uma pequena comparação com os outros países por exemplo, de acordo com as informações encontradas no site ABREN (Associação Brasileira de Recuperação Energética de Resíduos), na Europa os aterros sanitários foram banidos, na Alemanha os próprios cidadãos fazem a coleta orgânica, reciclam e fazem a recuperação energética da fração não reciclável do lixo.

“No Brasil, 96% do lixo é descartado em aterros da forma incorreta e seus resíduos não são tratados devidamente. Ao enterrar o lixo no aterro sanitário, ele tem uma fração orgânica de aproximadamente 50%. Essa fração orgânica fica em estado de putrefação por aproximadamente 50 anos liberando gás metano, que é 25% mais nocivo que o CO₂. (abren.org.br/2021/06/22)”.



À vista disso, o presente trabalho tem como desígnio apresentar um recurso tecnológico para auxiliar o processo de coleta seletiva no município de Mendes/RJ. Foi realizada uma análise com o intuito de diminuir o risco de poluição decorrentes dos resíduos, o descarte incorreto do lixo, informar corretamente aos moradores sobre como deve ser feita a coleta, descarte e separação do lixo comum e reciclável. E ainda, conscientizar de que os materiais podem ser reutilizáveis se de maneira correta forem feitos os devidos tratamentos.

Devido ao aumento do uso das tecnologias móveis (celulares) pela população, foi criado o aplicativo móvel “Coleta Seletiva Mendes”, que visa dispor de diversas funcionalidades aos munícipes que serão apresentadas no decorrer do trabalho, de modo que o cidadão esteja incorporado ao combate ao descaso com o tratamento do lixo e prepare as futuras gerações para um meio ambiente mais sustentável.

A solução mais eficaz é fazer com o que os habitantes tenham informações a seu dispor a partir de um diagnóstico detalhado da colocação dos materiais recicláveis, apresenta em forma de cenários, as ações essenciais para o cumprimento legal, social e ambiental, ou seja, um aplicativo informativo.

METODOLOGIA

O presente trabalho compreende que a Coleta Seletiva é uma representatividade da forma mais adequada para o descarte do lixo, interpolando com a educação ambiental para o desenvolvimento sustentável. De acordo com a CONAMA5 (Conselho Nacional do Meio Ambiente), a reciclagem de resíduos deve ser incentivada, facilitada e expandida no país, para assim trazer a redução do consumo de matérias-primas, recursos naturais não-renováveis, energia e água.

Corroborando a esse fato de relevância, Silva e Campos (2008) expõem:

“Quando não recebem a destinação correta, os resíduos se acumulam pelas ruas ou são encaminhados ao lixão, favorecendo a proliferação de organismos, principalmente anaeróbios, responsáveis pela liberação de gases indesejáveis e pela produção de chorume. Alguns desses gases exalam odores fétidos, outros fazem parte do grupo de gases do efeito estufa, contribuindo para o aquecimento global (SILVA & CAMPOS, 2008)”.

Considerando a necessidade de melhoria na visibilidade e conscientização sobre o assunto abordado na cidade de Mendes-RJ, foi desenvolvido o aplicativo “Coleta Seletiva Mendes”, onde o mesmo traz as informações necessárias, como: rotas realizadas pela equipe



de coleta seletiva, dias que o serviço é disponibilizado, orientações corretas para se realizar o descarte, listagem dos materiais que são recolhidos etc.

Durante o desenvolvimento do aplicativo, ocorreram pesquisas e coletas de informações dentro das redes sociais da Prefeitura da Cidade⁶, da Secretária Municipal de Agricultura e Meio Ambiente, responsáveis pela Coleta Seletiva.

Após a coleta de dados para alimentar o aplicativo, o mesmo foi desenvolvido para dispositivos móveis híbridos (ANDROID ou IOS). A linguagem React Native⁷(permite criar um aplicativo para várias plataformas usando a mesma base de código) juntamente com Expo Go (O projeto Expo pode ser executado em qualquer lugar, independentemente de onde você esteja, com leitura de Códigos QR.) foi a principal no desenvolvimento e usou-se o Figma (plataforma colaborativa para construção de design de interfaces e protótipos) para originar os mockups a fim de melhor visualização de como seria o visual do aplicativo aos interessados (Prefeitura de Mendes).

Em resumo, espera-se que com o resultado obtido deste trabalho, os interessados possam e apliquem essa solução em seu município para que haja um melhor entendimento desse serviço por toda a população. O App encontra-se de forma didática e de fácil entendimento para que todos consigam acessar de forma fácil.

80

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A participação ativa da comunidade é fundamental para o sucesso do sistema, pois quanto maior a quantidade e a qualidade dos materiais recicláveis separados, maiores serão os benefícios ambientais e econômicos obtidos. Além disso, uma região deve ter infraestrutura adequada e programas de incentivo para implementar efetivamente a coleta seletiva.

Como supracitado, seguem as figuras (1,2,3,4,5,6,7,8,9) concernentes a cada funcionalidade que consta no aplicativo móvel. Na figura 1 temos a tela principal, onde se encontra o menu principal contendo quatro tópicos: “Quem somos?”; “Quais materiais coletamos?”; “Rotas” e “Mais informações”.





Figura 1. Tela Inicial do Aplicativo Móvel.

Ao clicar na primeira opção (Quem somos?) podemos obter as seguintes informações: O que é a coleta seletiva e o que visa proporcionar; sobre a coleta do óleo usado, os pontos de coleta do material e troca que pode ser realizada e sobre a Coleta de resíduos eletroeletrônicos, onde traz as informações de coleta. Como demonstra nas Figuras 2, 3 e 4.

81



Figura 2. Tela – “Quem somos?”



Figura 3. Tela – “Quem somos?” Coleta Seletiva. Coleta de óleo usado.



A coleta do óleo residual, que também é conhecida como coleta de óleo de cozinha usado, é uma prática importante para o meio ambiente e a saúde pública. O descarte inadequado do óleo de cozinha usado pode causar grandes prejuízos ao meio ambiente, podendo assim contaminar o solo, as águas superficiais e subterrâneas e ainda levar ao bloqueio das redes de esgoto.

Além disso, o óleo de cozinha pode ser prejudicial à saúde caso não for reaproveitado adequadamente, pois após um determinado número de reutilização do óleo deixa de ser favorável para o consumo. Ao descartar corretamente o óleo de cozinha usado e incentivar sua reciclagem, pode-se contribuir para criar um ambiente mais limpo e saudável.

O óleo de cozinha usado pode ser reaproveitado de diversas formas, como na fabricação de sabão, biodiesel, tintas, entre outros materiais podem ser feitos através do óleo usado. Tendo em mente que a reciclagem deste produto é uma alternativa para a melhoria do meio ambiente, a Prefeitura Municipal de Mendes teve a iniciativa de promover um incentivo para aqueles que fazem o descarte correto do óleo usado. Conforme figura 3, observa-se que o incentivo da Prefeitura foi a troca do óleo por materiais de limpeza, pois de acordo com a quantidade descartada a população é contemplada com um item na proporção condizente.

“Uma das alternativas para reduzir os danos causados pelo descarte incorreto de óleo de cozinha é a reciclagem (KUNZLER & SCHIRMANN, 2011).

82



Figura 4. Tela “Coleta de Resíduos Eletroeletrônicos” – Coleta Seletiva.



Também conhecida como coleta de lixo eletrônico ou e-waste, é um processo bastante importante para a gestão adequada dos equipamentos eletrônicos descartados. O lixo eletrônico inclui uma enorme diversidade de equipamentos eletrônicos, como: computadores, telefones celulares, tablets, televisores, eletrodomésticos, impressoras etc. É importante que a coleta de lixo eletrônico seja realizada por uma empresa ou entidade devidamente licenciada para o descarte e o reaproveitamento seja feito da forma correta, sem riscos e danos à saúde e ao meio ambiente.

De acordo com a página Gestão Socioambiental, localizada no site Poder Judiciário de Santa Catarina, os resíduos eletroeletrônicos podem conter substâncias químicas perigosas à saúde e ao meio ambiente, como chumbo, cádmio, mercúrio, berílio. Por essa razão, o descarte incorreto poderá acarretar na contaminação do solo e da água, e assim, afetando o ecossistema e a saúde das pessoas.

“Os resíduos eletrônicos representam 5% de todo o lixo produzido pela humanidade. Segundo dados da ONU (2015), são 50 milhões de toneladas jogadas fora anualmente e entre 60 e 90% destes resíduos são jogados no lixo ou comercializados ilegalmente.



Figura 5. Tela “Quais materiais coletamos?”



Têm-se outro tópico de nome “Quais materiais coletamos?”, onde é abordado quais os tipos de materiais são coletados, informando a coloração das categorias dos resíduos e a forma adequada de realizar o descarte dos materiais, conforme figura 5.

Pode-se observar as informações dadas sobre cada componente e seu devido lugar de descarte. As cores foram pré-definidas pela Resolução do CONAMA8 nº 275, de 25 de abril de 2001 e publicado no Diário Oficial da União no dia 19/06/2001, em seu artigo 1º, que diz estabelecer o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva.

O próximo tópico abordado dentro do aplicativo é o “Rotas”, onde é informada as rotas e o dia em que o caminhão da coleta seletiva estará disponível nos bairros da cidade, conforme Figuras 6, 7, 8 e 9.



Figura 6. Tela “Rotas” – Dia e Bairros



Figura 7. Tela “Rotas” – Ruas do bairro da rota. do Centro de Mendes e mapa ilustrativo.

Na figura 6, há informação em quais bairros será disponibilizado o serviço da Coleta Seletiva e indicando qual dia da semana é realizado, indica a maneira correta de se fazer o descarte dos materiais para que possam ser recolhidos. Nesta mesma figura pode-se observar que o serviço é disponibilizado em apenas três bairros da cidade.

A figura 7 mostra o mapa específico do bairro Centro, onde o mesmo indica todas as ruas do bairro em que o caminhão da coleta passa e no mapa há os pontos indicadores dessas ruas, para que os moradores fiquem cientes e possam fazer o descarte de seus materiais.



Figura 8. Tela “Rotas” – Ruas do bairro Independência e mapa ilustrativo. Figura 9. Tela “Rotas” – Ruas do bairro Santa Rita e mapa ilustrativo.

85

Nas figuras 8 e 9, encontram-se os mapas específicos dos bairros Independência e Santa Rita, onde pode-se ter o acesso em quais ruas o serviço é disponibilizado, para os moradores se organizarem e façam o descarte responsável dos materiais as quais o serviço abrange. O mapa é intrínseco a tela rotas para melhorar o entendimento do usuário, de modo que a ilustração sane dúvidas pertinentes do trajeto, descomplicando e traga celeridade ao processo de descarte.

Para uma melhor visualização do funcionamento do aplicativo, foi disponibilizado na plataforma Youtube9 um mini demonstrativo do app em funcionamento.

CONCLUSÕES

Em síntese, de acordo com as circunstâncias atuais em relação a Coleta Seletiva, que vem sendo uma problemática-ambiental, fez-se necessária a criação de um aplicativo móvel para que conscientizasse, e de forma didática viesse a auxiliar a população.



Os dados encontrados no App em relação ao descarte referente aos resíduos e todos os demais métodos foram obtidos através das redes sociais da Prefeitura da cidade¹⁰ e pela rede social da Secretária Municipal de Agricultura e Meio Ambiente¹¹ de Mendes/RJ.

Por derradeiro, foi imprescindível essa conexão com esses agentes que estão inseridos dia a dia na coleta seletiva, pois os mesmos informaram as aplicabilidades para esta finalidade.

Ademais, o App consta de algumas delimitações, como o fato de não ter como fazer uso do mapa em tempo real, retirar dúvidas e realizar denúncias, porém, em nada obstat sua utilização. Em virtude dessas limitações, para aperfeiçoar o App, como trabalho futuro poderá ser incluído um fórum para a resolução de dúvidas e denúncias que possam ser feitas, e ainda, vinculação do GPS concomitantemente ao uso do aplicativo. O mesmo encontra-se em fase de registro e publicação nas lojas de aplicativos dos dispositivos móveis (AppStore e PlayStore) e brevemente estará disponível à população.

AGRADECIMENTOS

Secretária Municipal de Agricultura e Meio Ambiente – Mendes/RJ Prefeitura Municipal de Mendes/RJ, Universidade de Vassouras – Vassouras/RJ.

86

REFERÊNCIAS

Toda Quinta-feira é dia de coleta seletiva! Mendes, 08 junho. 2022. Facebook: Prefeitura de Mendes. Disponível em:

<"https://m.facebook.com/story.php?story_fbid=pfbid0PtkKF6ANZGvSi6g8sGihiWsuEY6oJfFyV9v5pkvvU4EDGQkEBXQmE34HPnhHb6Fjl&id=682717198536027&mibextid=0cALme"> Acesso em: 13 de junho de 2023.

Censo 2022: Rio apresenta queda no número de habitantes, ODIÁ, 2023. Disponível em: <https://odia.ig.com.br/rio-de-janeiro/2023/06/6661109-censo-2022-rio-apresenta-queda-no-numero-de-habitantes.html>. Acesso em: 28 de junho de 2023.

Resolução CONAMA nº 275, de 25 de abril 2001. Publicação - Diário Oficial da União - 19/06/2001, 2001. Disponível em:

<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=291>. Acesso em: 14 de julho de 2023.

ABREN Aponta para o grande potencial do Rio de Janeiro em geração de energia a partir do lixo (PetroNotícias). ABREN WtERT Brasil, 2021. Disponível em:



<<https://abren.org.br/2021/06/22/abren-aponta-para-o-grande-potencial-do-rio-de-janeiro-em-geracao-de-energia-a-partir-do-lixo-petronoticias/#:~:text=Por%20dia%2C%20s%C3%A3o%2016%2C8%20mil%20toneladas%20de%20lixo.>>. Acesso em: 17 de julho de 2023.

SARAIVA, R. M. N. EuReciclo! Aplicativo móvel para auxiliar o processo de coleta seletiva na cidade de Morada Nova-Ceará. 2021. Disponível em: <<https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/58006>>. Acesso em: 17, julho de 2023.

Comlurb reforça campanha de adesão à coleta seletiva com moradores de três bairros neste sábado. Rio Prefeitura, 2022. Disponível em: <<https://prefeitura.rio/comlurb/comlurb-reforca-campanha-de-adesao-a-coleta-seletiva-com-moradores-de-tres-bairros-neste-sabado/#:~:text=Atualmente%2C%20o%20servi%C3%A7o%20de%20Coleta,os%20cooperativados%20e%20suas%20fam%C3%ADlias.>>. Acesso em: 18 de julho de 2023.

Coleta de óleo de cozinha, informa sobre coleta de óleo de cozinha usado. SEBRAE, 2016. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br//Sebrae/Portal%20Sebrae/SBRT/pdfs/32494_66950.pdf>. Acesso em: 27 de julho de 2023.

RESOLUÇÃO CONAMA nº 275, de 25 de abril de 2001. Publicada no DOU no 117-E de 19 de junho de 2001, Seção 1, página 80. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?-codlegi=273>>. Acesso em: 27 de julho de 2023.

Descarte de resíduos eletroeletrônicos. Poder Judiciário de Santa Catarina/Gestão Socioambiental. Disponível em: <<https://www.tjsc.jus.br/web/gestao-socioambiental/descarte-de-residuos-eletroeletronicos>>. Acesso em: 27 de julho de 2023.



SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS EM FLORESTAS URBANAS: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA PARA A MATA DO QUILOMBO NO MUNICÍPIO DE CAMPINAS/SP

Marcela Pereira Alferes¹
Fabricio Camillo Sperandio²
Raissa Caroline Gomes³
Leticia Lima⁴
Regina Marcia Longo⁵

¹Aluna de graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária, PUCCAMP, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Programa Integrado de Iniciação Científica (PIC) em Sustentabilidade Ambiental das Cidades, marcelaalferes11@gmail.com

²Pós-doutorando pelo Programa de Pós-graduação em Sustentabilidade, PUCCAMP, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, fab.ca@puccampinas.edu.br

³Pós-doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Infraestrutura Urbana, PUCCAMP, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, raissa.cgt@hotmail.com

⁴Aluna de graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária, PUCCAMP, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, leticialima2@gmail.com

⁵Profa. Dr^a. PUCCAMP, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Programa de Pós-graduação em Sustentabilidade, regina.longo@puc-campinas.edu.br

88

INTRODUÇÃO

As florestas urbanas desempenham um papel fundamental na qualidade de vida das populações que vivem nos grandes centros urbanos. Dentre alguns benefícios, estão: conforto térmico, a melhora na qualidade do ar, preservação das espécies, manutenção de nascentes e de seus mananciais, entre outros. Mesmo com tamanha importância para as comunidades, as florestas urbanas estão sendo suprimidas, e esbarram cada vez mais na forte pressão imobiliária.

O crescimento desordenado dos municípios tem provocado inúmeras alterações na qualidade de vida das populações tendo como consequência o aumento da necessidade de ampliação das áreas verdes urbanas, sejam para melhorar as condições ambientais, quebrar a monotonia da paisagem ou pela necessidade de áreas de lazer tanto ecológico quanto



econômico de forma prioritária nas regiões periféricas do município, mas principalmente em função da necessidade de se manter o que resta da diversidade animal e vegetal contida nessas áreas (SANTIN, 1999). Sendo que as áreas verdes, que incluem os remanescentes florestais podem prover inúmeros serviços ecossistêmicos a sociedade de um modo geral.

Os benefícios tangíveis e intangíveis provindos do capital natural, segundo Daily (1997), são classificados numa ampla categoria de “Serviços Ecossistêmicos”. Por meio das complexas interações entre elementos estruturais do capital natural que dão origem às Funções Ecossistêmicas e, que são conceituadas como serviços ecossistêmicos quando, de forma implícita, trazem a ideia de valor humano. Passa a ser considerada um serviço ecossistêmico ao apresentar potencial de ser utilizada para fins humanos (HUETING et al., 1998). Seguindo as definições da Avaliação do Milênio (2003) – (Millenium Ecosystem Assessment – MEA), os serviços ecossistêmicos são classificados como:

- Serviços de provisão/abastecimento;
- Serviços de regulação;
- Serviços culturais; e
- Serviços de suporte.

Atualmente a temática de serviços ecossistêmicos vem obtendo trabalhos que exploram o assunto em diferentes áreas e para fins diversos. Um estudo em Minas Gerais nos fragmentos Parque Municipal das Mangabeiras e Parque Municipal Américo Renê Giannetti, e praças como Raul Sorares identificou o sequestro de carbono que essas florestas resgatam do meio urbano. Esse indicador de qualidade é válido e pode ser considerado como um dos possíveis serviços ecossistêmicos prestados a esses locais. Assim, por meio de intervenções paisagísticas, pode-se propor melhorias no desempenho ambiental dos trechos citados (AMARAL & RUBENS, 2017).

Outra contribuição para o tema, são pesquisas realizadas em prol de tendências para utilização dos serviços ecossistêmicos como estratégia preventiva para desastres ambientais. Chama-se atenção para a necessidade de firmar em minutas o uso desses sistemas, contemplado de forma capacitada, criando-se um direito que garanta a responsabilidade para um meio ambiente equilibrado, não só para uso comum, mas também para a eficácia difusa dos serviços ecossistêmicos (CARVALHO & DÉLTON, 2013).

O objetivo deste trabalho consiste em uma metodologia para levantar e caracterizar os potenciais serviços ecossistêmicos promovidos pelo remanescente florestal em estudo,



relacionados aos serviços de provisão, regulação, apoio/habitat e cultural apoiados em indicadores de biodiversidade, solo, água, ecologia da paisagem e infraestrutura.

METODOLOGIA

O presente trabalho é de natureza exploratória realizado a partir de um estudo de caso no remanescente florestal urbano Mata do Quilombo – Campinas/SP-Brasil. A pesquisa será desenvolvida a partir da análise de materiais bibliográficos produzidos pelo grupo de pesquisa em Sustentabilidade Ambiental das Cidades.

O contexto dos remanescentes florestais do município encontra-se a Mata do Quilombo localizada no Bairro Vila Holândia, no Distrito de Barão Geraldo, região entre a Estrada da Rhodia e o Bairro Village de Campinas e está inserida na Bacia Hidrográfica do Baixo Anhumas. Possui uma área e um perímetro de aproximadamente 423.579,40 m² e 2.875,30 m, respectivamente.

A vegetação nativa remanescente no município de Campinas é constituída por matas, por áreas de cerrado além de trechos de vegetação ripícola. Esta encontra-se extremamente fragmentada e geralmente apresenta-se bastante impactada por ações antrópicas. Os fragmentos encontram-se isolados e distantes uns dos outros e têm como vizinhança, a malha urbana, áreas industriais, rodovias as áreas agropastoris e pastagens abandonadas (SANTIN, 1999).

O processo de fragmentação do município foi iniciado há muito tempo e podem estar estreitamente vinculadas à infraestrutura necessária aos pousos das expedições de bandeirantes e, posteriormente, aos grandes ciclos econômicos que tiveram importante participação na história do Brasil: o açúcar e o café (FUTADA, 2007).

Já as causas mais atuais estão associadas ao crescimento desordenado da cidade e à crescente pressão imobiliária (SANTIN, 1999). A Figura 1 apresenta a localização da desse remanescente florestal.



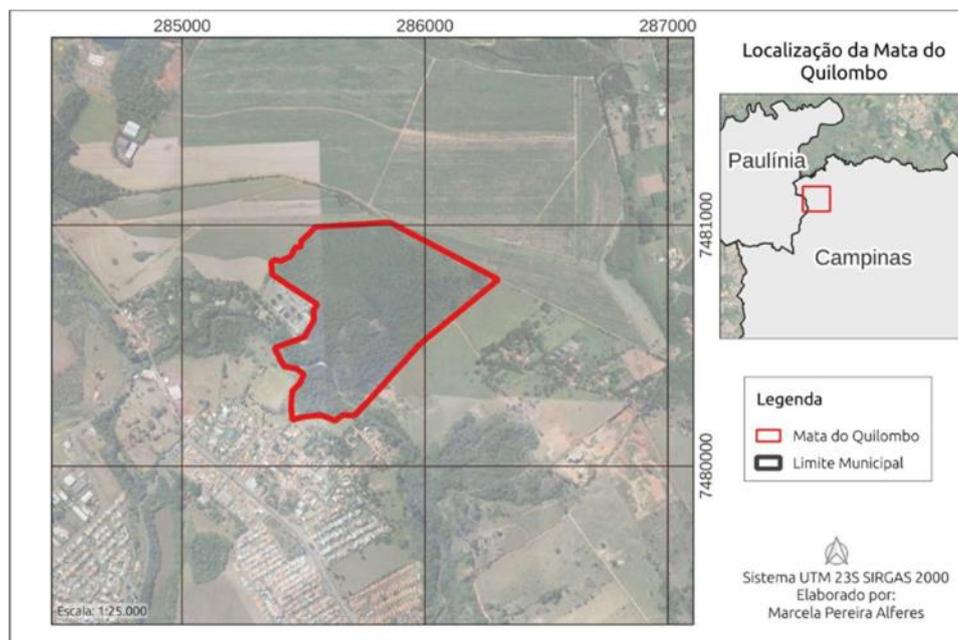


Figura 1. Localização do Fragmento Florestal, Campinas – SP.

A metodologia foi desenvolvida em duas etapas. A primeira trata a investigação por meio de indicadores de qualidade ambiental distribuídos em 6 categorias. A segunda etapa consiste em analisar as correlações existentes entre os indicadores levantados e os serviços ambientais indicados.

Para verificar possíveis serviços ambientais e outros benefícios que os remanescentes florestais podem prover a sociedade, foram selecionados uma série de indicadores de medição simples - aqueles que podem ser usados por pesquisadores e leigos, que também podem ser replicados em qualquer espaço verde (que sejam semelhantes ou diferentes daqueles do estudo), e esses indicadores foram adaptados do trabalho realizado por Maradiaga-Marín e Cariñanos (2021), e seguindo as características e necessidades do local.

Uma gama de valores será atribuída a cada indicador estabelecido de acordo com valores de 0 a 10 para cada serviço ecossistêmico associado, e também pela análise da literatura de referência (MARADIAGA-MARÍN & CARIÑANOS, 2021; FREITAS, 2012; SILVA, 2020; RIBEIRO et al., 1999).

Para melhor funcionalidade, os indicadores serão agrupados em seis categorias, sendo: 1. Biodiversidade; 2. Solo; 3. água (quanto estiver associado); 4. ecologia da paisagem; 5. acessibilidade/instalações (para aqueles que permitem uso pela população); 6. Infraestrutura cinza, verde e azul (quando se trabalha em escala de bacias hidrográficas).

Foram selecionados um total de 45 indicadores a serem obtidos em levantamentos iniciais de campos e também de dados provenientes do grupo de pesquisa, conforme Tabela 1. Desta forma, todas as categorias dos indicadores selecionados são eficazes para descrever sua condição e, conseqüentemente, a potencialidade de fornecimento destes serviços.

Tabela 1. Correlação entre indicadores de campo e serviços ecossistêmicos

Serviços ecossistêmicos potencialmente associados					
Categoria	Indicador	Provisão	Regulação	Apoio/ Cultural	Habitat
Biodiversidade	No de estratos	x	x	x	
	No de espécies lenhosas	x	x	x	
	Altura das espécies lenhosas	x	x	x	
	Índice de área foliar	x	x	x	
	Epífitas		x	x	
	Lianas		x	x	
	Exóticas		x	x	
	Gramíneas		x	x	
	Regeneração Natural	x	x	x	
Solo	Matéria orgânica		x	x	
	Capacidade de troca catiônica (CTC)		x	x	
	Soma de Bases (SB)		x	x	
	Serrapilheira		x	x	
	Raízes expostas		x	x	
	Sulcos de erosão		x	x	
	Resíduos sólidos		x	x	x
Água	Turbidez (NTU)	x	x	x	x
	OD (mg. L-1)	x	x	x	
	DBO (mg. L-1)	x	x	x	
	pH	x	x		
	Água Odor/Sabor	x			x
	óleos, graxas e espumas	x			x
	Resíduos sólidos	x			x
	Corantes artificiais	x			x
	Área de Preservação Permanente (APP)	x	x	x	x
Ecologia da paisagem	Área	x	x	x	
	Índice de circularidade	x	x	x	
	Ecologia da paisagem Área Nuclear	x	x	x	
	Prox. Água (m)	x	x	x	
	Distância do vizinho mais próximo (m)		x	x	
	Produção de água	x	x	x	x
	Acessibilidade				x
Acessibilidade/instalação Iluminação noturna	Pontos de água				x
	Playgrounds				x
	Equipamento de ginástica ao ar livre				x
	Acessibilidade/instalação Iluminação noturna				x
	Instalações desportivas				x
	Áreas de descanso				x
Infraestrutura	Acesso ao transporte público				x
	Instalações desportivas		x		x
	Provisão de cobertura/sombra	x	x	x	x
	Solo impermeável	x	x	x	
	Infraestrutura Cinza- Elementos azuis	x	x	x	x
	Verde-Azul	x			
	Pastagem/agricultura	x	x	x	
	Infraestrutura cinza	x	x	x	

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentro desta proposta metodológica, é possível contribuir com subsídios científicos para o estabelecimento de propostas de recuperação de áreas degradadas em ambientes



urbanos ou periurbanos, e obter subsídios técnicos para estabelecer propostas de gestão dos remanescentes florestais urbanos.

Os indicadores de Biodiversidade e Solo está diretamente ligado com os serviços ecossistêmicos de Apoio/ Habitat e Regularização, sendo que o remanescente florestal Mata do Quilombo possui um cenário com consequências da fragmentação e interferências externas na floresta (MENDONÇA & ANJOS, 2005).

Um indicador irá ter influência no posterior, então mesmo quando podemos observar dados superficialmente positivos na questão da Biodiversidade, este pode estar acarretando impactos negativos em outro. Isso inclui um indicador que mede a abundância de espécies e um indicador que se refere aos efeitos negativos que essas espécies podem ter, como presença de lianas, espécies exóticas, gramíneas.

O indicador da Categoria de Ecologia da Paisagem tem relação com os serviços de Provisão, Regulação e Apoio/Habitat, por se tratar de um fragmento de grande porte, o que resulta em um efeito de borda maior, sendo o contraponto de uma área nuclear mais extensa. O Indicador de Acessibilidade/ Instalação é o único que está mais associado ao serviço cultural, pois, a floresta urbana desse estudo não tem indícios que busca uma harmonia com a população do entorno, não tendo nenhum incentivo a utilização do espaço para o lazer.

93

Os indicadores de Infraestrutura Cinza-Verde-Azul, este se relaciona com quase todos os serviços por completo, Provisão, Regulação, Apoio/ Habitat e Cultural. Mesmo sendo identificada como uma floresta que possui fragmentações, ainda é uma área preservada onde é dificultoso o corte de árvores em uma escala considerável.

CONCLUSÕES

De acordo com as descrições apresentadas, fica evidente a necessidade das análises dos serviços ecossistêmicos em florestas urbanas, para dentro de um diagnóstico, observar e quantificar a qualidade dessas áreas.

Nestes casos específicos, a sua preservação está relacionada com a manutenção das condições naturais, e sugere-se a preservação adequada das florestas em áreas urbanas, fazendo-se assim com que se preserve o local, para diminuir a perda da biota local e as perdas econômicas e sociais em função do passivo gerado em um perímetro urbano.

Além de ser uma floresta urbana em processo de tombamento e preservação, remetendo a uma responsabilidade governamental pelo Município de Campinas conforme lei



CONDEPACC 02/02, onde resta poucos fragmentos florestais que podem prover serviços ecossistêmicos em vários âmbitos para o município e para a sociedade diretamente afetada.

AGRADECIMENTOS

À bolsa concedida de Iniciação Científica - FAPIC Reitoria - Pontifícia Universidade de Campinas.

REFERÊNCIAS

AMARAL R.; COSTA, S.; MUZZI, M. R. O sequestro de carbono em trechos da floresta urbana de Belo Horizonte: por um sistema de espaços livres mais eficiente no provimento de serviços ecossistêmicos urbanos. *Paisagem e Ambiente*, v.39, p.163-179, 2017.

CARVALHO, D. W. de. Bases Estruturantes da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil a partir 18 de um Direito dos Desastres. *Revista de Direito Ambiental*, n.72, São Paulo: Revista dos Tribunais, 2013.

DAILY, G. C. Introduction: What Are Ecosystem Services? In: DAILY, G. C. Ed. *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*, Island Press, Washington DC, 1-10. 1997.

FUTADA, S. de M. Fragmentos remanescentes da bacia do ribeirão das Anhumas (Campinas-SP): evolução e contexto. 249f. Dissertação (Mestrado). Curso de Ecologia. Instituto de Biologia. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2007.

FREITAS, E. P. Análise integrada do mapa de uso e ocupação das terras da microbacia do Rio Jundiá-Mirim para fins de gestão ambiental. 132f. Dissertação (Mestrado). Curso de Agricultura Tropical e Subtropical. Instituto Agrônomo de Campinas. Campinas, 2012.

HUETING, R. et al. The concept of environmental function and its valuation. *Ecological Economics*, v.25, p.31-35, 1998.

MEA. Millenium Ecosystem Assessment. *Ecosystems and human well-being: a framework for assessment*. Washington, D.C.: Island Press, 2003.

MARADIAGA-MARÍN, F.; PALOMA CARIÑANOS, P. An Indicator-Based Approach to Assess the Readiness of Urban Forests for Future Challenges: Case Study of a Mediterranean Compact City. *Forests*, v.12, n.10, e1320, 2021.

MENDONÇA, L. B.; ANJOS, L. Beija-flores (Aves, Trochilidae) e seus recursos florais em uma área urbana do Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v.22, n.1, p.51-59, 2005.



RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. V. (Ed.). Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359p.

SANTIN, D. A. A vegetação remanescente do município de Campinas (SP): mapeamento, caracterização fisionômica e florística, visando a conservação. 467f. Tese (Doutorado). Curso de Ciências Biológicas. Instituto de Biologia. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 1999.

SILVA, A. L. da. Análise da Qualidade Ambiental de Remanescentes Florestais por meio de métricas de paisagem: Um estudo no município de Campinas/SP. 162f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Infraestrutura Urbana). Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Infraestrutura Urbana. Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Campinas, 2020.



REMOÇÃO DE FÓSFORO DO ESGOTO TRATADO UTILIZANDO SACOS ADSORVEDORES

Joaquina da Márcia Jaime Muchico¹

Ivan Célio Andrade Ribeiro²

Kaique Melotto Freitas Scalco³

Mateus Pimentel de Matos⁴

Ronaldo Fia⁵

¹Mestranda em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Lavras, Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, joaquina.muchico@estudante.ufla.br

²Mestre em Recursos Hídricos e Doutor em Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras, ivancelio.ribeiro@gmail.com

³Mestrando em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Lavras, Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, kaique.scalco@estudante.ufla.br

⁴Prof. do Departamento de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Lavras, mateus.matos@ufla.br

⁵Prof. do Departamento de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Lavras, ronaldofia@ufla.br

INTRODUÇÃO

O fósforo é liberado para o solo a partir do intemperismo das rochas e absorvido pelas plantas e animais, tornando-se assim um elemento essencial para a vida (TURAN et al., 2019). O aumento da população mundial e consumo de alimentos exercem demandas elevadas sobre as reservas limitadas de fósforo, tornando este recurso escasso e não renovável (YU et al., 2021). Estudos afirmam que a produção de rochas fosfatadas em 2018 foi de 270 milhões de toneladas (USDI; USGS, 2019).

Por outro lado, concentrações excessivas de fósforo nos corpos hídricos decorrentes do lançamento de águas residuárias sem o tratamento adequado, contribuem para as condições eutróficas, o que causa danos ao ambiente, alterações da biodiversidade aquática, e deterioração da qualidade dos ecossistemas aquáticos (LI et al., 2022). Em virtude disso, é necessário que os efluentes sejam tratados antes da sua disposição final, inserindo unidades de tratamento terciário (ARANTES et al., 2022).

Neste contexto, são aplicados vários métodos físicos, químicos e biológicos para remover concentrações de fósforo presente em águas residuárias. No entanto, a inserção do tratamento químico não é preferencial para a remoção de fósforo devido ao elevado custo de aquisição de produtos químicos (BASHAR et al., 2018). Por outro lado, mesmo que o



tratamento biológico tenha se tornado um processo comumente utilizado nos últimos anos, associado ao baixo custo operacional e sustentabilidade ambiental, este não apresenta eficiência de remoção satisfatória pela dependência da temperatura, ácidos graxos voláteis no seu controle operacional (ZHENG et al., 2014; ZHAO et al., 2022).

Algumas pesquisas demonstram que a outra forma de remoção de fósforo é evidenciada pela sorção deste elemento por diferentes adsorventes. Os resíduos alternativos, comumente descartados pela sociedade (SOOKSAWATA et al., 2021), como a casca de ovo de galinha, casca de arroz, resíduos do suco de fruta, tem vantagem de serem reciclados e a preservação do ambiente (YIRONG & VAURS, 2019). Óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio, a alumina ativada, carvão ativado e zeólitas também são utilizados para sorção do fósforo presente em águas residuárias, tendo demonstrado boas eficiências de remoção (BACELO et al., 2020; WAN et al., 2017).

Entretanto, a adsorção de fósforo pode ser dificultada pelo efeito do pH da solução, bem como pelas características do adsorvente, e a forma como a água residuária interage com o adsorvente. Importa ressaltar que devem ser encontrados adsorventes e formas adequadas que possam remover o fósforo de forma eficaz econômica e de maneira ecológica (MUISA, 2020).

Assim sendo, estudos evidenciam que a adsorção tem sido vista como um processo de múltiplas vantagens devido a sua alta eficiência, baixo custo, simples operação, bem como a possibilidade de recuperar os nutrientes de águas residuárias (MANOKO et al., 2022). Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a remoção de fósforo de esgoto sanitário por meio de adsorção em casca de ovo e lodo de estação de tratamento de água acondicionados em sacos adsorventes.

97

METODOLOGIA

O experimento foi realizado no Laboratório de Análise de Águas Residuárias do Núcleo de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal de Lavras (UFLA) em Lavras, Minas Gerais, Brasil (latitude 21°13'45" S, longitude 44° 58' 31" W) com altitude de 918 m e o clima tropical Cwa (IBGE, 2020).

O esgoto foi coletado na estação de Tratamento de Esgoto da UFLA (ETE/UFLA) que consiste em um sistema de tratamento preliminar (grade grossa, grade fina, desarenador e caixa de gordura), tratamento secundário (reator anaeróbio de manta de lodo e fluxo ascendente - UASB e biofiltro aerado submerso - FBAS), e tratamento terciário (filtro de



areia, cloração e radiação ultravioleta). As amostras de esgoto para realização dos ensaios experimentais foram coletadas após receberem o tratamento secundário aeróbio.

Os resíduos de cascas de ovos, foram adquiridos a partir do aviário Santo Antônio no município de Nepomuceno, estes resíduos foram lavados com água deionizada, secos em estufa a 100-C por 24h e triturados para passar em peneira de 0,5 mm. Pequenas porções desse material (100 g) foram adicionadas em um béquer de vidro contendo 500 mL de solução concentrada de ácido clorídrico ($1,0 \text{ mol L}^{-1}$), sob agitação constante até cessar a formação de bolhas no sistema pela liberação de dióxido de carbono durante a reação do ácido com o carbonato de cálcio presente na casca do ovo.

O lodo utilizado na pesquisa foi proveniente da limpeza de filtros e decantador da estação de tratamento de água, localizada na Universidade Federal de Lavras. A água é proveniente de represas alimentadas por nascentes no campus da instituição. A estação é classificada como estação de tratamento convencional, pois, possui o ciclo completo de tratamento composto por captação, pré-oxidação com hipoclorito de cálcio, controle do pH com carbonato de sódio, coagulação com cloreto férrico, floculação, decantação, filtração em areia e carvão ativado e desinfecção com hipoclorito de cálcio. O lodo presente no efluente da limpeza de filtros e do decantador foi adensamento por gravidade (7 dias), e disposto em leito de secagem por 30 dias. Após remoção da umidade, o lodo foi retirado, triturado e peneirado com granulometria inferior a 0,5mm.

Os sacos adsorventes de fósforo (SAPs) foram desenvolvidos para avaliar a capacidade dos resíduos em remover o nutriente, simulando ambientes como os de sistemas dinâmicos em lagoas de tratamento de águas residuárias ou cursos d'água eutrofizados. Para tal, foram realizados ensaios no aparelho jartest, e os SAPs foram fixados nas laterais de cada jarro, conforme apresentado na Figura 1. Os SAPs foram confeccionados com papel de filtro, geralmente utilizados em máquinas de café expresso, e o tamanho de cada um deles foi proporcional ao da massa de resíduo acondicionada.

Em cada um dos SAPs foram adicionadas diferentes massas de cada um dos resíduos (utilizados independente um do outro), o que correspondeu aos tratamentos de 10 g, 25 g e 50 g de cada resíduo. Para simular o movimento da solução e o contato do resíduo com todo o conteúdo do recipiente do jartest. O equipamento operou sob mistura lenta de rotação de 5 rpm, promovendo o contato dos coágulos de baixas dimensões para a formação de flocos de maiores, propiciando uma melhor decantação da água (RAMAVANDI, 2014).



A concentração inicial de P no efluente tratado na estação de tratamento de esgoto da UFLA foi de $9,0 \text{ mg L}^{-1}$. A partir desse valor foi calculada a eficiência de remoção após diferentes períodos de contato dos SAPs com o efluente. Foram coletadas amostras de $1,0 \text{ mL}$ da solução para avaliação da eficiência dos resíduos na remoção de P, considerando-se diferentes tempos de contato resíduo-solução: 4, 8, 24, 36, 48, 72, 96 e 120 h. As amostras foram conduzidas para análise de fósforo solúvel (ortofosfato), pelo método fosfomolibdílico e medição da absorbância em espectrofotômetro, segundo metodologia apresentada por Matos (2012). Os ensaios foram conduzidos em triplicata.

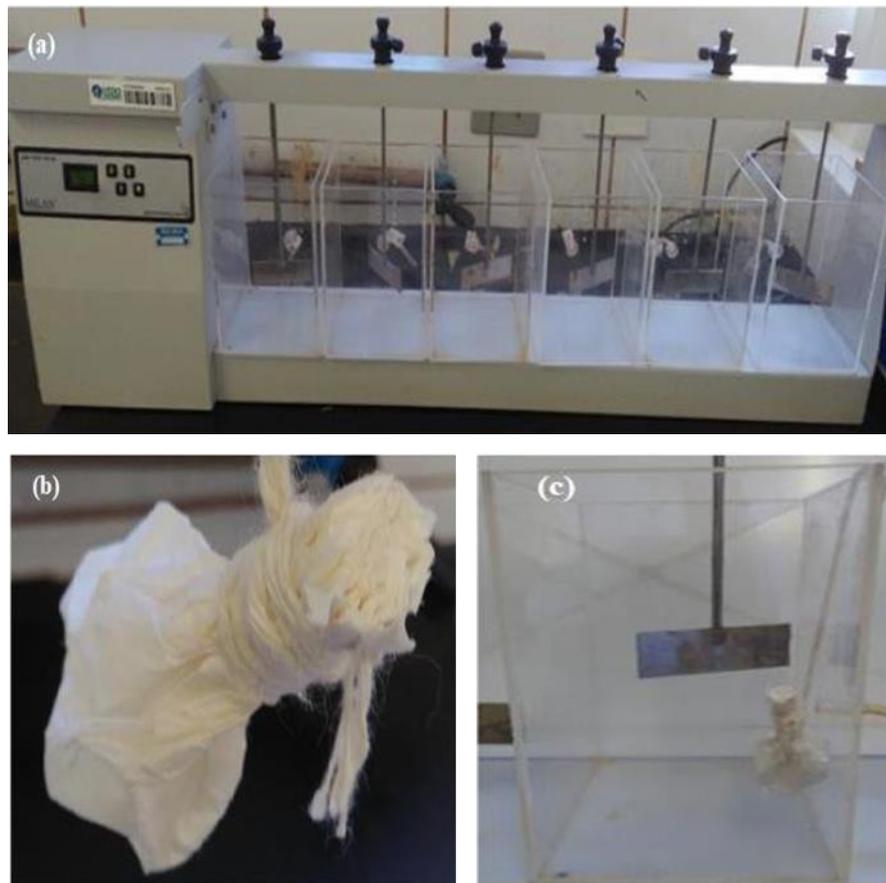


Figura 1. Aparelho Jarrest utilizado no procedimento experimental (a); saco confeccionado com papel filtro (b); Jarro com sacos fixados (c).

99

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A eficiência na remoção de P em relação ao tempo de contato dos SAPs com o efluente tratado da ETE/UFLA está apresentada na Figura 2.

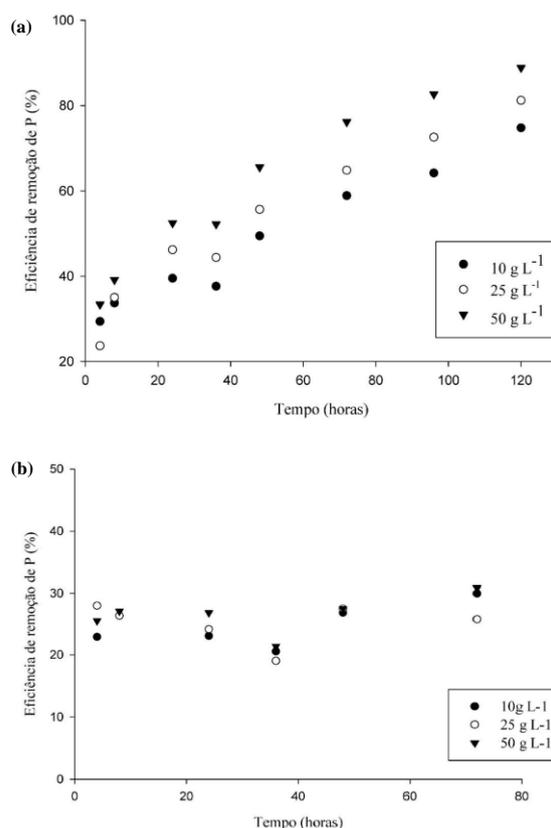


Figura 2. Eficiência na remoção de P pelos sacos adsorvedores de fósforo preenchidos com lodo da estação de tratamento de água (a) e com casca de ovo da galinha (b).

100

Para os SAPs contendo o lodo, verificou-se que a redução de fósforo no efluente foi crescente em relação ao tempo e, a partir dos dados obtidos, foram ajustadas equações representativas das eficiências na remoção de fósforo para cada um dos tratamentos (Tabela 1).

Observa-se na Tabela 1 que os coeficientes de determinação obtidos foram superiores a 0,95. Dessa forma foi verificada melhor ajuste aos estudos de adsorção (SANTOS et al., 2019). A partir disso, a eficiência de remoção pôde ser determinada a partir do tempo de contato dos SAP com o efluente tratado.

Tabela 1. Equações de eficiência (E) de remoção de fósforo proveniente de esgoto tratado pelos sacos adsorvedores de fósforo contendo diferentes concentrações de lodo de estação de tratamento de água ao longo do tempo (T), em horas

Concentração de lodo (g L ⁻¹)	Equação	Coefficiente de Determinação
10	$E = 28,9603 + 0,3819 T$	$R^2 = 0,98$
25	$E = 29,8887 + 0,4520 T$	$R^2 = 0,95$
50	$E = 37,1411 + 0,4741 T$	$R^2 = 0,95$

De acordo com as equações apresentadas na Tabela 1, seria necessário cerca de 186, 155 e 133 horas para remoção total do P presente no efluente tratado, quando o lodo de ETA é colocado nas proporções 10, 25 e 50 g L⁻¹. Tal eficiência na remoção pode ser explicada pela capacidade de adsorção apresentado pelo lodo. Macluf e Ferreira Filho (2021) avaliaram a remoção de fósforo por meio da aplicação do lodo da estação de tratamento de água, no entanto, foi possível inferir, com uma concentração inicial de fósforo próxima a 10 mg L⁻¹ e após 12 minutos, eficiências superiores a 90% de adsorção de fósforo devido às estruturas porosas presentes no lodo, que facilitam a difusão das partículas para o interior da estrutura do sólido.

Por outro lado, como pode ser observado ainda na Figura 2b, o comportamento da eficiência de remoção de fósforo pelos SAP contendo a casca de ovo não foi gradual em relação ao tempo, diferente do observado como o lodo. A reação de formação dos sais de fosfato de cálcio foi muito rápida e eficiente, assim, já na primeira hora de contato, todo o potencial de remoção de fósforo já tinha sido exercido. De acordo com Torit e Phihusut (2019), o tempo de contato é bastante importante para a precipitação e permite a ligação do fósforo com os sítios ativos do resíduo, demonstrando assim o comportamento da eficiência de remoção.

De certa forma é notória a formação de precipitados nas paredes dos SAP contendo casca de ovo. Tal evento provocou, provavelmente, o entupimento dos poros nessa região impedindo a movimentação do efluente para dentro dos SAP, resultando em menor contato e, conseqüentemente, menor eficiência de remoção de fósforo. Fritzen e Benetti (2021) em seu estudo afirmam que ao utilizar cascas de ovo como adsorvente de fósforo é observada a liberação do cálcio na solução que reage com os íons de fosfato para formar precipitados.

Outro fato a ser analisado na Figura 2b, é que em todos os tratamentos, as remoções máximas da casca de ovo foram aproximadamente iguais, entre 30 e 35%, independentemente da massa contida no interior do SAP. Panagiotou et al. (2018) observaram que cascas de ovos calcinadas têm alta eficiência de adsorção de fósforo, principalmente pelas estruturas formadas no resíduo pelo aumento da temperatura de calcinação e com a redução do tamanho das partículas.

De acordo com a concentração máxima removida pela casca do ovo, cada pacote teria a capacidade de remoção de 204, 510 e 1020 mg de fósforo para os tratamentos de 10, 25 e 50g L⁻¹, respectivamente. O que aumenta a suspeita de que a maior parte do material presente no interior dos sacos, não foi utilizada na adsorção dos nutrientes presentes no efluente.



A não exposição de parte da massa de casca do ovo para precipitação de P contido na solução, pode ser decorrente da já comentada possibilidade de ter havido obstrução dos poros das paredes do saco confeccionado com papel de filtro. Acredita-se que a utilização de SAPs mais achatados ou placas com pequenas espessuras possibilitariam um aumento no contato sólido-solução, o que maximizaria a adsorção/precipitação do fósforo pelo resíduo.

CONCLUSÕES

A remoção de fósforo utilizando sacos adsorvedores (SAP), contendo massa de 10, 25 e 50 g de lodo de ETA foi, respectivamente, de 186, 155 e 133 h, e foram observados coeficientes de determinação acima de 0,95, indicando assim melhor ajuste ao processo de adsorção.

Os SAP preenchidos com casca de ovo de galinha apresentaram remoção máxima variando de 30 a 35%, não sendo possível o ajuste de uma equação que relacionasse tempo de contato sólido-solução e eficiência na remoção de P.

AGRADECIMENTOS

À Fapemig pelo apoio financeiro, à Capes pela bolsa de estudos e à UFLA pela estrutura para realização da pesquisa.

102

REFERÊNCIAS

ARANTES, R. B. S.; FIA, R.; FARIAS, M. S.; MAFRA, D. C. B. Sorção de fósforo de efluente doméstico tratado em lodo de estação de tratamento de água e aplicação do resíduo em solo cultivado com milho. *Eng. Sanit. Ambient.*, v.27 n.1, p.175-183, 2022.

BACELO, H.; PINTOR, A. M. A.; SANTOS, S. C. R.; BOAVENTURA, R. A. R.; BOTELHO, C. M. S. Performance and prospects of different adsorbents for phosphorus uptake and recovery from water. *Chemical Engineering Journal*, v.381, e122566, 2020.

BASHAR, R.; GUNGOR, K.; KARTHIKEYAN, K. G.; BARAK, P. Cost effectiveness of phosphorus removal processes in municipal wastewater treatment. *Chemosphere*, v.197, p.280- 290, 2018.

FRITZEN, R. R.; BENETTI, A. D. Phosphorus removal in domestic wastewater treatment plant by calcined eggshell. *Water Science & Technology*, v.84, n.4, p.995-1010, 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística. Cidades e Estados. 2023. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/lavras.html>>. Acesso em: 20 jul 2023.



LI, X.; SHEN, S.; XU, Y.; GUO, T.; HONGLIAND, D.; LU, X. Transformation and fate of non-reactive phosphorus (NRP) in enhanced biological phosphorus removal process with sidestream phosphorus recovery. *Science of the Total Environment*, v.839, 2022.

MACLUF, G. F.; FERREIRA FILHO, S. S. Avaliação da remoção de fósforo através da aplicação de lodos de tratamento de água formado por diferentes tipos de coagulantes. *Brazilian Journal of Development*, v.7, n.3, p.32136-32152, 2021.

MANOKO, M. C.; CHIRWA, E. M. M.; MAKGOPA, K. Non-demineralized paper waste sludge derived magnetic biochar as sorbs for removal of methylene blue, phosphorus, and selenate in wastewater. *Cleaner Chemical Engineering*, v.3, e100048, 2022.

MATOS, A. T. Qualidade do meio físico ambiental: Práticas de laboratório. Viçosa: UFV, 2012. 150p.

MUISA, N.; NHAPI, I.; RUZIWA, W.; MANYUCHI, M. M. Utilization of alum sludge as adsorbent for phosphorus removal in municipal wastewater: A review. *Journal of Water Process Engineering*, v.35, e101187, 2020.

PANAGIOTOU, E.; KAFA, N.; KOUTSOKERAS, L.; KOUIS, P.; NIKOLAOU, P.; CONSTANTINIDES, G.; VYRIDES, I. Turning calcined waste egg shells and wastewater to Brushite: Phosphorus adsorption from aqua media and anaerobic sludge leach water. *Journal of Cleaner Production*, v.178, p.419-428, 2018.

RAMAVANDI, B. Treatment of water turbidity and bacteria by using a coagulant extracted from *Protótipogo ovata*. *Water Resources and Industry*, v.6, p 36–5037. 2014.

SANTOS, A. F.; ARIMA, A. L.; LOPES, D. V.; FERREIRA, L. M. G.; QUINA, M. J. Recovery of phosphate from aqueous solutions using calcined eggshell as an eco-friendly adsorbent. *Journal of Environmental Management*, v.238, p.451-459, 2019.

SOOKSAWATA, N.; SANTIBENCHAKULB, S.; KRUATRACHUEC, M.; KRUATRACHUEC, M.; INTHORND, D. Recycling rice husk for removal of phosphate and nitrate from synthetic and swine wastewater: Adsorption study and nutrient analysis of modified rice husk. *Journal of Environmental Science Health*, v.56, n.10, p.1080–1092, 2021.

TORIT, J.; PHIHUSUT, D. Phosphorus removal from wastewater using eggshell ash. *Environmental Science and Pollution Research*, v.26, p.34101-34109, 2019.

TURAN, V.; SCHRODER, P.; BILEN, S.; INSAM, H.; FERNANDEZ-DELGADO, J. M. Coinoculation effect of *Rhizobium* and *Achillea millefolium L.* oil extracts on growth of common bean (*Phaseolus vulgaris L.*) and soil microbial-chemical properties. *Sci. Rep.*, v.9, n.1, e15178, 2019.



U.S. Department of Interior; U.S. Geological Survey. Mineral Commodity Summaries 2019: Phosphorus. Disponível em: <<https://s3-uswest-2.amazonaws.com/prd-wret/assets/palladium/production/mineral-pubs/phosphate-rock/mcs-2018-phosp.pdf>>.

Acesso em: 26 fev. 2020.

WAN, S. L.; WU, J. Y.; HE, F.; ZHOU, S. S.; WANG, R.; BIN, G.; CHEN, J. M. Phosphate removal by lead-exhausted bioadsorbents simultaneously achieving lead stabilization. *Chemosphere*, v.168, p.748–755, 2017.

YIRONG, C.; VAURS, L-P. Wasted salted duck eggshells as an alternative adsorbent for phosphorus removal, *Journal of Environmental Chemical Engineering*, v.7, n.6, e103443, 2019.

YU, B. H.; LUO, J. H.; XIE, H. H.; YANG, H.; CHEN, S. P.; LIU, J. Y.; ZHANG, R. N.; LI, Y.Y. Species, fractions, and characterization of phosphorus in sewage sludge: a critical review from the perspective of recovery. *Sci. Total Environ.*, v.786, 12, 2021.

ZHAO, W.; BI, X.; PENG, Y.; BAI, M. Research advances of the phosphorus-accumulating organisms of *Candidatus Accumulibacter*, *Dechloromonas* and *Tetrasphaera*: Metabolic mechanisms, applications and influencing factors. *Chemosphere*, v.307, p.1-11, 2022.

ZHENG, X.; SUN, P.; HAN, J.; SONG, Y.; HU, Z.; FAN, H.; LV, S. Inhibitory factors affecting the process of enhanced biological phosphorus removal (EBPR) – A mini-review. *Process Biochemistry*, v.49, n.12, p.2207-2213, 2014.



APLICAÇÃO DO MODELO PER (PRESSÃO-ESTADO-RESPOSTA) NO CEMITÉRIO DA CONSOLAÇÃO – SÃO PAULO-SP

Sue Ellen Santos¹

Thiago Padilha Almeida dos Santos²

Rafael Miletto Gomes³

Tânia Rita Gritti Ferraretto⁴

¹Graduanda em Tecnologia em Gestão Ambiental, Faculdade de Tecnologia de Jundiaí Deputado Ary Fossen, sue.santos@fatec.sp.gov.br

²Graduando em Tecnologia em Gestão Ambiental, Faculdade de Tecnologia de Jundiaí Deputado Ary Fossen, thiago.santos217@fatec.sp.gov.br

³Graduando em Tecnologia em Gestão Ambiental, Faculdade de Tecnologia de Jundiaí Deputado Ary Fossen, rafael.gomes48@fatec.sp.gov.br

⁴Professora de Ensino Superior, Faculdade de Tecnologia de Jundiaí Deputado Ary Fossen, tania.ferraretto@fatec.sp.gov.br

105

INTRODUÇÃO

Localizado no bairro da Consolação, na cidade de São Paulo - SP, o Cemitério da Consolação é um dos mais importantes cemitérios do município. Fundado em 1858 é o sepulcro de figuras importantes da história do Brasil. Dentre as personalidades ali sepultadas, encontram-se escritores, artistas, políticos e outras figuras notáveis, como a pintora Anita Malfatti, os escritores Mário de Andrade, Monteiro Lobato, Marquesa de Santos e o ex-presidente da República Washington Luís (DEL LAMA & KUZMICKAS, 2015).

Ocupando uma área de 76.000 m² (Figura 1), é considerado um verdadeiro museu a céu aberto, com cerca de 8.500 túmulos e mais de 300 obras de arte datadas dos séculos XIX e XX (CEMITÉRIO DA CONSOLAÇÃO, S/D).





Figura 1. Vista aérea do Cemitério da Consolação. Fonte: Figueiredo (2017).

Tombado, conforme Resolução SC 28/05 de 28 de junho de 2005, além da sua importância enquanto patrimônio histórico e cultural da cidade de São Paulo, o Cemitério da Consolação possui uma arquitetura impressionante, revelada nas muitas obras de arte e monumentos funerários de estilos variados, que vão desde o neoclássico ao modernista.

O presente trabalho objetivou, através da aplicação do Modelo PER (pressão-estado-resposta), identificar as pressões antrópicas sofridas pelo Cemitério da Consolação, seu estado atual, e a existência de políticas públicas e/ou respostas da sociedade para a preservação do local.

O Modelo Pressão-Estado-Resposta (PER), desenvolvido pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), em 1993, consiste em uma abordagem conceitual para o monitoramento da situação ambiental. O PER assume implicitamente que existe uma relação causal entre a interação de diferentes elementos das realidades, auxiliando os tomadores de decisões e o público em geral no entendimento das relações entre os problemas ambientais e as condições econômicas e socioculturais (OCDE, 2003).

METODOLOGIA

A metodologia utilizada na elaboração desse estudo foi a pesquisa exploratória com levantamento bibliográfico em artigos e sites que versam sobre o tema. Também foi realizado um estudo de caso com a aplicação do Modelo Pressão-Estado-Resposta (PER) no Cemitério da Consolação, localizado na cidade de São Paulo - SP.



O modelo PER permite a constatação de eventual degradação ambiental causada por ações antropogênicas, a situação encontrada e as condutas realizadas para modificar tal situação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Cemitério da Consolação, localizado na cidade de São Paulo abriga cerca de 8.500 túmulos, dentre os quais, os de personalidades históricas. Assim, é grande a circulação diária de pessoas em suas dependências. De acordo com o Estadão (2022), “A Prefeitura de São Paulo informou que o Cemitério da Consolação recebe diariamente uma média de 100 visitantes”.

Indicadores de Pressão

Dentre os Indicadores de Pressão antrópica identificados no local, destacam-se: a depredação do espaço e o vandalismo. A falta de fiscalização e/ou fiscalização ineficiente (não foi observada a circulação de vigilantes pelas ruas do cemitério nem câmeras suficientes para intimidar os infratores ou ajudar a identificá-los) tende a agravar tais episódios.

O descarte inadequado de resíduos (Figura 2) foi outro indicador de pressão detectado: acúmulo de plásticos, embalagens e demais resíduos que podem ser focos de mosquitos transmissores de doenças, como dengue, zika e chikungunya, pois ficam expostos por tempo suficiente para acumular água da chuva.

107



Figura 2. Copo plástico com água. Fonte: elaborado pelos autores.

A Supervisão de Vigilância em Saúde (Suvis), vinculada à Secretaria Municipal de Saúde, realizou uma inspeção no cemitério em 2016 e encontrou dezenas de focos de dengue em floreiras, castiçais, copos plásticos e em sacos de lixo (PAULO, 2016).

Indicadores de Estado

Os principais Indicadores de Estado, identificados quando da visita ao local foram: presença de resíduos descartados de maneira incorreta; vários túmulos furtados (Figura 3) e/ou vandalizados (Figura 4) ao longo de todo o percurso.



Figura 3. Túmulo com placas furtadas. Fonte: elaborado pelos autores.



Figura 4. Túmulo vandalizado. Fonte: elaborado pelos autores.

No ano de 2017, o cemitério foi alvo de 26 furtos e roubos (com até dez peças de bronze surrupiadas em cada um), quase um quarto das ocorrências somadas em todos os 22

estabelecimentos públicos similares da cidade. Em 2015, a sepultura do escritor Monteiro Lobato (Figura 5) foi profanada, o portão de bronze do túmulo e a gaveta em que estariam as cinzas do escritor teriam sido mexidas (FARIAS, 2018).



Figura 5. Túmulo de Monteiro Lobato. Fonte: elaborado pelos autores.

Com relação à segurança foram observados: uma câmera de monitoramento; três seguranças patrimoniais terceirizados; insuficientes, acreditamos, para o tamanho da necrópole. Não foram avistados Guardas Civis Metropolitanos.

Outros Indicadores de Estado detectados: ruas internas repletas de rachaduras e desníveis, prejudicando a mobilidade dos visitantes (Figura 6); adornos dos túmulos que, vazios, funcionam como recipientes de água, e as covas abertas e destampadas, potenciais criadouros de mosquito.





Figura 6. Rachaduras em uma das ruas do cemitério. Fonte: elaborado pelos autores.

Indicadores de Resposta (Prefeitura Municipal de São Paulo)

De acordo com a Prefeitura Municipal de São Paulo (2016), o Serviço Funerário Municipal adotou medidas para evitar furtos no cemitério: melhorias na iluminação e a presença da Guarda Civil Metropolitana (GCM) 24 horas por dia no local. Houve, ainda, uma experiência com a utilização de cães de guarda com o intuito de inibir a ação dos criminosos. Ainda segundo a Prefeitura de São Paulo (2016), o cemitério passou pela restauração de algumas de suas ruas internas. E, no ano passado, parte do muro do cemitério foi substituído por gradil.

Outro importante indicador de resposta encontra-se nas visitas guiadas, organizadas pela prefeitura, uma forma de mostrar à população a importância histórica, artística e cultural do Cemitério da Consolação, mudando a percepção de muitos com relação à necrópole.

Indicadores de Resposta (Sociedade Civil)

A sociedade civil também manifestou respostas quanto a degradação do cemitério, com a criação do Movimento em Defesa do Cemitério da Consolação (MDCC), que é um movimento comunitário, sem fins lucrativos, que visa colaborar na preservação do Cemitério da Consolação.

Além disso, a professora Eliane Del Lama conduz um tour pelo cemitério, como parte de uma disciplina do curso de Geologia da Universidade de São Paulo. Inicialmente

restrito aos alunos, desde 2019 é aberto ao público. Além de explorar a riqueza artística, Del Lama também apresenta a variedade de rochas nos túmulos e mausoléus, ressignificando o espaço como um local de ensino e pesquisa (LORÉ, 2022).

Da análise dos indicadores ambientais levantados sugere-se a adoção de ações conjuntas entre a administração do cemitério e a população, as quais podem resultar em um cemitério mais limpo, seguro e bem cuidado, como a colocação de lixeiras, para redução do descarte incorreto de lixo nas ruas internas do cemitério e nos túmulos; a instalação de mais câmeras de vigilância para ampliar a área monitorada dentro da necrópole; ações de manutenção preventiva e corretiva para eliminar possíveis criadouros de insetos transmissores de doenças.

Também a conscientização das famílias, sobre a importância da conservação dos túmulos, evitando o abandono, bem como a manutenção de dados atualizados junto à administração do cemitério, a fim de que possam ser informados sobre quaisquer problemas relacionados ao jazigo.

CONCLUSÕES

Tendo por metodologia a aplicação do Modelo PER (pressão-estado-resposta), o presente trabalho objetivou levantar indicadores ambientais no Cemitério da Consolação, com vistas a conhecer as pressões antrópicas, o estado de conservação do cemitério e as medidas adotadas pelo poder público e pela sociedade de maneira geral para preservação do local.

Dentre as pressões sofridas pelo local, destacamos a grande circulação de pessoas; depredação; vandalismo; descarte inadequado de lixo, gerando potenciais focos de mosquitos transmissores de doenças; limpeza, manutenção e vigilância insuficientes.

Observou-se que medidas já adotadas pela administração do cemitério não tiveram o efeito esperado e/ou não foram suficientes para evitar a degradação do espaço.

Necessário se faz a adoção de políticas públicas para melhorar a segurança, a manutenção e a limpeza do local, a fim de garantir a saúde da população e a preservação desse importante patrimônio histórico e cultural da cidade de São Paulo, assegurando sua utilização para fins culturais e educativos, através de visitas guiadas.

REFERÊNCIAS



CONSOLAÇÃO, Cemitério da. Sobre o Cemitério da Consolação. Disponível em: <https://www.cemiterioconsolacao.com/sobre-o-cemiterio-consolacao/>. Acesso em: 17 jul. 2023.

DEL LAMA, E. A.; KUZMICKAS, L. Roteiro Geoturístico pelo Cemitério da Consolação, São Paulo. 14f. Monografia (Especialização). Curso de Geociências. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2015.

ESTADÃO. Cemitério da Consolação: Tour revela histórias por trás das pedras dos túmulos. 2022. Disponível em: <https://www.estadao.com.br/sao-paulo/cemiterio-da-consolacao-tour-revela-historias-por-tras-das-pedras-dos-tumulos-veja-video/#:~:text=A%20Prefeitura%20de%20S%C3%A3o%20Paulo,realizados%20cerca%20de%2040%20sepultamentos>. Acesso em: 16 abr. 2022.

FARIAS, A. Cheio de obras de arte, Cemitério da Consolação é o mais furtado da cidade. 2018. Disponível em: <https://vejasp.abril.com.br/cidades/cemiterio-consolacao-furtos/>. Acesso em: 14 abr. 2023.

FIGUEIREDO, O. M. Visitas guiadas no Cemitério da Consolação em São Paulo: uma apreciação a partir da geografia humanística. Tese (Doutorado). Programa de Pós Graduação em Geografia. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2017.

LORÉ, Í. Tour desvenda história em meio a túmulos do Cemitério da Consolação. 2022. Disponível em: <https://www.uol.com.br/nossa/noticias/agencia-estado/2022/08/22/tour-desvenda-historia-em-meio-a-tumulos-do-cemiterio-da-consolacao.htm>. Acesso em: 16 abr. 2022.

OCDE. Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico. Environmental indicators: development, measurement and use. Paris, 2003.

PAULO, P. P. Cemitério da Consolação tem focos da dengue em meio a túmulos famosos. 2016. Disponível em: <https://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2016/03/cemiterio-da-consolacao-tem-focos-da-dengue-em-meio-tumulos-famosos.html>. Acesso em: 14 abr. 2023.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. Nota sobre a conservação do Cemitério Consolação. 2016. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/servico_funerario/noticias/?p=220917. Acesso em: 14 abr. 2023.

SÃO PAULO. Resolução SC 28/05 de 28 de junho de 2005. Tombamento dos Cemitérios da Consolação, dos Protestantes e da Ordem Terceira do Carmo, incluindo a regulamentação da área envoltória. DOE 09/07/05. 35p.



ANÁLISE DE ÍNDICES DE EXTREMOS CLIMÁTICOS (SPI E SPEI) NA REGIÃO HIDROGRÁFICA BAIXO PARAÍBA DO SUL E ITABAPOANA

Eliane Barbosa Santos¹

Gildo Rafael de Almeida Santana²

Nicolas Chenquel Nogueira³

Bárbara Velasco Holender⁴

¹Prof^ª. Dr^ª. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, Laboratório de Meteorologia - LAMET, Programa de Pós-graduação em Ciências Naturais -- PPGCN, elianebs@uenf.br

²Doutorando do Programa de Pós-graduação em Modelagem e Tecnologia para Meio Ambiente Aplicadas em Recursos Hídricos - AMBHIDRO, Instituto Federal Fluminense - IFF, gildoraphael@gmail.com

³Graduando em Ciências Biológicas (Licenciatura), Instituto de Biodiversidade e Sustentabilidade - NUPEM, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, nchnogueira@gmail.com

⁴Mestranda do Programa de Pós-graduação em Ciências Naturais – PPGCN, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, bahholender@gmail.com

113

INTRODUÇÃO

Os eventos climáticos extremos vêm causando impactos cada vez mais preocupantes na sociedade, no meio ambiente e na economia. De acordo com o sexto relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2022), esses extremos climáticos estão ocorrendo simultaneamente, causando impactos em cascata cada vez mais difíceis de administrar. Eles expuseram milhões de pessoas à insegurança alimentar e hídrica, dificultando os esforços para atender aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente na África, Ásia, América Central e do Sul, em Pequenas Ilhas e no Ártico.

Para quantificar, monitorar e analisar esses extremos, principalmente a seca, muitos índices foram desenvolvidos, sendo úteis para planejar e desenvolver ferramentas de apoio à decisão, que podem ser utilizadas em políticas estaduais e federais como parâmetros para gerenciar os riscos em períodos de ocorrência ou recorrência do evento (GONÇALVES et al., 2021). Nesse contexto, o Índice Padronizado de Precipitação (Standard Precipitation Index – SPI) desenvolvido por McKee et al. (1993; 1995) se destaca, o qual tem sido amplamente



utilizado em pesquisas e foi reconhecido pela Organização Meteorológica Mundial (World Meteorological Organization - WMO), como um índice de referência global para o monitoramento de eventos secos e chuvosos (WMO, 2012; HAYES et al., 2011).

Uma das vantagens do SPI é a exigência apenas de dados de precipitação, que são amplamente mais disponíveis (MCKEE et al. 1993), ou seja, não se faz necessário a utilização de outras variáveis meteorológicas na detecção dos eventos secos e chuvosos. Contudo, utilizar apenas dados de precipitação também é uma desvantagem, pois o índice não considera outras variáveis que também afetam os eventos, como a temperatura e a evapotranspiração (VICENTE-SERRANO et al., 2010). Diante disso, Vicente-Serrano et al. (2010) propuseram o Índice Padronizado de Precipitação e Evapotranspiração (Standardized Precipitation Evapotranspiration Index - SPEI) que possui a mesma simplicidade do SPI, com a vantagem de levar em consideração os efeitos da temperatura através da evapotranspiração potencial.

Diante do exposto e considerando a importância da Região Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana (RH-IX), que está localizada a jusante da foz do Rio Paraíba do Sul, este trabalho visa analisar os extremos climáticos na RH-IX, por meio do SPI e SPEI nas escalas de 1 mês (curto prazo) e 3 meses (curto e médio prazo).

114

METODOLOGIA

Para realizar este trabalho, foram utilizados dados mensais de precipitação e temperatura média compensada de duas estações meteorológicas localizadas na RH-IX obtidas do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), referentes ao período de 1993 a 2022. Na Figura 1, que apresenta a hipsometria e hidrografia da RH-IX e a localização das estações meteorológicas, nota-se que as estações se encontram no estado do Rio de Janeiro (RJ), nos municípios de Itaperuna e Campos dos Goytacazes, com altitudes de 123,6 e 11,2 metros, respectivamente.



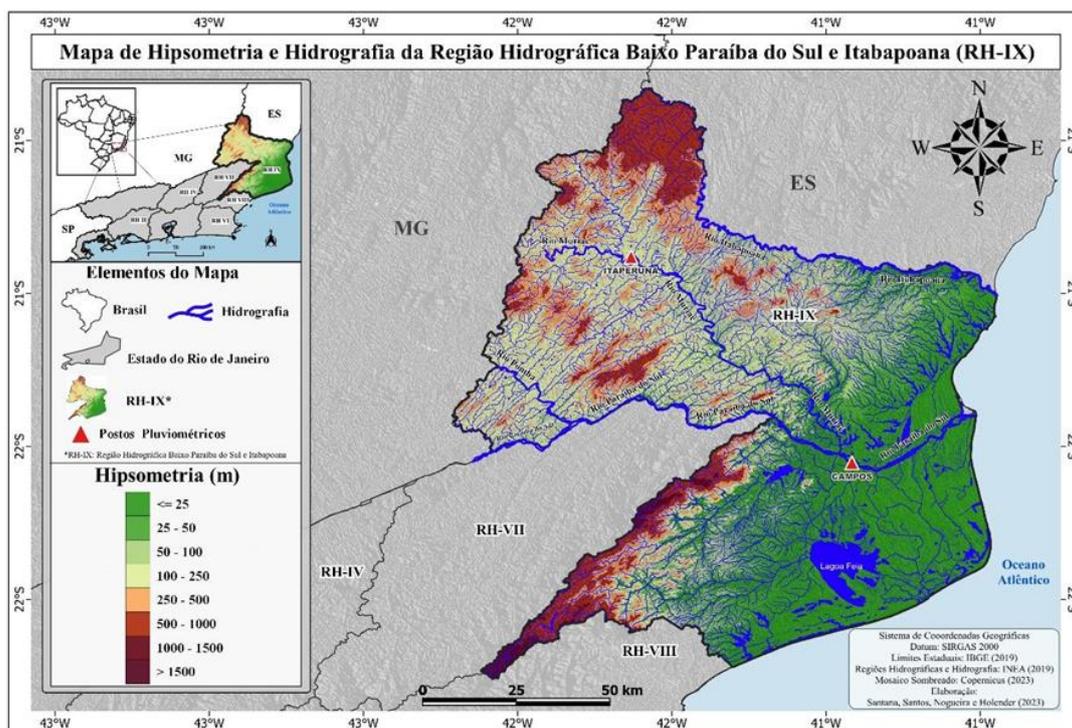


Figura 1. Localização, hipsometria e hidrografia da área de estudo.

Na Tabela 1, observa-se as informações das estações meteorológicas e a porcentagem de falhas (dados ausentes) das séries temporais. As estações de Itaperuna-RJ e Campos dos Goytacazes-RJ foram selecionadas por serem as únicas (localizadas na RH- IX) que apresentaram porcentagem de falhas inferior a 10% nas séries mensais de precipitação e temperatura média compensada dos últimos 30 anos (1993 a 2022).

115

Tabela 1. Informações das estações meteorológicas do INMET utilizadas neste trabalho e porcentagem de falhas (%) das séries temporais (1993 a 2022)

Estação Meteorológica	Latitude(°)	Longitude(°)	Altitude (m)	Falhas (%) Precipitação	Falhas (%) Temperatura
Itaperuna-RJ (Código 83695)	21,2044	41,9054	123,6	1,4	3,3
Campos dos Goytacazes-RJ	21,7425	41,3328	11,2	4,4	7,5

Para caracterizar os extremos climáticos, foram utilizados os índices SPI e SPEI nas escalas temporais de 1 e 3 meses. O SPI foi desenvolvido por McKee et al. (1993; 1995) e é baseado no registro de dados de precipitação de longo prazo (mínimo de 30 anos) ajustado a uma distribuição gama, que posteriormente é transformada em uma distribuição normal que, por definição, apresenta média zero e variância unitária (EDWARDS & MCKEE, 1997).



O SPEI é baseado no mesmo algoritmo multiescalar que o SPI, no entanto, ao invés de dados de precipitação, os dados de entrada correspondem a diferença entre precipitação e a evapotranspiração potencial (VICENTE-SERRANO, 2010; BEGUERÍA et al., 2014). A evapotranspiração potencial foi estimada usando os dados de temperatura média compensada mensal através do método de Thornthwaite (1948).

Neste trabalho, o processamento e análise dos dados foram realizados por meio da linguagem de programação R (R CORE TEAM, 2023). Para calcular as séries temporais do SPI e SPEI, foi utilizado o pacote denominado “SPEI” do R (BEGUERÍA & VICENTE-SERRANO, 2023).

A classificação dos eventos extremos foi feita de acordo com os limites propostos por Mckee et al. (1993; 1995), conforme categorias apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Classificação dos eventos secos e úmidos do SPI e SPEI.

Intervalos	Classificação (Intensidade)
$\geq 2,00$	Extremamente úmido
1,50 a 1,99	Severamente úmido
1,00 a 1,49	Moderadamente úmido
-0,99 a 0,99	Normal
-1,49 a -1,00	Moderadamente seco
-1,99 a -1,50	Severamente seco
$\leq -2,00$	Extremamente seco

116

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Figuras 2 e 3 apresentam as séries temporais (1993 - 2022) do SPI e SPEI na escala de 1 mês para os municípios de Itaperuna-RJ e Campos dos Goytacazes-RJ, respectivamente. Na escala de 1 mês (SPI-1 e SPEI-1) reflete as condições de curto prazo e a sua aplicação pode ser relacionada intimamente com secas meteorológicas, com a umidade do solo e com o estresse das culturas (WMO, 2012). De maneira geral, percebe-se que houve concordância entre as estimativas do SPI e SPEI, entretanto, para os eventos secos alguns valores do SPI tenderam a ser mais intensos do que os valores de SPEI.

No município de Itaperuna-RJ (Figura 2), para o período de 1993 a 2022, foram registrados 15 (SPI-1) e 2 (SPEI-1) eventos classificados como extremamente seco, enquanto para os eventos classificados como extremamente úmido foram observados 5 (SPI-1) e 7 (SPEI-1) casos. Dos eventos extremamente úmido, destaca-se o caso de fevereiro de 2022, período que foi observado três episódios de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), o que contribuiu para chuvas intensas em Itaperuna-RJ, com totais diários maiores que 100 mm



nos dias 2 e 9 do referido mês (INMET, 2022). Ressalta-se que Itaperuna-RJ sofre com inundações provenientes do transbordamento do rio Muriaé, afluente da margem esquerda do rio Paraíba do Sul (COSTA & HORA, 2016), o que vem causando diversos transtornos na região.

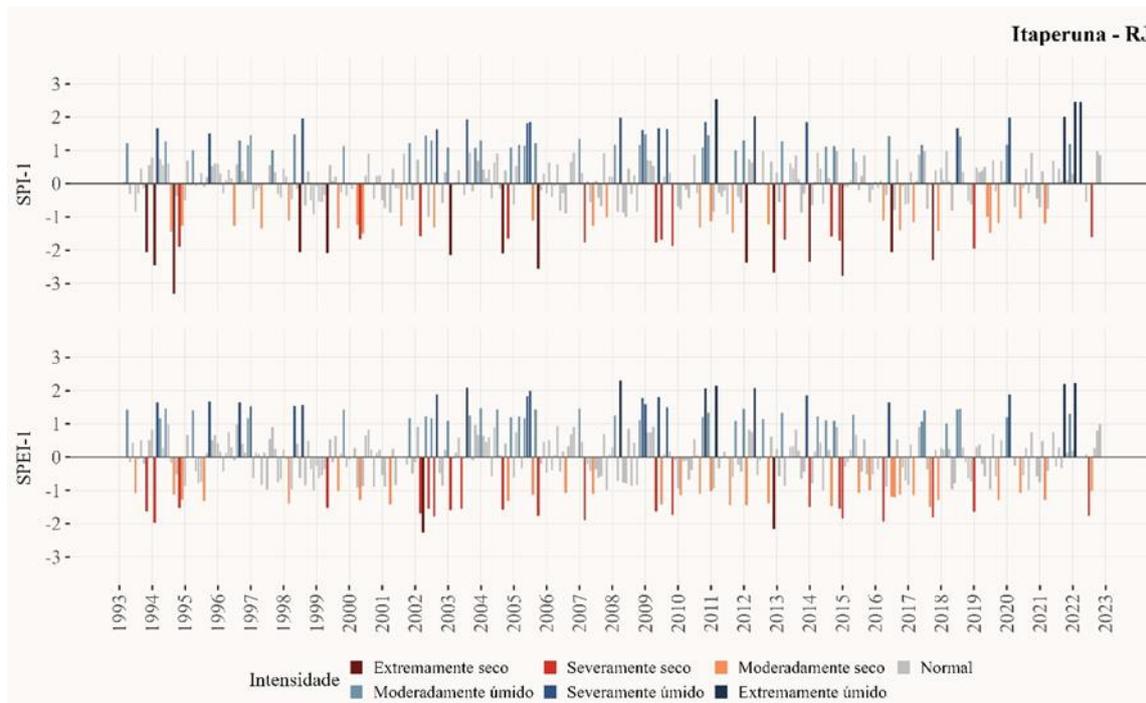


Figura 2. Séries temporais do SPI e SPEI de 1 mês para o município de Itaperuna-RJ, referentes ao período de 1993 a 2022.

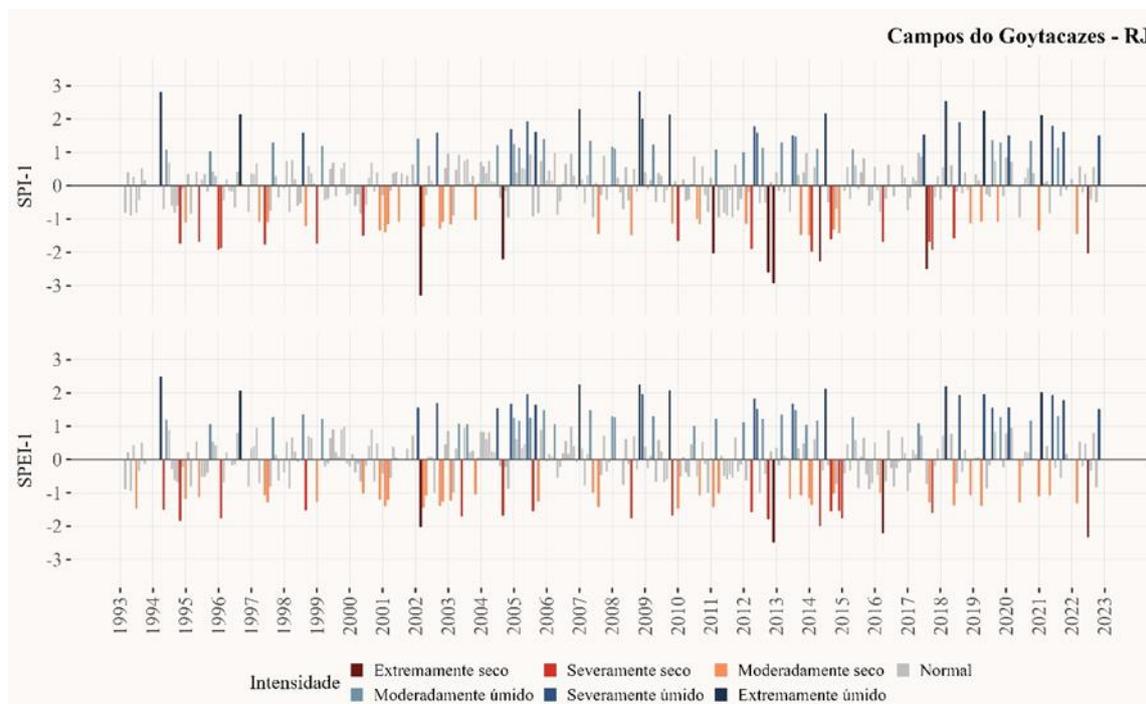


Figura 3. Séries temporais do SPI e SPEI de 1 mês para o município de Campos dos Goytacazes-RJ.



Para o município de Campos dos Goytacazes-RJ (Figura 3), ainda na escala de 1 mês (SPI-1 e SPEI-1), foram registrados 8 (SPI-1) e 4 (SPEI-1) eventos classificados como extremamente seco e 10 (SPI-1) e 8 (SPEI-1) eventos classificados como extremamente úmido. Dos eventos secos, destaca-se o ano de 2014 por registrar ao longo do ano 6 eventos secos em ambos índices, sendo classificados entre moderadamente e extremamente seco no SPI-1 e moderadamente e severamente seco no SPEI-1. Vale frisar que no período de 2014 a 2015 o Sudeste do Brasil enfrentou uma grave crise hídrica, onde a falta de água e, conseqüentemente, a redução nos reservatórios passou a ameaçar o abastecimento de água na região, incluindo a região metropolitana do Rio de Janeiro (SILVA, 2015).

É importante ressaltar que na escala de 1 mês (SPI-1 e SPEI-1) os índices são muito sensíveis a grandes variações da precipitação, em regiões e períodos do ano onde o total pluviométrico é muito reduzido ou muito elevado. Dessa forma, é necessária uma atenção especial nas análises dos extremos e a climatologia da região deve ser considerada. Ressalta-se, também, que o SPI é baseado apenas nos dados de precipitação, enquanto o SPEI considera o balanço hídrico com base na evapotranspiração potencial.

As Figuras 4 e 5 apresentam as séries temporais (1993 - 2022) do SPI e SPEI na escala de 3 meses, que reflete as condições de água no solo em curto e médio prazos e fornece a estimativa da precipitação sazonal (WMO, 2012). Tal como na escala de 1 mês, na escala de 3 meses os índices também são muito sensíveis a grandes variações da precipitação.

Na escala de 3 meses (SPI-3 e SPEI-3), dos eventos secos, destacam-se os registrados em 1994 e 2014/15 em ambos os municípios por serem persistentes no SPI-3 e SPEI-3. Dos eventos úmidos, em Itaperuna-RJ, destacam-se os eventos ocorridos em 2004, 2005, 2009, 2011 e 2021/2022 devido a intensidade e duração dos eventos (Figuras 4). Já em Campos dos Goytacazes-RJ, destacam-se os eventos ocorridos em 2005, 2009 e 2018 (Figuras 5).



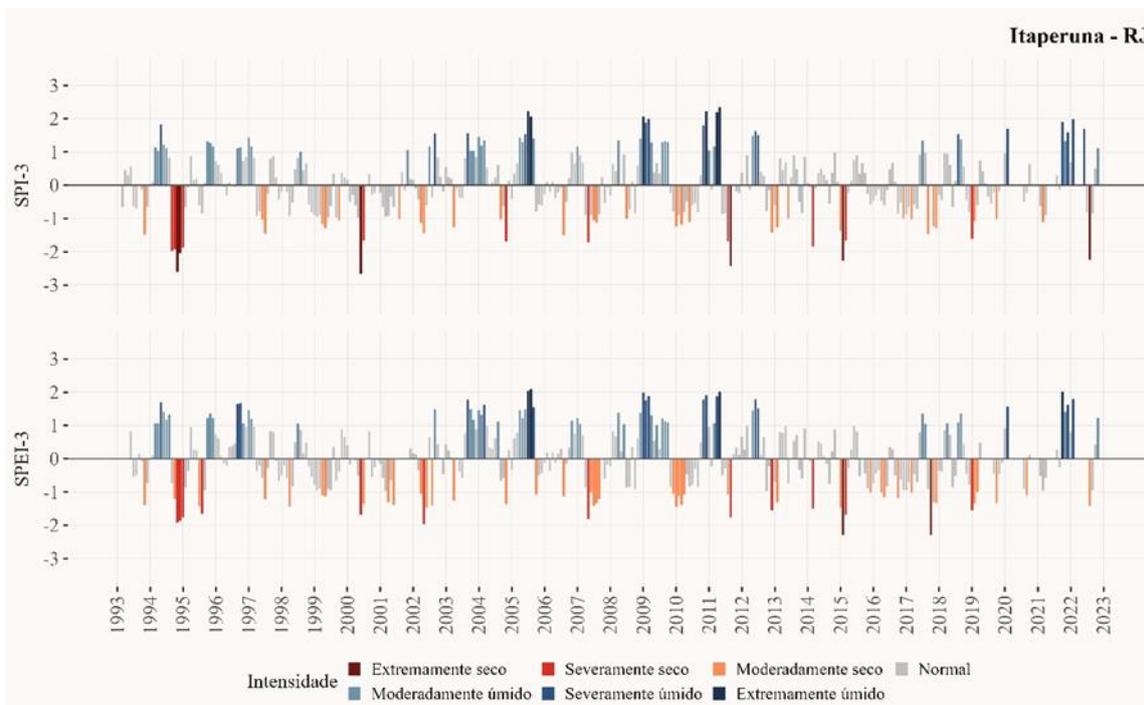


Figura 4. Séries temporais do SPI e SPEI de 3 meses para o município de Itaperuna-RJ, referentes ao período de 1993 a 2022.

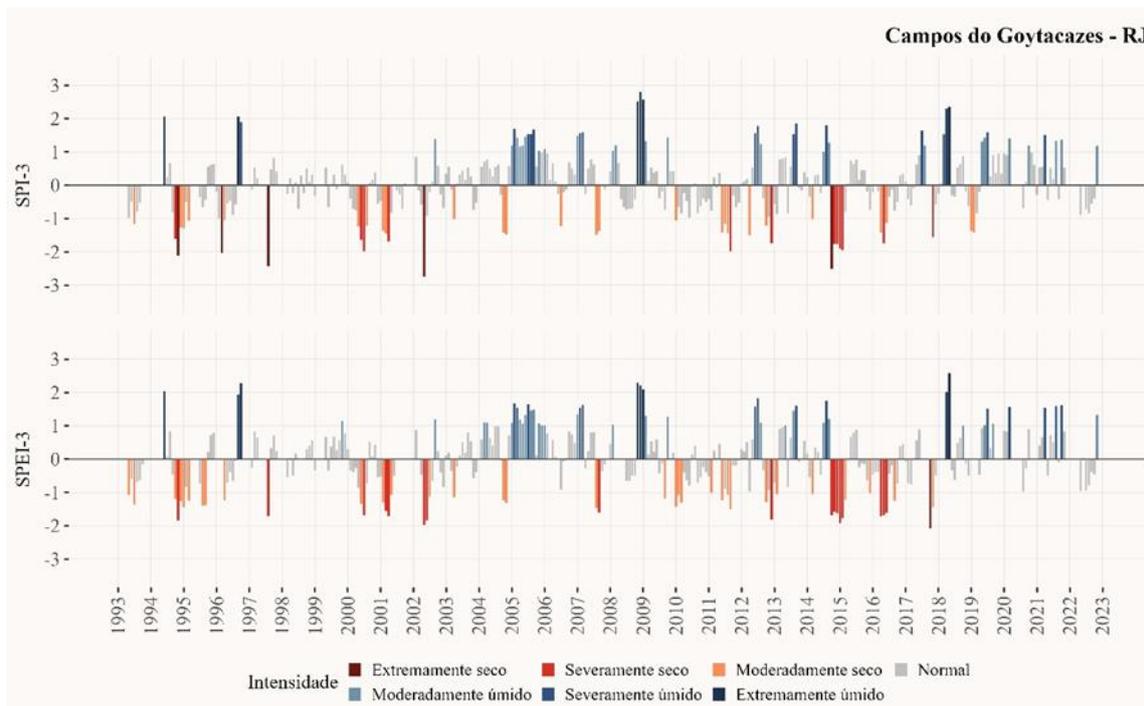


Figura 5. Séries temporais do SPI e SPEI de 3 meses para o município de Campos dos

A Figura 6 apresenta a ocorrência (%) dos eventos secos e úmidos por intensidade, referentes ao período de 1993 a 2022. Observa-se que, para os eventos secos, os valores do SPI tenderam a ser mais extremos do que os valores de SPEI, principalmente na escala de 1 mês. Para os eventos úmidos, a diferença entre os índices foi menor e o SPI tanto foi



superestimado como subestimado quando comparados com os valores de SPEI. Com relação aos dados ausentes, representados por NA, a porcentagem foi maior na escala de 3 meses visto que foi descartado o trimestre que apresentou algum valor diário faltante.

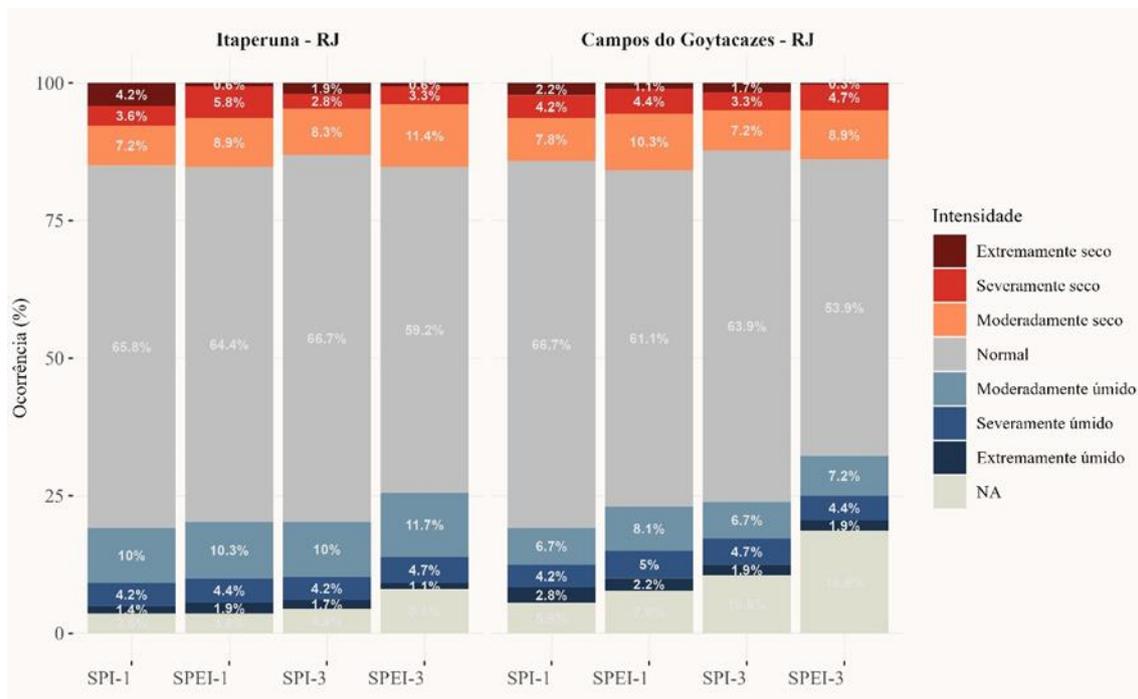


Figura 6. Ocorrência (%) dos eventos secos e úmidos por intensidade nos municípios de Itaperuna-RJ e Campos dos Goytacazes-RJ, referentes ao período de 1993 a 2022.

120

CONCLUSÕES

Este trabalho consistiu em analisar os extremos climáticos na Região Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana (RH-IX) por meio do SPI e SPEI nas escalas de 1 mês (curto prazo) e 3 meses (curto e médio prazo), usando dados de precipitação e temperatura do ar dos municípios de Itaperuna-RJ e Campos dos Goytacazes-RJ.

De forma geral, houve concordância entre as estimativas do SPI e SPEI, onde se manteve basicamente o mesmo comportamento para os dois índices, com a indicação do mesmo tipo de evento que atingiu determinada região em determinado período de tempo.

Apesar dos índices coincidirem na maioria dos casos, os valores do SPI tenderam a ser mais extremos do que os valores de SPEI nos eventos secos, principalmente na escala de 1 mês. Nos eventos secos e úmidos, os resultados obtidos sugerem que aumento da escala temporal pode fazer com que os valores do SPI e SPEI passem a ser mais semelhantes ao longo do tempo.

Em suma, o SPI e SPEI foram adequados para analisar os eventos secos e úmidos na RH-IX, podendo ser útil na análise e monitoramento das condições hidrológicas em



diferentes escalas temporais e espaciais, fornecendo informações essenciais para a tomada de decisões e a implementação de políticas públicas relacionadas à gestão dos recursos hídricos e à adaptação às mudanças climáticas.

AGRADECIMENTOS

À FAPERJ pelo apoio financeiro através do projeto “Eventos Extremos de Precipitação no Sudeste do Brasil” – Processo Nº: E-26/010/002667/2019 e ao INMET pela disponibilização dos dados.

REFERÊNCIAS

BEGUERÍA, S. et al. Standardized precipitation evapotranspiration index (SPEI) revisited: parameter fitting, evapotranspiration models, tools, datasets and drought monitoring, *International Journal of Climatology*, v.34, p.3001-3023, 2014.

BEGUERÍA, S.; VICENTE-SERRANO, S. SPEI: Calculation of the standardized precipitation-evapotranspiration index. R package version 1.8.1, 2023. <<https://cran.r-project.org/web/packages/SPEI/SPEI.pdf>>.

EDWARDS, D. C.; MCKEE, T. B. Characteristics of 20th Century Drought in the United States at Multiple Time Scales. *Climatology Report Number 97-2*. Colorado State University, Fort Collins, 1997.

GONÇALVES, S. T. N. et al. Índices e Metodologias de Monitoramento de Secas: Uma Revisão. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.36, p.495-511, 2021.

HAYES, M. et al. The Lincoln Declaration on Drought Indices: Universal meteorological drought index recommended. *Bulletin of the American Meteorological Society*, v.92, p.485-488, 2011.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary for Policymakers. H.O. PÖRTNER, D. C.; ROBERTS, E. S.; POLOCZANSKA, K.; MINTENBECK, M.; TIGNOR, A.; ALEGRÍA, M.; CRAIG, S.; LANGSDORF, S.; LÖSCHKE, V.; MÖLLER, A. OKEM (eds.). In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. H. O. PÖRTNER, D. C. ROBERTS, M. TIGNOR, E. S. POLOCZANSKA, K. MINTENBECK, A. ALEGRÍA, M. CRAIG, S. LANGSDORF, S. LÖSCHKE, V. MÖLLER, A. OKEM, B. RAMA (eds.) Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, p.3-33, 2022.



MCKEE, T. B. et al. Drought monitoring with multiple time scales. In: Conference of Applied Climatology, 9, 1995, Dallas. Anais...Dallas, 1995.

MCKEE, T. B. et al. The relationship of drought frequency and duration to time scales. In: Conference on Applied Climatology, 8, 1993. Anais... 1993.

R CORE TEAM. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2023. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>.

THORNTHWAITE, C. W. An approach toward a rational classification of climate. Geographical Review, v.38, p.55-94, 1948.

VICENTE-SERRANO, S. M.; BEGUERÍA, S.; LÓPEZ-MORENO, J. I. A multiscalar drought index sensitive to global warming: the standardized precipitation evapotranspiration index. Journal of Climate, v.23, p.1696-1718, 2010.

WMO. World Meteorological Organization. Standardized Precipitation Index User Guide. (Org). SVOBODA, M.; HAYES, M.; WOOD, D. No. 1090. Geneva, 2012.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Eventos Extremos de Fevereiro de 2022 no Brasil. Brasília-DF, mar. 2022. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/noticias/eventos-extremos-de-fevereiro-de-2022-no-brasil>. Acesso em: 26 de jul. 2023.

COSTA, J. R.; HORA, A. F. A dinâmica dos processos relacionados às inundações no município de Itaperuna - RJ. XXXV International Sodebras Congress, v.11, n.129, 2016.

SILVA, C. A. M. da. Os Desastres no Rio de Janeiro: Conceitos e Dados. Cadernos do Desenvolvimento Fluminense, p.55-71, 2015.



ANÁLISE DA QUANTIDADE DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE GERADOS NO MUNICÍPIO TRÊS RIOS/RJ NO PERÍODO DA PANDEMIA DE COVID-19

Gisele Arêas Coelho Reis¹
Paloma Martins Mendonça²
Marco Antônio Pereira Araújo³

¹Gisele Arêas Coelho Reis – Universidade de Vassouras, Mestranda no Programa de Mestrado Profissional em Ciências Ambientais, dra.giseleareas@gmail.com

²Profa Dra. Paloma Martins Mendonça – Universidade de Vassouras, Professora do Programa de Mestrado Profissional em Ciências Ambientais, prof.paloma.martins@gmail.com

³Prof. Dr. Marco Antônio Pereira Araújo – Universidade de Vassouras, Professor do Programa de Mestrado Profissional em Ciências Ambientais, marcoaparaujo@gmail.com

123

INTRODUÇÃO

A Saúde do Planeta está ameaçada pela geração exagerada de resíduos, já que a Terra não tem tempo de decompor no mesmo compasso em que está sendo produzido e descartado. Conseqüentemente, um dos maiores desafios da humanidade é entender o que fazer com os resíduos gerados em qualquer processo existente.

O aumento e o envelhecimento da população no Planeta vêm influenciando a expansão do setor da saúde através da construção e ampliação de unidades hospitalares, ambulatorios, clínicas, unidades básicas de saúde, entre outras, visando, sobretudo, o acolhimento da população através de uma assistência humanizada e diferenciada, através do uso crescente das novas tecnologias para diagnósticos patológicos mais precisos e tratamentos precoces (CAMARGO, 2017).

O crescimento populacional nas últimas décadas é acompanhado por uma série de impactos ambientais, dentre os quais, destacam-se a geração de resíduos sólidos, principalmente os dos serviços de saúde (RSS) que podem possuir agentes biológicos infectantes e impactar significativamente o ambiente, se mal gerenciados (VIEIRA, 2022).



De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), a pandemia de Covid-19 gerou um aumento de milhares de toneladas de Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) descartados ao redor do mundo. Segundo a OMS, a maior parte desses resíduos, provavelmente, não teve um descarte adequado, gerando uma série de riscos à população e ao meio ambiente. Além da quantidade, esse aumento também chamou a atenção para o gerenciamento e descarte desses resíduos, muitas vezes realizados incorretamente.

No Brasil, uma série de leis federais, estaduais e municipais, decretos, resoluções, normas técnicas, instruções normativas e portarias tratam da gestão dos resíduos sólidos. A lei mais abrangente é a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída em 2010. E, especificamente sobre gerenciamento de resíduos de serviços de saúde, as referências são a Resolução da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) - RDC nº 222/2018 e Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº358/2005.

Os resíduos de serviços de saúde são classificados considerando suas características específicas, visto que desde o manuseio até a destinação final há a necessidade de cuidados para que a segurança seja preservada. Esse grupo contempla resíduos resultantes de instituições de serviços de saúde que, de acordo com a RDC 222/18, são: “Serviços de atenção à saúde humana e animal, inclusive assistência domiciliar; laboratórios analíticos de produtos para saúde; necrotérios, funerárias, serviços de embalsamamento; serviços de medicina legal; drogarias e farmácias (inclusive as de manipulação); estabelecimentos de ensino e pesquisa na área da saúde; centros de controle de zoonose; distribuidores de produtos farmacêuticos, importadores, distribuidores de materiais e controles para diagnóstico in vitro; unidades móveis de atendimento à saúde; serviços de acupuntura; serviços de piercing e tatuagem, salões de beleza e estética, dentre outros afins.” (ANVISA, 2018). Considerando a diversidade de resíduos gerados nos serviços de saúde, eles foram subdivididos em cinco grupos que abrangem: resíduo infectante (grupo A), resíduo químico (grupo B), resíduo radioativo (grupo C), resíduo comum (grupo D) e resíduo perfuro cortante (grupo E). A Resolução CONAMA nº 358/2005, é uma normativa que regulamenta o gerenciamento de RSS, determina que a responsabilidade do descarte adequado dos serviços de saúde é solidária, cabendo a todos envolvidos, desde o responsável legal pelo local da geração até os transportadores e operadores das instalações de tratamento e disposição final.

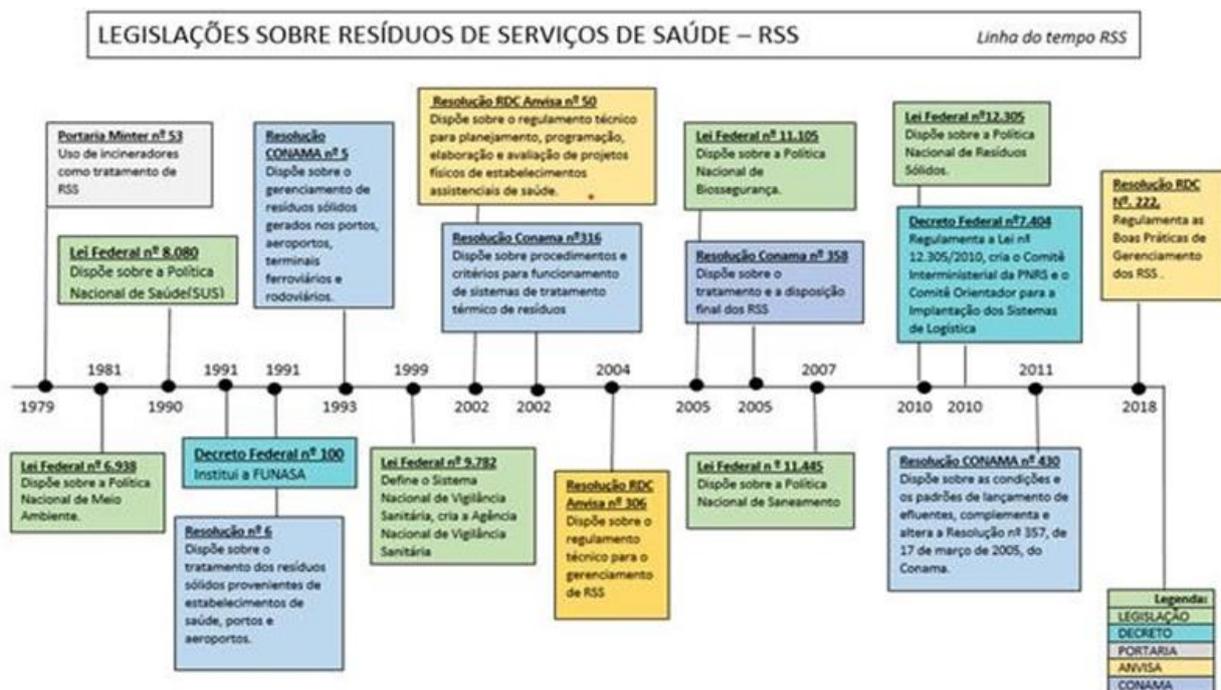
O objetivo deste trabalho é analisar a quantidade de Resíduos de Serviços de Saúde gerados no município de Três Rios/RJ nos anos de 2020, 2021 e 2022, através da análise de estatística para comparação de dados, incluindo o período da pandemia de Covid-



19. Os resultados obtidos com a análise estatística da quantidade de RSS gerados no município de estudo poderão ser usados para monitoramento futuro na gestão dos RSS do município e elaboração de novas estratégias de implementação que visem minimizar a geração de resíduos. Além da promoção de ações para alcançar Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, principalmente destacando os objetivos: ODS- 3 (Saúde e Bem-estar), ODS- 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis) e ODS- 17 (Parcerias e Meios de Comunicação).

METODOLOGIA

A base desta pesquisa inicia com a revisão bibliográfica das leis vigentes com a construção de uma linha do tempo (Figura 01) para promover um entendimento maior sobre as principais legislações do Brasil relacionadas aos Resíduos de Serviços de Saúde (RSS). Importante salientar que cada instituição e estabelecimento de saúde deve observar além dessas referências, às legislações locais dos municípios onde operam e ocorre a geração dos resíduos.



125

Figura 1. Linha do tempo das principais legislações do Brasil relacionadas aos Resíduos de Serviços de Saúde (RSS). Fonte: Elaborada pela autora.

Uma série de leis federais, estaduais e municipais, decretos, resoluções (ANVISA, CONAMA), normas técnicas, instruções normativas e portarias que tratam da gestão dos resíduos sólidos no Brasil. Especificamente sobre gerenciamento de resíduos de serviços de saúde, as referências são a Resolução ANVISA nº 222/2018 e CONAMA nº358. A Lei nº



12.305/2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), verificou a necessidade de revisar as resoluções da ANVISA nº 306/04 e a resolução do CONAMA nº 358/2005, e publicar uma nova normativa que contemple as novidades legais e tecnológicas que surgiram nesse período. A normativa atual em vigor segue a resolução RDC nº 222/2018, que regulamenta as Boas Práticas de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde, definindo como um conjunto de procedimentos de gestão, planejados e implementados a partir de bases científicas, técnicas, normativas e legais, com o objetivo de minimizar a geração de resíduos e proporcionar um encaminhamento seguro e de forma eficiente, visando à proteção dos trabalhadores e a preservação da saúde pública, dos recursos naturais e do meio ambiente (ANVISA, 2018). Todas as etapas do gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde, desde a segregação, o acondicionamento e a identificação, incluindo a coleta, o transporte, o armazenamento e a destinação, estão detalhadamente descritos na RDC nº 222/2018.

Em seguida foi utilizada a revisão sistemática de literatura com string de busca inserido no Google Acadêmico, desta forma refinando a busca relacionada a pesquisa, que se apresenta na seguinte forma: ("resíduo sólido" OR "resíduos sólidos" OR "resíduos serviços saúde") AND risco AND "contaminação ambiental" AND covid19 AND pandemia.

Na string de busca foram encontrados 254 artigos, sendo selecionados em três etapas: leitura dos títulos, leitura dos resumos e, por fim, uma leitura mais detalhada dos artigos selecionados. Conforme as etapas descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Revisão sistemática da literatura

1º etapa	Resultados iniciais	254
2º etapa	Leitura dos Títulos	29
3º etapa	Leitura dos Resumos	14
4º etapa	Seleção final	8

Fonte: Elaborada pelos autores

Os RSS são gerados por colaboradores da área da saúde e instituições de ensino relacionadas aos seres humanos e animais, e apresenta grande potencial de risco e contaminação, devido à presença de materiais biológicos, objetos perfurocortantes, produtos químicos perigosos, rejeitos radioativos, além de possuir cuidados específicos de conservação, transporte, armazenamento, coleta, tratamento e condicionamento final (SILVA, 2022).

Outros fatores têm contribuído para o aumento na geração de resíduos de serviços de saúde, como o contínuo incremento da complexidade da assistência à saúde, o uso



crescente de materiais descartáveis, além do aumento da população idosa, que normalmente necessita de mais serviços de saúde, sendo usuária frequente de diversos tipos e níveis de especialidades (SISINNO & MOREIRA, 2005).

Esta demanda crescente pelos serviços da saúde vem apresentando, como consequência, a geração dos Resíduos de Serviços de Saúde (RSS). Segundo a Organização Mundial de Saúde “[...] embora grande parte dos resíduos de serviços de saúde seja de fato inofensiva, a presença de resíduos perigosos, ainda que em pequena quantidade, não pode ser ignorada” (CAMARGO, 2017).

Um fator importante observado por Negreiros et al. (2019) é que a efetividade do desenvolvimento do Plano de Gerenciamento dos Resíduos de Saúde (PGRSS), promovendo menor geração de RSS e lucratividade com a reciclagem, depende do comprometimento dos estabelecimentos de serviços de saúde em mudar seu comportamento e se adequar as novas leis. Em acordo com este ponto de vista, Silva e Pereira (2020) afirmam que todos os colaboradores do estabelecimento de saúde devem estar capacitados e comprometidos com a sustentabilidade ambiental, sendo necessário compreender e se responsabilizar pelo RSS (VIEIRA, 2022).

Nesse contexto, a gestão dos RSS compreende o planejamento e o gerenciamento dos procedimentos, com o intuito de minimizar a geração de resíduos e proporcionar adequações seguras que visem à proteção dos trabalhadores, à preservação da saúde pública, dos recursos naturais e do meio ambiente (BRASIL, 2004).

Os resíduos de serviços de saúde (RSS) são classificados em cinco grupos: A, B, C, D e E. A Tabela 2 descreve que tipos de resíduos se enquadram em cada grupo (Agência Nacional de Vigilância Sanitária ANVISA - RDC 222/2018).

Tabela 2. Classificação dos Resíduos de Serviço de Saúde

Grupos	Classificação dos Resíduos de Serviço de Saúde
A	Resíduos com possível presença de agentes biológicos (risco de infecção) O grupo A é dividido em outros cinco subgrupos: A1, A2, A3, A4 e A5
B	Resíduos contendo produtos químicos, ação ambiental ou manifestar risco a saúde pública.
C	Rejeitos radioativos
D	Resíduos comuns, que não apresentam risco a saúde e meio ambiente
E	Resíduos de objetos perfurocortantes ou escarificantes

Elaborada: pela autora.



No Brasil, segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) de 2008, são coletadas diariamente 149 mil toneladas de lixo, sendo que os RSS correspondem a cerca de 1 a 3% deste total. Os RSS representam uma pequena parcela do total de resíduos gerados pela sociedade, dessa parcela, cerca de 50 a 80% são resíduos semelhantes aos domésticos.

Segundo a Organização Mundial da Saúde (2014), até 90% dos resíduos de serviços de saúde não são perigosos, desde que adequadamente separados, podendo ser minimizados através da reutilização e reciclagem resultando na diminuição da quantidade de resíduo a ser tratado.

Vieira (2017), relata que na maioria dos estudos analisados as principais falhas encontradas no gerenciamento de RSS estão relacionadas à segregação deficiente, havendo misturas dos tipos de resíduos, falta de preocupação com os resíduos perigosos, inadequado treinamento para o gerenciamento dos resíduos, armazenamento de maneira errada, manejo interno inadequado, falta de informação por parte dos funcionários que realizam o manejo dos resíduos e ausência de disposição, recurso financeiro e humano insuficientes.

De Freire et al. (2020), observou-se que as médias entre o descarte de resíduos em locais errôneos tanto infectantes como não infectantes, não são iguais e assim pode-se inferir riscos tanto aos profissionais de saúde com acidentes biológicos em descartes de resíduos comum, como o aumento de resíduos infectantes com o descarte de resíduos comuns em resíduos infectantes, ocasionando maiores gastos e maior dano ao meio ambiente.

Segundo a ABRELPE (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais), no ano de 2010, cerca de 74,18% dos municípios brasileiros realizaram serviços de coleta, tratamento e disposição final de 221.270 mil toneladas de RSS. Já nos anos de 2017, 2018 e 2019, houve um aumento de 16,29% para o ano de 2017 e 14,18% para os anos de 2018 e 2019 nas coletas. E em 2020, cerca de 290 mil toneladas de resíduos de serviços de saúde foram coletadas nos municípios do País.

A pandemia causada pela doença Covid-19 é um alerta para a sociedade repensar seus modos de produção, consumo, e exploração dos recursos naturais (Rabello et al., 2020). Neste contexto, a Organização Mundial da Saúde (OMS) apontou em seu relatório que, com a pandemia, os Resíduos dos Serviços de Saúde (RSS) aumentaram muito a nível mundial, chegando a toneladas, ameaçando a saúde humana e ambiental, revelando uma urgência em mudanças nas práticas de gestão de resíduos (Organização Pan-Americana da Saúde) (OPAS, 2020).



Souza et al. (2021) apontam em estudo que, mesmo com o sistema de gestão de RSS implementados, os resíduos tratados como infecciosos são muito maiores que os recomendados pelas diretrizes vigentes deixando de utilizar o potencial de reciclagem. Isto leva a correlacionar a prática de segregação de resíduos com a capacitação permanente, já que tais ações em conjunto podem potencializar o resultado esperado.

Os estudos apontam a necessidade de um maior aprofundamento nas pesquisas que apresentam soluções inovadoras em gestão de RSS e um processo que permita a troca de informações entre instituições e um governo com o objetivo de disseminar as melhores práticas e contribuir na redução do impacto ambiental gerado por esta atividade (Souza, 2021).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados referentes a quantidade de Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) gerados no município de Três Rios/RJ nos anos de 2020, 2021 e 2022, foram obtidos na Secretaria Municipal do Meio Ambiente, juntamente com a empresa contratada pelo município, Força Ambiental Ltda, através do Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR) responsável pela coleta, transporte e destinação apropriada dos RSS (Tabela 3). São então encaminhados para empresa Servioste, no município de Barra do Piraí/RJ, para tratamento em autoclave, uma tecnologia que esteriliza por meio de vapor saturado e por fim aterro sanitário (Panorama dos Resíduos Sólidos Três Rios, 2022).

Os dados da tabela 3, foram compilados e transferidos para análise estatística do Software Minitab® para os cálculos, construções de gráficos e análises dos conteúdos, conforme pode ser visto na Tabela 4.



Tabela 3. Dados brutos da quantidade (Toneladas) / Ano (2020, 2021 e 2022) de Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) coletados no Município de Três Rios – RJ

Mês	Toneladas/2020	Toneladas/2021	Toneladas/2022
Janeiro	4,23	4,1	5
Fevereiro	4,26	5,18	5,12
Março	5,33	4,79	5,08
Abril	3,37	4,6	4,93
Maio	3,99	5,84	6,22
Junho	4,7	8,08	5,8
Julho	5,14	5,13	4,9
Agosto	4,2	5,66	5,21
Setembro	4,88	4,98	5,57
Outubro	4,75	3,66	3,76
Novembro	5	4,34	5,22
Dezembro	5,2	10,13	4,73
Total/ Ano	55,14	66,49	61,54

Tabela 4. Estatística Descritiva

Variável	Ano	N	N*	Média	EP Média	DesvPad	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
Toneladas	2020	12	0	4,595	0,169	0,586	3,37	4,208	4,77	5,105	5,33
	2021	12	0	5,541	0,527	1,827	3,66	4,405	5,055	5,795	10,13
	2022	12	0	5,128	0,174	0,603	3,76	4,908	5,1	5,482	6,22

130

A figura 2, através do diagrama de caixas boxplot, representa os dados relacionando a quantidades (toneladas) de resíduos de serviços de saúde gerados nos anos 2020, 2021 e 2022, a partir das amostras.

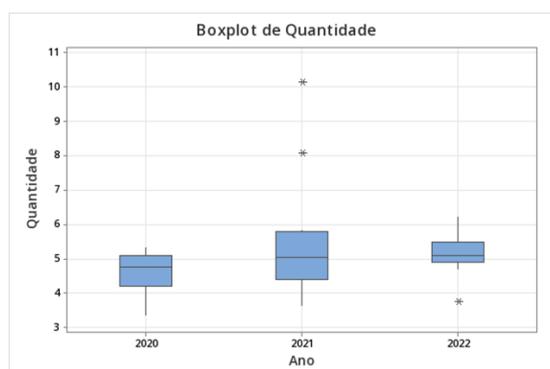


Figura 2. Gráfico Boxplot das amostras consideradas.

Para a análise dos dados, precisa-se primeiro identificar o tipo de teste estatístico será utilizado na análise. Para tanto, é preciso verificar a normalidade dos dados, conforme apresentado na figura 3.

Teste de Normalidade:

H0: Dados apresentam distribuição normal H1: Dados não apresentam distribuição normal

Nível de significância = 5%

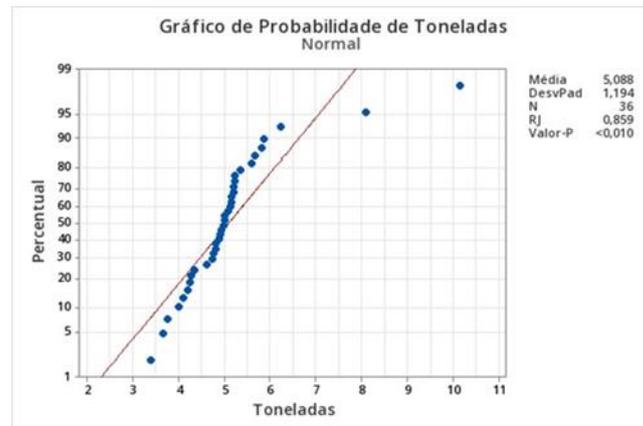


Figura 3. Teste de Normalidade.

Como p-value (ou Valor-p) < 0,010 é inferior ao nível de significância estabelecido de 5% (=0,05) então aceita-se a hipótese alternativa de que os dados não possuem distribuição normal. Então aplica-se o teste para não paramétrico de Kruskal-Wallis quando se tem mais de dois grupos a serem comparados (Tabela 5).

131

Tabela 5. Teste de Kruskal-Wallis

Ano	N	Mediana	Posto médio	Valor-Z
2020	12	4,77	13,8	-1,91
2021	12	5,055	20	0,62
2022	12	5,1	21,7	1,29
Global	36		18,5	

Teste de Kruskal- Wallis

Hipótese nula H_0 : todas as medianas são iguais

Hipótese alternativa H_1 : no mínimo uma mediana é diferente

Método	GL	Valor H	Valor-p
Não ajustado para empates	2	3,81	0,149
Ajustado para empates	2	3,81	0,149

Como p-value = 0,149 é superior ao nível de significância estabelecida, aceita-se a hipótese nula de que as medianas são iguais. Os resultados das amostras revelaram-se estatisticamente sem diferença significativa entre os grupos. Sendo assim, não condizem com

os estudos bibliográficos, que relatam aumento na geração dos RSS no período da pandemia de Covid-19, pelo menos no que se refere ao município de Três Rios/RJ.

CONCLUSÕES

A maioria dos estudos analisados relatam que as principais falhas encontradas no gerenciamento de RSS estão relacionadas à segregação deficiente, falta de informação por parte dos funcionários que realizam o manejo dos resíduos e recursos insuficientes. Verifica-se também a necessidade de se investir em treinamento dos gestores responsáveis pelo gerenciamento dos RSS, principalmente em relação ao conhecimento da legislação.

O gerenciamento de resíduos gerados pela sociedade moderna requer não apenas à organização e a sistematização das fontes geradoras, mas também uma consciência coletiva e cuidados especiais devido à presença de agentes biológicos e químicos que são potencialmente prejudiciais à Saúde Pública, a saúde ocupacional e a saúde do Meio Ambiente.

AGRADECIMENTOS

A Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Três Rios e a empresa Força Ambiental Ltda., pelo fornecimento dos dados.

132

REFERÊNCIAS

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução ANVISA RDC nº 306/2004. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução ANVISA RDC nº 222/2018. Regulamenta as Boas Práticas de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde e dá outras providências.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357/2005. 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. Brasília, 2005.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 358/2005. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde. Brasília, 2005.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 430/2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. 53



BRASIL. Lei n. 12305 de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial. Brasília, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>.

CAMARGO, Â. R.; DE MELO, I. B. N. A percepção profissional sobre o gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde em unidades básicas e ambulatórios de saúde em um município da Região Metropolitana de Sorocaba, SP, Brasil. 2017.

COSTA, V. M.; BATISTA, N. J. C. Gerenciamento de resíduos de serviço de saúde: uma revisão integrativa/waste management health care: an integrative review. Saúde em Foco, v.3, n.1, p.124-145, 2016.

DE FREITAS FREIRE, N. F. et al. Descarte de materiais infectantes e não infectantes no ambiente de centro cirúrgico. In: Congresso Nacional do Meio Ambiente, 19, 2020, Poços de Caldas. Anais...Poços de Caldas, 2020.

JANAILMA P. M. Gestão de resíduos de serviço de saúde de um hospital público: Contribuições ambientais e sociais. 2021.

NITSCHKE, M. J. T. et al. Resíduos de serviço de saúde em unidade de terapia intensiva do pronto-socorro do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Botucatu-UNESP. Revista Ciência em Extensão, v.10, n.3, p.108-122, 2014.

ROCHA, J. V. R.; ROCHA, L. S. DOS S.; MADUREIRA, M. T. A importância do tratamento e descarte adequados dos resíduos de serviços de saúde em tempos de pandemia Covid-19. Research, Society and Development, 2021.

SILVA, I. A. Gerenciamento dos resíduos sólidos de serviços de saúde. 2022. Disponível em: <https://repositorio.uninter.com/handle/1/1167>.

SOUZA, M. R. C. de; CANGIOLIERI Jr., O. Práticas Ambientalmente Sustentáveis em Gestão de Resíduos de Serviços de Saúde: Uma Revisão. 2021.

VIEIRA, F. W. de S. Disposição final dos resíduos de serviços de saúde: revisão bibliográfica. 2017.

VIEIRA, L. C. Gerenciamento de resíduos sólidos da saúde no noroeste paulista. 2022.

ZAMONER, M. Modelo para avaliação de planos de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde (PGRSS) para Secretarias Municipais da Saúde e/ ou do Meio Ambiente. Ciênc. Saúde Coletiva, v.13, n.6, p.1945-1952, 2008.



ANÁLISE DA COLETA E RECUPERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM QUATRO MUNICÍPIOS DO SUL DE MINAS GERAIS E AVALIAÇÃO DA LOGÍSTICA REVERSA COMO FERRAMENTA PARA MELHORIA DOS INDICADORES

Cléber Moterani Tavares¹
Valquiria Mikaela Rabelo²
Gabriela Azevedo Rocha³
Rafael de Oliveira Tiezzi⁴
Plínio Rodrigues dos Santos Filho⁵

134

¹Doutorando – Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais (PPGCA), Universidade Federal de Alfenas, cleber.tavares@sou.unifal-mg.edu.br

²Doutoranda – Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais (PPGCA), Universidade Federal de Alfenas, valquiria.rabelo@sou.unifal-mg.edu.br

³Doutoranda em Ciências Ambientais – Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais (PPGCA), Universidade Federal de Alfenas, gabriela.rocha@sou.unifal-mg.edu.br

⁴Professor Dr. Universidade Federal de São Carlos (UFScar), Centro de Ciências da Natureza, colaborador do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL- MG), rafaeltiezzi@ufscar.br

⁵Professor Dr. Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG), Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, plinio.santos@unifal-mg.edu.br

INTRODUÇÃO

O crescimento populacional está diretamente ligado ao desenvolvimento econômico de uma sociedade, uma vez que este crescimento faz aumentar a demanda por produtos e serviços, estimulando a indústria, o comércio e o desenvolvimento tecnológico. Contudo a produção, a distribuição e o consumo de bens e serviços impacta significativamente, e quase sempre de forma indiscriminada, os recursos naturais existentes. O consumo não consciente associado a falta de informação da população sobre a geração de resíduos e a má gestão de governos em todas as esferas, foi determinante para que toneladas de resíduos sólidos fossem depositados em lixões, aterros, rios e oceanos, colocando em risco



a saúde do planeta e das pessoas. Segundo Fonseca; Marchi; Fonseca (2000) muitas substâncias tóxicas presentes em resíduos, podem se dissolver na água e apresentam potencial cancerígeno no homem.

A destinação final ambientalmente adequada de resíduos é uma preocupação mundial e o tema tem ganhado cada vez mais destaque em debates entre poder público, sociedade e iniciativa privada. Leis têm sido criadas no sentido de regulamentar práticas ambientalmente corretas para o manejo das toneladas de resíduos geradas diariamente pela humanidade. A destinação inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação, o aproveitamento energético e a disposição final obedecendo a normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, e a minimizar os impactos ambientais adversos (BRASIL, 2010).

Um dos instrumentos para alcançar a destinação final ambientalmente adequada é a logística reversa de resíduos sólidos. Essa ferramenta prevê que os resíduos gerados pelo consumo de bens e serviços retornem aos produtores. Chaves et al. (2019) definem logística reversa como um conjunto de ações que visam a coleta, o transporte, o tratamento e a destinação final dos resíduos sólidos após o consumo.

A introdução de um modelo de logística reversa no Brasil surgiu apenas na segunda década do século XXI, momento em que foi instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) por meio da Lei nº 12.305/2010, sendo esta uma das mais representativas no campo da gestão ambiental, considerando que ela estabelece diretrizes para a gestão de resíduos sólidos, incluindo a logística reversa (BRASIL, 2010).

Todavia, mesmo com novas diretrizes e metas acerca da PNRS boa parte das cidades brasileiras enfrentam problemas e desafios frente a disposição de centros de reciclagem, políticas inadequadas de gestão de resíduos sólidos e a baixa conscientização da população. Neste âmbito, objetiva-se com o presente trabalho analisar os Indicadores de Resíduos Sólidos das cidades de Alfenas, Poços de Caldas, Pouso Alegre e Varginha, localizadas na região sul de Minas Gerais, visando analisar o nível de recuperação da massa coletada e avaliar como a implementação da logística reversa pode contribuir para a melhorias desses níveis.

METODOLOGIA

Esta é uma pesquisa documental de caráter descritivo exploratório, segundo a metodologia descrita por Gil (2002). Os dados foram obtidos a partir do painel de indicadores

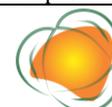


da plataforma do Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS). Os municípios escolhidos foram Alfenas, Poços de Caldas, Pouso Alegre e Varginha, dos quais foram analisados os Indicadores de Resíduos Sólidos disponíveis na plataforma. Os dados computados referem-se ao ano de 2021.

As variáveis consideradas bem como as fórmulas empregadas nos cálculos estão descritas no Quadro 1.

Quadro 1. Indicadores de Resíduos Sólidos do SNIS utilizados nesta pesquisa Fonte: Adaptado de SNIS (2021)

Indicador	Descrição do Indicador	Fórmula	Descrição da Fórmula
Cobertura Total	Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de RDO em relação à população total do município	$(CO164/POP_TOT) \times 100$	CO164» População total atendida no município com coleta regular de pelo menos uma vez por semana
			POP_TOT» População total do município (Fonte: IBGE)
Cobertura Urbana	Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de RDO em relação à população urbana	$(CO050/POP_URB) \times 100$	CO050» População urbana atendida no município, abrangendo o distrito-sede e localidades
			POP_URB» População urbana do município (Fonte: IBGE)
Despesa per capita	Despesa per capita com manejo de RSU em relação à população urbana	FN220/POP_URB	FN220» Despesa total com serviços de manejo de RSU
			POP_URB» População urbana do município (Fonte: IBGE)
Autossuficiência	Auto-suficiência financeira da prefeitura com o manejo de RSU	$(FN222/FN220) \times 100$	FN220» Despesa total com serviços de manejo de RSU
			FN222» Receita arrecadada com taxas e tarifas referentes à gestão e manejo de RSU
Custo Coleta	Custo unitário médio do serviço de coleta (RDO + RPU)	$(FN206+FN207)/(CO116+CO117+CS048)$	CO116» Quantidade de RDO e RPU coletada pelo agente público
			CO117» Quantidade de RDO e RPU coletada pelos agentes privados
			CS048» Qtd. recolhida na coleta seletiva executada por associações ou cooperativas de catadores COM parceria/apoio da Prefeitura
			FN206» Despesas dos agentes públicos com o serviço de coleta de RDO e RPU
			FN207» Despesa com agentes privados para execução do serviço de coleta de RDO e RPU
Custo Varrição	Custo unitário médio do serviço de varrição (prefeitura + empresas contratadas)	$(FN212+FN213)/VA039$	FN212» Despesa dos agentes públicos com o serviço de varrição
			FN213» Despesa com empresas contratadas para o serviço de varrição
			VA039» Extensão total de sarjetas varridas pelos executores (Km varridos)
Massa Coletada Total	Massa de resíduos domiciliares e públicos (RDO+RPU) coletada per capita em relação à população total atendida pelo serviço de coleta	$((CO116+CO117+CS048+CO142)/CO164) \times (1000/365)$	CO116» Quantidade de RDO e RPU coletada pelo agente público
			CO117» Quantidade de RDO e RPU coletada pelos agentes privados
			CO142» Quantidade de RDO e RPU coletada por outros agentes executores
			CO164» População total atendida no município com coleta regular de pelo menos uma vez por semana
			CS048» Qtd. recolhida na coleta seletiva executada por associações ou cooperativas de catadores COM parceria/apoio da Prefeitura
Massa Coletada Urbana	Massa coletada (RDO +RPU) per capita em relação à população	$((CO116+CO117+CS048+CO142)/POP_URB) \times (1000/365)$	CO116» Quantidade de RDO e RPU coletada pelo agente público
			CO117» Quantidade de RDO e RPU coletada pelos



	urbana	5)	agentes privados
			CO142» Quantidade de RDO e RPU coletada por outros agentes executores
			CS048» Qtd. recolhida na coleta seletiva executada por associações ou cooperativas de catadores COM parceria/apoio da Prefeitura
			POP_URB» População urbana do município (Fonte: IBGE)
Massa RDO Coletada	Massa (RDO)coletada per capita em relação à população atendida com serviço de coleta	$((CO108+CO109+CS048+CO140)/CO164)X(100/365)$	CO108» Quantidade de RDO coletada pelo agente público
			CO109» Quantidade de RDO coletada pelos agentes privados
			CO140» Quantidade de RDO coletada por outros agentes executores, exceto copo. ou associações de catadores
			CO164» População total atendida no município com coleta regular de pelo menos uma vez por semana
			CS048» Qtd. recolhida na coleta seletiva executada por associações ou cooperativas de catadores COM parceria/apoio da Prefeitura
Massa Coletada Reciclável	Massa per capita de materiais recicláveis recolhidos via coleta seletiva	$(CS026/POP_URB)X1000$	CS026» Qtd. total recolhida pelos agentes executores da coleta seletiva
			POP_URB» População urbana do município (Fonte: IBGE)
Massa Recuperada	Massa recuperada per capita de materiais recicláveis (exceto matéria orgânica e rejeitos) em relação à população urbana	$(CS009/POP_URB)X1000$	CS009» Quantidade total de materiais recicláveis recuperados
			POP_URB» População urbana do município (Fonte: IBGE)
Taxa de Recuperação	Taxa de recuperação o de materiais recicláveis (exceto matéria orgânica e rejeitos) em relação à quantidade total (RDO + RPU) coletada	$(CS009/(CO116+CO117+CS048+CO142))X100$	CO116» Quantidade de RDO e RPU coletada pelo agente público
			CO117» Quantidade de RDO e RPU coletada pelos agentes privados
			CO142» Quantidade de RDO e RPU coletada por outros agentes executores
			CS009» Quantidade total de materiais recicláveis recuperados
			CS048» Qtd. recolhida na coleta seletiva executada por associações ou cooperativas de catadores COM parceria/apoio da Prefeitura
Trabalhadores	Taxa de empregados em relação à população urbana	$((TB013+TB014)/POP_URB)X1000$	POP_URB» População urbana do município (Fonte: IBGE)
			TB013» Quantidade de trabalhadores de agentes públicos envolvidos nos serviços de manejo de RSU
			TB014» Quantidade de trabalhadores de agentes privados envolvidos nos serviços de manejo de RSU
			TB016» Existência de frente de trabalho temporária que é empregada quando há necessidade de prestação de serviços extraordinários ou intermitentes, por exemplo, limpeza urbana em períodos festivos, reforço das equipes de manejo de resíduos sólidos em períodos de veraneio nos municípios litorâneos e entre outras situações

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Antes de analisar a situação individual destes municípios sul mineiros é importante contextualizar a situação vivida pelo país. Analisando o cenário nacional, dados do SNIS mostram que no ano de 2021 o Brasil coletou 65,6 milhões de toneladas de resíduos



sólidos urbanos (RSU). Desse total, apenas 1,75 milhão de toneladas de resíduos recicláveis secos foram coletados (aproximadamente 2,7%). Ao final, apenas 1,12 milhão de toneladas (aproximadamente 64%) foram recuperadas. Isso significa que o país conseguiu recuperar apenas 1,7% de todo o resíduo que coletou.

Esse baixo nível de aproveitamento de resíduos provavelmente tem relação com outro número alarmante: em 2021 apenas 32% dos municípios brasileiros possuíam coleta seletiva. Ainda segundo a metodologia de cálculo do SNIS, tudo aquilo que não foi reciclado, algo em torno de 64,1 milhões de toneladas, teve como destino lixões (15%), aterros sanitários (73%) e aterros controlados (12%).

Em relação às cidades analisadas neste estudo, pode-se observar que apenas a cidade de Poços de Caldas é coberta em sua totalidade pelo serviço de coleta de RSU. Já a cidade de Varginha é a que tem a menor despesa per capita com manejo de RSU em relação à população urbana, seguida da cidade de Poços de Caldas. Entretanto, a cidade não apresentou dados do custo unitário médio do serviço de coleta. Por outro lado, foi observado um alto índice do custo unitário médio do serviço de coleta na cidade de Pouso Alegre 472,63 (R\$/tonelada). Esse dado diverge do que é encontrado na pesquisa de Lima et al. (2016), onde os autores destacam que o aumento gradativo da quantidade coletada promove ganho de escala e redução dos custos unitários (Tabela 1).

Outro fator importante refere-se à autossuficiência financeira dos municípios em relação ao manejo de RSU. Pode-se observar que apenas as cidades de Poços de Caldas e Varginha disponibilizam tais informações no SNIS. Dentro desse cenário destaca-se que a cidade de Poços de Caldas apresenta 93,87% de autossuficiência, o que a coloca em uma posição vantajosa em relação a boa parte dos municípios brasileiros. Segundo Merloto (2021) os valores arrecadados pelos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos no país continuam insuficientes para manter as atividades rotineiras nos municípios brasileiros.



Tabela 1. Despesa e manejo de RSU nas cidades de Alfenas, Poços de Caldas, Pouso Alegre e Varginha

	Cobertura total	Cobertura urbana	Despesa per capita com manejo de RSU em relação à população urbana (R\$/hab)	Custo unitário médio do serviço de coleta (R\$/t)	Autossuficiência financeira da prefeitura com o manejo de RSU	Custo unitário médio do serviço de varrição (prefeitura + empresas contratadas)
Alfenas	97,32	100	123,76	179,71	Não informado	Não informado
Poços de Caldas	100	100	75,97	90,9	93,87	32,47
Pouso Alegre	91,56	100	189,51	472,63	Não informado	Não informado
Varginha	96,73	99,16	39,43	Não informado	52,08	Não informado

Fonte: Adaptado de SNIS (2021).

A cidade de Poços de Caldas apresenta o maior índice de massa total coletada por dia, 1,03 Kg/hab. Entretanto, quando analisada a massa anual recuperada, ela fica atrás da cidade de Varginha que recupera 24,34 Kg/hab/ano (Tabela 2). Segundo dados do SNIS (2021), a taxa de recuperação da cidade de Varginha é tão significativa que chega a ser maior que a taxa de recuperação da capital do estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, que é de 8,11 Kg/hab/ano.

Frente a recuperação de massa, Mersoni et al. (2017), destacam que este é um parâmetro que permite analisar a eficiência do serviço de coleta seletiva dos municípios além da triagem realizada pelos catadores de materiais recicláveis, bem como a qualidade dos resíduos coletados seletivamente. Dessa forma, é importante salientar que as cidades de Alfenas, Pouso Alegre e Varginha não informaram todos os dados de coleta de massa na cidade, impactando a análise dos dados.

Segundo Barbosa et al. (2020), a análise dos indicadores é de suma importância para a avaliação do setor, uma vez que contribui com o diagnóstico e monitoramento dos programas de gestão de RSU, além de auxiliar na definição de objetivos e metas. Ademais, este tipo de análise dos municípios propicia um panorama da gestão de RSU que contribui com a definição de prioridades e análise de pontos críticos, auxiliando em tomadas de decisões futuras.



Tabela 2. Análise de massa coletada e recuperada de RDO nas cidades de Alfenas, Poços de Caldas, Pouso Alegre e Varginha

	Massa coletada total (Kg/hab/dia)	Massa coletada urbana (Kg/hab/dia)	Massa RDO coletada (Kg/hab/dia)	Massa coletada reciclável (Kg/hab/ano)	Massa recuperada (Kg/hab/ano)	Taxa recuperação
Alfenas	0,67	0,7	0,67	Não informado	Não informado	Não informado
Poços de Caldas	1,03	1,06	0,68	20,28	0,97	0,25%
Pouso Alegre	0,73	0,73	Não informado	2,83	0,96	0,36%
Varginha	0,8	0,8	Não informado	27,04	24,34	8,31%

Fonte: adaptado de SNIS (2021).

Diante deste cenário pode-se observar que a taxa de recuperação da massa reciclável é extremamente baixa nas cidades de Poços de Caldas, Pouso Alegre e Varginha, uma vez que não atinge 10%. Ainda assim o município de Varginha se destaca com uma taxa de recuperação cerca de vinte vezes maior que as demais cidades. Não é possível compará-la com Alfenas uma vez que o município não informou estes dados.

A interpretação desse dado revela que pelo menos 90% de tudo que é coletado nessas cidades e tem potencial de reciclagem, não é recuperado, uma situação bastante preocupante, uma vez que quando não recuperado, estes resíduos são destinados a aterros e lixões. Diante desse contexto, faz-se necessária uma análise de como a implementação da logística reversa pode contribuir com o aumento da recuperação de RSU nas cidades deste estudo.

Segundo Lima et al. (2015), a logística reversa atua no controle dos resíduos gerados, através de um meio eficiente que agrega valor econômico no processo de coleta e de reintrodução dos materiais descartados pós consumo através de incorporação em outros ciclos produtivos, buscando alternativas de reaproveitamento, reciclagem e em último caso na destinação final adequada.

De acordo com Ribeiro (2017), a implementação da logística reversa de forma eficiente possibilita que os resíduos sejam coletados, separados e destinados de forma sustentável, o que não significa necessariamente que os resíduos precisem retornar ao fabricante. Dessa forma, os custos de coleta deixam de ser das prefeituras e passam a ser geridos por empresas que os geraram, princípio poluidor-pagador.

Outro dado relevante obtido do SNIS tem relação com atores que trabalham no processo de reciclagem. É possível observar, por exemplo, que a cidade de Poços de Caldas



apresenta uma maior quantidade de trabalhadores envolvidos nos serviços de manejo de RSU: são 2,12 empregados para cada 1000 habitantes, seguido de Alfenas (1,76), Pouso Alegre (1,45) e Varginha (1,38).

No entanto, é preciso destacar que a atuação direta das pessoas que trabalham no manejo de RSU é apenas uma parte da responsabilidade compartilhada, prevista na PNRS. A política é bem clara ao destacar que empresas, consumidores e poder público possuem papéis e responsabilidades equivalentes nesse processo (BRASIL, 2010). Isso significa que o funcionamento da logística reversa depende da atuação de todos, desde quem produz até quem consome, passando por gestores de todas as esferas do poder público, profissionais da coleta e separação de materiais, associações de catadores, usinas de reciclagem e pela sociedade como um todo.

CONCLUSÕES

Através dos dados analisados, pode-se concluir que apenas a cidade de Poços de Caldas está 100% coberta por serviços de coleta de RSU, por outro lado é a cidade, dentre as pesquisadas, que menos recupera a massa coletada. Ainda em relação a Poços de Caldas, merece destaque o fato de que a cidade possui elevada autossuficiência na coleta de resíduos, o que a difere - positivamente - da maior parte dos municípios brasileiros nesse quesito. Quando se analisa a taxa de recuperação, a cidade de Varginha se destaca por ser a que possui maior índice de recuperação de massa coletada reciclável, dentre os municípios analisados. Do ponto de vista econômico, a cidade de Pouso Alegre chama a atenção por possuir, dentre os municípios pesquisados, o maior custo unitário médio do serviço de coleta.

Uma situação preocupante identificada nesta pesquisa refere-se ao fato de que as cidades de Alfenas, Pouso Alegre e Varginha, deixaram de informar diversos dados ao SNIS, o que impacta negativamente a transparência dos atos do poder público, a possibilidade de desenvolvimento de ações e a implementação de estratégias de destinação correta de RSU. Diante das informações analisadas é possível concluir que as quatro cidades avaliadas, que são referências no sul de Minas Gerais, não dispõem de uma coleta de RSU eficiente. Também não é eficiente nessas cidades a taxa de recuperação da massa reciclável coletada. Partindo do princípio de que o resíduo já é coletado e é considerado reciclável, a taxa de recuperação poderia ser muito mais alta.

Conclui-se, portanto, que a logística reversa não funciona de forma efetiva nesses municípios. Neste aspecto, torna-se necessária e urgente uma avaliação profunda a ser



realizada pelos órgãos públicos frente aos dados analisados, de forma que sejam desenvolvidas e implementadas estratégias que minimizem os impactos dos resíduos nestes locais.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, L. N. V. et al. Estudo de indicadores para a gestão de resíduos sólidos urbanos no município de Maracanaú – Ceará. *Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade*, v.9, n.18, p.64-78, 2020.

BRASIL. LEI Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Disponível em: <https://encurtador.com.br/dgnFX>. Acesso em: 23 jul. 2023.

CHAVES, G. de L. D. et al. Logística reversa: o estado da arte e perspectivas futuras. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v.24, n.4, p.821-831, 2019.

FONSECA, J. C. L. D.; MARCHI, M. R. R. D.; FONSECA, J. C. L. D. Substâncias químicas perigosas à saúde e ao ambiente. Programa Internacional de Segurança Química–Organização Mundial de Saúde, 2000. Disponível em: https://www2.unesp.br/Home/costsa_ses/20110610_084213.PDF. Acesso em: 23 de jul. de 2023.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

LIMA, M. C. M. et al. A logística reversa como instrumento de efetividade do princípio poluidor-pagador na redução dos impactos ambientais. *Scientia Iuris*, v.19, n.2, p.101, 2015.

LIMA, P. de M. et al. Análise de custos do planejamento estratégico do sistema integrado de resíduos sólidos urbanos em Campo Grande/MS. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v.27, n.4, p.749-759, 2022.

MERLOTO, M. C. Análise de políticas públicas e orçamentárias voltadas ao manejo de resíduos sólidos em município de pequeno porte. 130f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Sorocaba, 2021.

MERSONI, C. et al. Comparação de cenários de tratamento de resíduos sólidos urbanos por meio da técnica da Avaliação do Ciclo de Vida: o caso do município de Garibaldi, RS. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v.22, n.5, p.863-875, 2017.

RIBEIRO, F. de M. Implantação da Logística Reversa no Estado de São Paulo. Online: *Fecomercio*, 2017. Disponível em:



https://www.fecomercio.com.br/public/upload/editor/pdfs/logistica_reversa_flavio_ribeiro.pdf. Acesso em: 24 jul. 2023.



ALTERAÇÃO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE HELIANTHUS ANNUUS EXPOSTA A EXTRATO DE ALGA VERMELHA

João Vitor Barbosa Calvelli¹

Lucas Adriano Moreira²

Gabriela Ezequiel Costa Martins³

Antonio Rodrigues da Cunha Neto⁴

Sandro Barbosa⁵

¹Doutorando em Ciências Ambientais, Universidade Federal de Alfenas - MG, jvcalvelli@outlook.com

²Graduando em Biotecnologia, Universidade Federal de Alfenas - MG, lucas.moreira@sou.unifal-mg.edu.br

³Doutoranda em Ciências Ambientais, Universidade Federal de Alfenas - MG, martinsgec@gmail.com

⁴Pesquisador de pós-doutoramento no programa de pós-graduação em Ciências Ambientais, Universidade Federal de Alfenas - MG, antoniorodrigues.biologia@gmail.com

⁵Professor Associado IV, Instituto de Ciências da Natureza, Universidade Federal de Alfenas - MG, sandro.barbosa@unifal-mg.edu.br

144

INTRODUÇÃO

A cultura do girassol (*Helianthus annuus*) desempenha um papel significativo na economia global, sendo uma das principais fontes de óleo em escala mundial. Nesse cenário, é crucial que os agricultores tenham acesso a sementes de excelente qualidade para estabelecer adequadamente plantações comerciais, permitindo um crescimento rápido e saudável das plantas. Essas condições são essenciais para obter colheitas de alta produtividade (REIS et al., 2014; CASTRO MORAIS et al., 2021).

Na agricultura em geral, a semente desempenha um papel crucial e determinante para o êxito das culturas. A qualidade fisiológica da semente, que é representada principalmente pela sua taxa de germinação e vigor, é de extrema importância para o estabelecimento adequado das plantas no campo (SILVA & SILVA, 2021).

Com o objetivo de fornecer informações mais abrangentes sobre o desempenho de plantas em campo, surgiram os testes de vigor. O vigor das sementes é uma característica complexa que fornece informações adicionais para diferenciar lotes de sementes com níveis aceitáveis de germinação (ROCHA et al., 2015).



As sementes de excelente qualidade, especialmente as provenientes de espécies cultivadas, podem ser identificadas como aquelas que apresentam uma capacidade elevada de germinação, aliada a um vigor substancial. Tal combinação resulta no estabelecimento uniforme de plântulas, mesmo em condições adversas (CASTRO MORAIS et al., 2021).

O teste de germinação de sementes utilizando os bioensaios é um ensaio ecotoxicológico amplamente utilizado devido à sua praticidade, rapidez e baixo custo. Esse teste avalia a capacidade de germinação e formação de raízes em sementes de diferentes espécies após exposição a uma amostra. Ele evidencia os efeitos de agentes tóxicos no crescimento e saúde dos organismos. Para determinar doses seguras de exposição, são considerados fatores como propriedades da amostra, duração e via de exposição, além das características das espécies utilizadas (RODRIGUES et al., 2022).

Ao longo dos anos, tem havido um aumento no uso de algas marinhas na agricultura, sendo essenciais testes em bioensaios para verificar sua eficácia. Esses organismos possuem propriedades bioestimulantes nas plantas, promovendo um melhor desenvolvimento vegetal geral e aumentando a resistência a estresses. Os extratos de algas são empregados no tratamento de sementes ou aplicados diretamente nas folhas. Portanto, na agricultura orgânica, o uso de algas marinhas pode ser uma alternativa viável à aplicação de fitormônios (SILVA & SILVA, 2021).

As algas vermelhas (Figura 1), apresentam a capacidade de induzir o crescimento das plantas devido à presença de polissacarídeos bioativos que afetam diversos processos fisiológicos. Essas substâncias podem estimular a síntese de reguladores vegetais, como o ácido indolacético e o ácido giberélico, além de promover alterações na produção de metabólitos secundários. Em altas concentrações, extratos de algas vermelhas podem ser tóxicos e afetar no balanço hídrico reduzindo assim a germinação da cultura testada. No entanto, existem poucos estudos de pesquisa disponíveis sobre a utilização de algas vermelhas no tratamento de sementes (SILVA & SILVA, 2021).





Figura 1. Imagem gerada por inteligência artificial de *kappaphycus alvarezii*.

Diante da necessidade de explorar os benefícios de bioestimulantes na agricultura, assim como avaliar o potencial fitotóxico, objetivou-se testar o uso de extrato de alga vermelha na germinação e o índice de velocidade de germinação de sementes de *Helianthus annuus*.

146

METODOLOGIA

Local de experimentação

Todos os ensaios foram conduzidos utilizando recursos e estrutura do Laboratório de Biotecnologia Ambiental & Genotoxicidade (BIOGEN), lotado no Instituto de Ciências da Natureza da Universidade Federal de Alfenas – MG.

Preparo das amostras

Extratos de *kappaphycus alvarezii* foram obtidos de forma comercial e fracionados em tubos falcon de 50 ml e congelados a fim de garantir maior estabilidade do produto. O extrato foi diluído utilizando água de torneira, com o objetivo de simular seu uso em produções agrícolas, nas concentrações 0,5; 1; 2; 4; 8 e 16%.

Germinação

Foram utilizadas sementes de *Helianthus annuus* obtidas comercialmente para testar as diferentes concentrações dos extratos de *kappaphycus alvarezii*. Dez sementes foram dispostas em Gerbox em cima de dois papéis germitest umedecidos com 2,5 vezes o peso do



papel com os diferentes tratamentos utilizando os extratos de *kappaphycus alvarezii* com 4 repetições cada. As Gerbox foram mantidas em câmara de germinação do tipo B.O.D. em temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12 horas. A avaliação da germinação seguiu os parâmetros de germinação fisiológica que consiste na protrusão da radícula, avaliados com 96 horas e 216 horas expressos em porcentagem (BRASIL, 2009).

Índice de velocidade de germinação

Para o cálculo do índice de velocidade germinação, foi avaliado a protrusão da radícula a cada 12 horas e calculado através da seguinte formula proposta por Maguire (1962).

$$IVG = (N1/1) + (N2/2) + \dots + (Nn/n)$$

Onde: Nn = número total de sementes germinadas; n = intervalo de tempo.

Plântulas normais

Ao final do experimento, ao nono dia, foram avaliados a porcentagem de plântulas normais. Foram consideradas normais aquelas plântulas que possuíam raiz e parte aérea bem desenvolvidas sem nenhum tipo de injuria ou anormalidade, sendo sempre comparadas ao controle (BRASIL, 2009).

147

Delineamento experimental e análise estatística

O experimento foi em delineamento inteiramente casualizado composto por fatorial simples que consiste nas diferentes concentrações de extrato de *kappaphycus alvarezii* nas concentrações 0,5; 1; 2; 4; 8 e 16% e água de torneira como controle negativo. Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e teste de Skott-Knott para comparação entre médias através do software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2019).

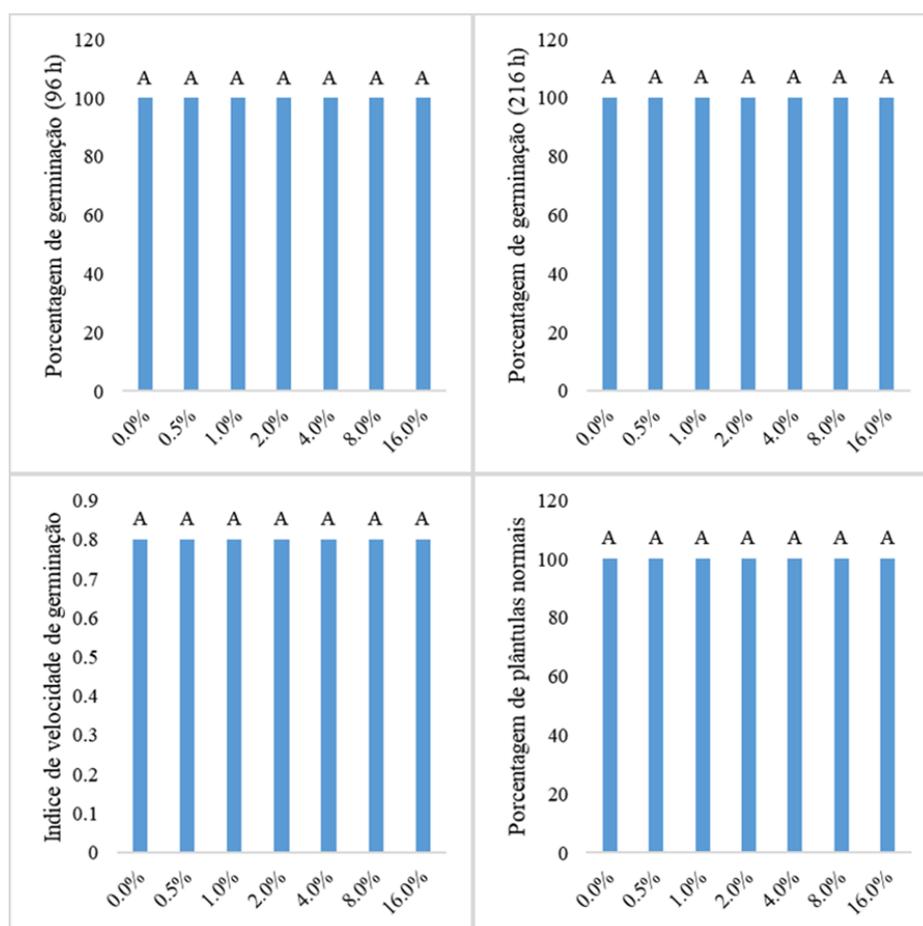
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a exposição das sementes de *Helianthus annuus* às diferentes concentrações dos extratos de *Kappaphycus alvarezii*, verificou-se que não houve diferença estatística entre os tratamentos para o parâmetro de germinação após 96 horas e 216 horas (Figura 2A, B). Esse resultado indica que as concentrações dos extratos testados não influenciaram significativamente a taxa de germinação das sementes.



Da mesma forma, o índice de velocidade de germinação (Figura 2C) e o número de plântulas normais (Figura 2D) também não apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos. Isso sugere que as concentrações dos extratos de *Kappaphycus alvarezii* não afetaram a velocidade de germinação das sementes nem a proporção de plântulas saudáveis desenvolvidas a partir delas.

Esses resultados indicam que, para os parâmetros avaliados, as diferentes concentrações dos extratos de *Kappaphycus alvarezii* não tiveram efeito significativo no processo de germinação e no desenvolvimento inicial das plântulas de *Helianthus annuus*.



148

Figura 2. Parâmetros de germinação com (A) 96 horas, (B) 216 horas, (C) índice de velocidade de germinação e (D) plântulas normais.

Os resultados obtidos sugerem um potencial tolerância das sementes de *Helianthus annuus* ao extrato de *Kappaphycus alvarezii*, uma vez que, embora não tenham sido observados efeitos positivos, também não foram detectados indícios de toxicidade. Os resultados indicam que a exposição das sementes ao extrato não teve impacto prejudicial sobre a viabilidade das sementes ou o desenvolvimento inicial das plântulas. Essa falta de



efeitos adversos sugere a possibilidade de uma interação neutra ou uma baixa sensibilidade das sementes de girassol ao extrato testado.

As macroalgas são utilizadas na agricultura devido aos benefícios fisiológicos observados em diferentes culturas, atribuídos à oferta de macro e micronutrientes essenciais. Dentre as classes de hormônios vegetais clássicos e reguladores de crescimento encontrados em algas marinhas, estão o ácido abscísico, auxinas, citocininas, giberelinas, brassinosteróides, poliaminas, entre outros (CRAIGIE, 2011).

Os resultados observados podem ser atribuídos, em parte, ao fato de que os testes foram realizados em sementes. Estudos anteriores na literatura destacaram os benefícios do uso do extrato de *Kappaphycus alvarezii* na agricultura, especialmente por meio da pulverização foliar. Estudos realizados em campo utilizando soja mostrou que o extrato de alga teve efeitos positivos no crescimento, produção e consumo de nutrientes na cultura. Essas descobertas indicam que o uso do extrato de *Kappaphycus alvarezii*, através da pulverização foliar, pode ter impactos benéficos em várias culturas agrícolas (BERTOLIN et al., 2010; CARVALHO et al., 2013).

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos demonstram que o extrato de *Kappaphycus alvarezii* não apresenta efeitos significativos nos parâmetros de germinação e desenvolvimento inicial das plântulas de *Helianthus annuus*. A ausência de diferenças estatísticas observadas nas taxas de germinação indica que as concentrações dos extratos testados não influenciaram de forma significativa a capacidade de germinação das sementes. Além disso, o índice de velocidade de germinação e o número de plântulas normais não apresentaram variações estatisticamente significativas entre os tratamentos.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Brasil (CAPES) Código de Financiamento 001 e PDPG nº 1026/2022. Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG),

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), ao Programa de pós-graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal de Alfenas, Unifal-MG e a empresa Maricultura Regenerativa Ltda pela parceria.



REFERÊNCIAS

- BERTOLIN, D. C.; SÁ, M. E. D.; ARF, O.; FURLANI JUNIOR, E.; COLOMBO, A. D. S.; CARVALHO, F. L. B. M. D. Aumento da produtividade de soja com a aplicação de bioestimulantes. *Bragantia*, v.69, p.339-347, 2010.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para Análise de Sementes (RAS). Brasília: MAPA/Secretaria de Defesa Agropecuária, 2009.
- CARVALHO, J. C.; VIECELLI, C. A.; DE ALMEIDA, D. K. Produtividade e desenvolvimento da cultura da soja pelo uso de regulador vegetal. *Acta Iguazu*, v.2, p.50-60, 2013.
- CASTRO MORAIS, T.; DOS SANTOS DIAS, D. C. F.; PINHEIRO, D. T.; GAMA, G. F. V.; DA SILVA, L. J. Qualidade fisiológica e ação enzimática antioxidante em sementes de girassol expostas à deterioração. *Revista Caatinga*, v.34, n.3, p.570-579, 2021.
- CRAIGIE, J. S. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. *Journal of applied phycology*, v.23, p.371-393, 2011.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs: Sisvar. *Brazilian Journal of Biometrics*, v.37, n.4, p.529-535, 2019.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination—Aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, v.2, n.2, p.176-177, 1962.
- REIS, R. M.; SOUZA, M. F.; QUEIROZ, G. P.; SIEBERT, I. G.; SILVA, D. V.; FERREIRA, E. A.; SILVA, A. A. Tolerância do girassol a herbicidas aplicados em pós-emergência. *Revista Brasileira de Herbicidas*, v.13, p.15-22, 2014.
- ROCHA, C. R. M. D.; SILVA, V. N.; CICERO, S. M. Avaliação do vigor de sementes de girassol por meio de análise de imagens de plântulas. *Ciência Rural*, v.45, p.970-976, 2015.
- RODRIGUES, V. D.; CASSIMIRO, G. D.; OGURA, A. P.; DOS SANTOS PARO, R. M.; MOREIRA, R. A. Construindo conceitos de Ecotoxicologia no Ensino Básico: experimentos com plantas. *Ecotoxicology and Environmental Contamination*, v.17, n.2, p.64-77, 2022.
- SILVA, M. B. P.; SILVA, V. N. Biocondicionamento de sementes de tomate com extrato de alga vermelha. *Scientific Electronic Archives*, v.14, n.3, p.28-36, 2021.



LICENCIAMENTO AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE IGARAPÉ/MG: IMPORTÂNCIA E DESAFIOS

Larissa Cristina Gomes Ribeiro¹

Wender Lucas de Almeida²

Vanderlei de Souza Santos³

Bárbara Amaysa Pereira dos Santos⁴

Isaias de Barros Abreu⁵

Luciano dos Santos Rodrigues⁶

¹Engenheira Química e de Segurança do Trabalho, Departamento de Regularização e Licenciamento Ambiental de Igarapé, especialista em Auditoria, Perícia e Licenciamento Ambiental, larissacristinagomes@hotmail.com

²Biólogo, Departamento de Regularização e Licenciamento Ambiental de Igarapé, Mestre em Manejo e Conservação de Ecossistemas Naturais e Agrários pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), licenciamento@meioambiente.igarape.mg.gov.br

³Tecnólogo em Gestão Ambiental, Departamento de Regularização e Licenciamento Ambiental de Igarapé, especialista em Engenharia Ambiental e Saneamento, licenciamento@meioambiente.igarape.mg.gov.br

⁴Engenheira Química, Departamento de Regularização e Licenciamento Ambiental de Igarapé, pós-graduanda em Engenharia de Petróleo e Gás, licenciamento@meioambiente.igarape.mg.gov.br

⁵Engenheiro de Produção e Sanitarista, Secretário de Meio Ambiente - SEMA de Igarapé, especialista em Meio Ambiente, sema@meioambiente.igarape.mg.gov.br

⁶Dr. Professor da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), lsantosrodrigues@gmail.com

151

INTRODUÇÃO

A Revolução Industrial iniciada na Inglaterra no século XVIII se destacou como um período histórico que provocou diversas mudanças benéficas para as civilizações, mas também contribuiu para alterações adversas de cunho ambiental (MESSIAS et al., 2012). A Revolução Industrial e a intensificação do consumo instigada pelo sistema de produção capitalista vigente têm proporcionado significativas alterações nos ecossistemas, mediante interferências humanas causadoras de grandes impactos ambientais (ALCANTARA, 2012).

A sustentabilidade é algo que tem sido tratada desde o final do século XX pela Organização das Nações Unidas (ONU), devido à crescente preocupação com o futuro da humanidade que pode ser prejudicado pelas alterações ambientais causadas pelas ações antrópicas.

Após a realização da primeira conferência ambiental internacional que reuniu governantes de diversos países do mundo em 1972, conhecida como a Conferência de Estocolmo, em 1983 a ONU instituiu a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e



Desenvolvimento, a qual publicou em 1987 o relatório que ficou mundialmente conhecido como Relatório Brundtland (ABREU, 2001). O citado relatório instituiu o conceito do que seria desenvolvimento sustentável, dando início aos debates sobre como proporcionar o desenvolvimento de forma harmônica com a preservação ambiental (ABREU, 2001).

Mais recentemente os países membros integrantes da Assembleia Geral da ONU firmaram um compromisso promissor, visando a sustentabilidade, por meio da Agenda 2030 que contém um conjunto de 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) a serem cumpridos até o ano de 2030 (ROMA, 2019).

Fato peculiar ocorrido em âmbito nacional após a realização da Conferência de Estocolmo foi a publicação da Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) instituída pela Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que regulamentou o licenciamento ambiental como um dos seus instrumentos (BRASIL, 1981), sendo este dispositivo, assim como a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), muito importante para o controle de atividades potencialmente poluidoras em âmbito nacional.

Sete anos após a publicação da PNMA, com o advento da nova constituição federal conhecida como a “Constituição de 1988”, em seu Art. 255, foi definida a competência comum entre os entes da federação brasileira (Governo Federal, Estadual e Municipal) para proteção do meio ambiente, porém, após a década de 1990 vários municípios ainda não tinham implantado o licenciamento ambiental exercendo sua competência constitucional (NASCIMENTO; ABREU; FONSECA, 2020). Para dissipar dúvidas sobre os limites da competência comum entre os entes federados foi publicada a Lei Complementar Federal nº 140, de 08 de dezembro de 2011, a qual especificou as ações referentes à questão ambiental que são de competência específica de cada ente federado e quais são comuns a todos os três entes (BRASIL, 2011).

Em Minas Gerais, o órgão ambiental estadual emitiu a Deliberação Normativa COPAM nº 213, de 22 de fevereiro de 2017, estabelecendo as tipologias de empreendimentos e atividades que devem buscar sua regularização junto aos municípios, tendo em vista que seus impactos ambientais seriam de âmbito local (MINAS GERAIS, 2013), sendo modificada em 2018 com a publicação da Deliberação Normativa COPAM nº 219, de 02 de fevereiro de 2018 (MINAS GERAIS, 2018).

No mesmo ano de publicação da DN COPAM nº 213/2017, o Município de Igarapé – MG se manifestou junto ao órgão ambiental estadual o desejo de assumir a competência originária para licenciamento, tendo em vista os benefícios estimados para o controle e



fiscalização dos empreendimentos e atividades potencialmente poluidoras inseridas no perímetro municipal, visto que o órgão ambiental municipal, em tese, é mais acessível à população, possui maior conhecimento do território e suas peculiaridades para fiscalização e previsão de aumento de arrecadação com as taxas de análise dos processos que poderiam ser revertidas em ações de preservação ambiental, entre outros aspectos.

O Município de Igarapé já possuía uma Política Municipal de Meio Ambiente instituída pela Lei Complementar Municipal nº 05, de 07 de maio de 2007, regulamentada pelo Decreto Municipal nº 1.275, de 17 de setembro de 2007 (IGARAPÉ, 2007a), infraestrutura e número de técnicos razoável, porém a efetivação do licenciamento municipal exigia a superação de alguns desafios.

Dentre as adequações necessárias, destacamos a necessidade de capacitação dos técnicos da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMA) frente à nova demanda, criação de uma Deliberação Normativa que regulamentasse o processo de licenciamento desde o requerimento do empreendedor até a emissão da licença ambiental e fiscalização das condicionantes a serem cumpridas pelo empreendedor pós-licença; adequação do Código Tributário Municipal para comportar as taxas de protocolo e de reembolso da análise do processo; ajustes no sistema eletrônico contratado pela prefeitura para que o requerimento e análise do processo de licenciamento ambiental fosse todo virtual e fortalecimento do Departamento de Regularização e Licenciamento Ambiental da SEMA. Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi demonstrar os desafios enfrentados e superados para implantação do licenciamento ambiental municipal, visando assumir a competência originária disposta no Art. 9º, inciso XIV, alínea “a” e no Art. 18, § 2º da Lei Complementar Federal nº 140/2011 e na DN COPAM nº 213/2017 alterada pela DN COPAM nº 219/2018.

153

METODOLOGIA

O Município de Igarapé-MG está inserido na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), há aproximadamente 47 Km da capital mineira, confrontando com os municípios de Juatuba, São Joaquim de Bicas, Itatiaiuçu, Brumadinho, Mateus Leme e Betim, tendo como principal via de acesso à Rodovia Fernão Dias (BR 381) que liga Belo Horizonte a Cidade de São Paulo (ALMEIDA 2003).

O território municipal possui área de 110,942 km², população estimada de 45.847 pessoas conforme censo 2022, PIB per capita de R\$ 20.834,72 (estimativa 2020) e possui vegetação nativa do Bioma Cerrado e de Mata Atlântica (IBGE, 2023). 64% (7.100 hectares)



do território abrange uma unidade de conservação municipal (UC) de uso sustentável denominada Área de Proteção Ambiental de Igarapé (APA de Igarapé), correspondente à fração da Bacia Hidrográfica do Sistema Serra Azul de abastecimento público concomitante ao município (ALMEIDA, 2003; TASSINARI, 2020). A referida UC foi criada pela Lei Municipal nº 1.306, de 16 de maio de 2003 e regulamentada pelo Decreto Municipal nº 1.104, de 16 de maio de 2003 (IGARAPÉ, 2003).

De acordo com a Lei Complementar nº 03, de 03 de janeiro de 2007, que dispõe sobre o Macrozoneamento do Plano Diretor Municipal de Igarapé, dentro da APA destaca-se a Zona de Empreendimentos Sustentáveis (ZES) situada na parte Nordeste da unidade de conservação municipal (Figura 1) (IGARAPÉ, 2007b), onde se notam diversos empreendimentos com atividades variadas, predominando os atuantes no ramo logístico, sendo notáveis também várias glebas passíveis de ocupação para novos empreendimentos.

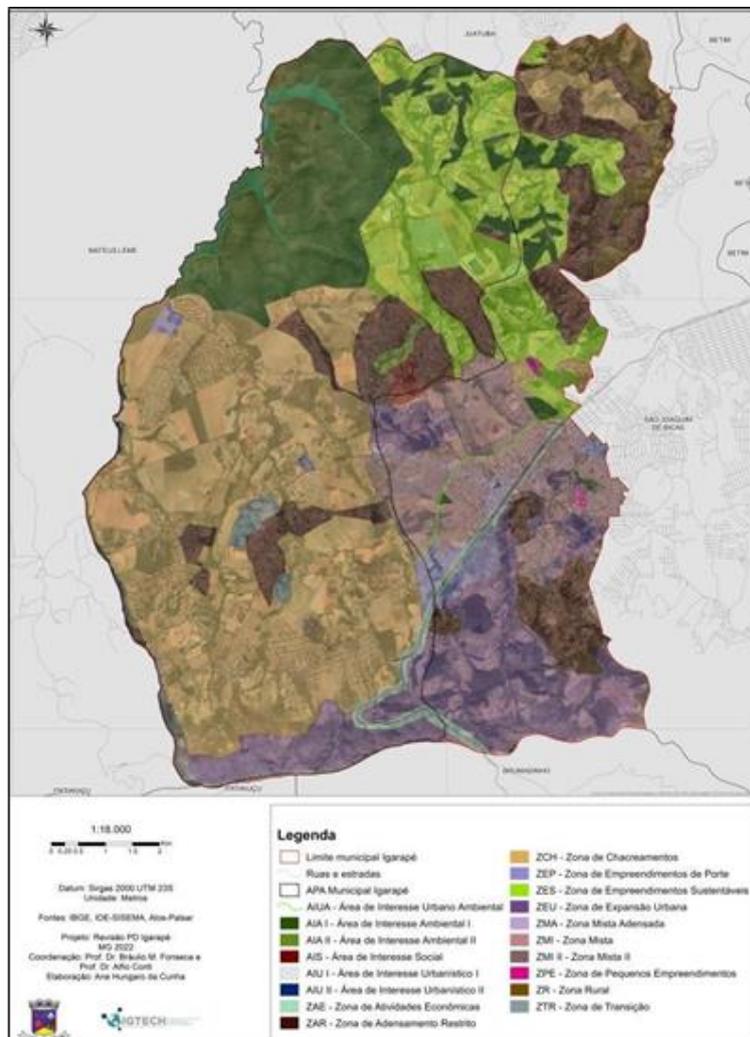


Figura 1. Macrozoneamento municipal de Igarapé – MG.

Fonte: Mapa baseado na Lei Complementar nº 03/2007 atualizada pelo IGTECH - Instituto de Gestão Territorial e Geotecnologias (2022).



Para preparação da SEMA no intuito de instituir o licenciamento ambiental municipal, por meio da técnica Brainstorming (CHAVES, 2006) foi levantado todo o aparato técnico, estrutural e legal do município para verificar as possíveis lacunas a serem preenchidas e as melhores formas de resolução. Com a identificação dos problemas, foram selecionados os que seriam mais e menos urgentes, assim como as formas mais adequadas de resolução levantadas pela equipe da SEMA (Quadro 1).

Os principais problemas levantados se referem ao quantitativo de veículos para vistorias, quantitativo dos equipamentos de escritório e de campo; necessidade de atualização da legislação municipal tributária e ambiental para harmonização com a legislação estadual que sofreu consideráveis alterações nos últimos 10 (dez) anos; emissão de novas normas para regulamentação das disposições sobre licenciamento ambiental previstas na Política Municipal de Meio Ambiente; contratação de novos servidores e capacitação do quadro técnico para análise de diferentes tipos de atividades, seus possíveis impactos ambientais e medidas mitigadoras cabíveis; seleção, aquisição e adequação de software que seja eficiente na condução dos processos de licenciamento para evitar a necessidade de arquivos físicos e proporcionar maior agilidade e eficiência nos trâmites dos processos.

155

Tabela 1. Problemas encontrados e soluções propostas para implantação do Licenciamento Ambiental Municipal em Igarapé – MG

Nº	Problema	Solução Proposta	Grau de Urgência
1	Política Municipal de Meio Ambiente desatualizada, divergente da legislação ambiental estadual em alguns trechos específicos	Elaboração de minuta de Lei Complementar para alterar a Lei Complementar nº 05/2007, principalmente os trechos divergentes do Decreto Estadual nº 47.383/2018 e Deliberação Normativa COPAM nº 217/2017	Alto
2	Código Tributário Municipal com previsão da cobrança de taxas de licenciamento divergente do Estado	Elaboração de minuta de Lei Complementar para alterar a Lei Complementar nº 34/2010 (Código Tributário Municipal) de forma a regulamentar a cobrança de taxas de protocolo e de análise dos processos de licenciamento em harmonia com a legislação estadual no que couber	Alta
3	Falta de uma norma específica sobre as regras, trâmites e atribuições dentro dos processos de licenciamento ambiental	Elaboração de uma Deliberação Normativa CODEMA para regulamentar o processo de licenciamento ambiental municipal	Alto
4	Número insuficiente de colaboradores	Contratação gradual de mais técnicos	Médio
5	Pouca experiência de parte do quadro técnico sobre licenciamento	Ministração de curso de Capacitação ao corpo técnico da SEMA por docente da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)	Alto
6	Falta de equipamentos e veículos em número adequado	Aquisição de equipamentos (GPS, Sonômetro, computador, drone, entre outros) por meio de Termos de Ajustamento de Conduta (TACs) firmados com pessoa física ou jurídica que tenha sido autuada pela SEMA, assim	Médio



		como aquisição com verba própria da Prefeitura	
7	Necessidade de um sistema online para tramitação dos processos	Ampliação dos serviços já prestados pela empresa QUASAR Tecnologia e Gestão que já fornece software para gestão dos processos de alvará de localização e funcionamento, uma vez que o software também possui funcionalidade para gestão de processo de licenciamento ambiental, porém necessitando de ajustes para atender as especificidades do município	Alto

Fonte: SEMA (2023).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Frente aos problemas e propostas de soluções, foram realizadas as seguintes ações:

- Todos os pontos da Lei Complementar nº 05/2007 conflitantes com a legislação estadual levantados pelos técnicos da SEMA foram repassados a Procuradoria Geral do Município para elaboração de projeto de lei complementar contendo as correções e acréscimos necessários, encaminhamento a Câmara de Vereadores Municipal para análise e votação;
- Em 27 de dezembro de 2021 foi publicada a Lei Complementar nº 110, que revoga a alínea 'K', do inc. II, do Art. 126, acrescenta o Parágrafo único ao Art. 232, acrescenta as tabelas XI-A e XI-B, ao ANEXO I e revoga a tabela XIV do anexo I da Lei Complementar nº 34, de 28 de setembro de 2010, que 'dispõe sobre o Sistema Tributário do Município de Igarapé, e dá outras providências.';
- Em 26 de outubro de 2021, durante a Reunião Extraordinária do CODEMA nº 002/2021, a minuta de Deliberação Normativa CODEMA, que "dispõe sobre o Licenciamento Ambiental no âmbito do Município de Igarapé das atividades de impacto local, e dá Outras Providências", foi submetida à apreciação e deliberação do Conselho Municipal de Defesa e Conservação do Meio Ambiente de Igarapé (CODEMA), sendo aprovada por unanimidade, porém ainda não foi publicada devido à necessidade da aprovação das alterações previstas da Lei Complementar nº 05/2007 pela Câmara de Vereadores Municipal de Igarapé, o que ainda não ocorreu até o momento;
- No período de 05/05/2022 a 31/10/2022 foi realizado o curso "Capacitação Em Licenciamento Ambiental Municipal" ministrado pela FEPE para o corpo técnico da SEMA;
- Entre 2022 e 2023 a SEMA recebeu 4 novos veículos e 14 computadores adquiridos pela Prefeitura por meio de contratos de locação; em 2022 adquiriu 1 drone com verba própria; em 16 de setembro de 2022 foi inaugurado o Centro de Referência Ambiental



Irmão Sol, Irmã Lua onde se encontra a nova sede da SEMA com melhor infraestrutura para atendimento da população e comportar o quadro técnico da secretaria; há ainda alguns equipamentos (GPS, Celular, Sonómetros, entre outros) que estão em processo de aquisição pela SEMA por meio de TACs;

- Entre julho de 2022 e março de 2023 o software fornecido pela empresa QUASAR Tecnologia e Gestão passou por ajustes para atender as especificidades do município de modo a viabilizar o seu uso na gestão dos processos de licenciamento ambiental municipal.

CONCLUSÕES

Diante do exposto, conclui-se que o objetivo deste estudo foi alcançado, demonstrando resumidamente as ações planejadas e implementadas para superar os desafios identificados para implantação do licenciamento ambiental municipal em Igarapé – MG em consonância com a legislação vigente referente à competência originária e municipalização do licenciamento, cabendo contínua reflexão sobre as ações desenvolvidas até então e demais necessárias para evolução do processo de licenciamento e sua funcionalidade.

Recomenda-se que sejam realizados estudos futuros sobre a efetividade do licenciamento ambiental municipal, após sua implementação verificando os avanços socioambientais, principalmente nas atividades de maior potencial poluidor e aquelas de menor impacto, que hoje são dispensadas de licenciamento no âmbito estadual e de grande ocorrência no município.

157

AGRADECIMENTOS

A Secretaria Municipal de Meio Ambiente agradece a Deus pela vida de todos os colaboradores e por tornar possível que este projeto se torne realidade no Município de Igarapé.

Ao conjunto da administração, ao Conselho Municipal de Defesa e Conservação do Meio Ambiente – CODEMA e ao Conselho Consultivo da Área de Proteção Ambiental – APA/Igarapé por propiciar e apoiar para que a implantação do licenciamento a nível municipal se torne realidade.

Por fim, mas não menos importante, aos munícipes de Igarapé por acreditarem e confiarem no trabalho prestado pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente.



REFERÊNCIAS

ABREU, M. C. S. Modelo de avaliação de estratégia ambiental: uma ferramenta para tomada de decisão. 232f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2001.

ALCANTARA, V. Inserção curricular da educação ambiental. 1.ed. rev. Curitiba, PR: IESDE Brasil SA, 2012.

ALMEIDA, W. L. D. Monitoramento participativo dos recursos hídricos por meio da aplicação de um protocolo de avaliação rápida de habitat de riacho: avaliação utilizando produtores rurais. 240f. Dissertação (Mestrado em Manejo e Conservação de Ecossistemas Naturais e Agrários). Universidade Federal de Viçosa campus Florestal. Florestal, 2023.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades IBGE, 2023. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/igarape/panorama>>. Acesso em: 01 de ago. 2023.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, DF: Palácio do Planalto, 1981. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm>. Acesso em: 02 ago. 2023.

BRASIL. Lei Complementar nº 140, de 08 de dezembro de 2011. Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; e altera a Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981. Brasília, DF: Palácio do Planalto, 2011. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp140.htm>. Acesso em: 02 ago. 2023.

CHAVES, N. M. D. Caderno de campo das equipes de melhoria contínua. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços, 2006.

IGARAPÉ. Decreto nº 1.104, de 16 de maio de 2003. Dispõe sobre a regulamentação da APA - Área de Proteção Ambiental do Município de Igarapé, criada pela Lei nº 1.306, de 16 de maio de 2003 e dá outras providências. Igarapé, MG: Prefeitura Municipal de Igarapé, 2003b. Disponível em: <<https://drive.google.com/drive/folders/1jwZAhodgBIsZhJvWAWaVMG7K6By62wK0>>.

Acesso em: 01 ago. 2023.



IGARAPÉ. Decreto nº 1.275, de 17 de setembro de 2007. Regulamenta a Lei Complementar Municipal nº. 5, de 7 de maio de 2007, que dispõe sobre a proteção, conservação e melhoria do meio ambiente no município de Igarapé. Igarapé, MG: Prefeitura Municipal de Igarapé, 2007a. Disponível em:

<https://drive.google.com/drive/folders/1H5TFFdu6IuTrv00vKnZE_OPqLxjy0990>. Acesso em: 01 ago. 2023.

IGARAPÉ. Lei Complementar nº 03, de 03 de janeiro de 2007. Institui o Plano Diretor do Município de Igarapé. Igarapé, MG: Prefeitura Municipal de Igarapé, 2007b. Disponível em:

<<https://drive.google.com/drive/folders/1rgrGLIOKQNjtEAPLIZ5X8f8c6ApOqLry>>. Acesso em: 01 ago. 2023.

MESSIAS, C. G. et al. Análise empírica de fragilidade ambiental utilizando técnicas de geoprocessamento: o caso da área de influência da hidrelétrica do Funil-MG. Revista Geonorte, v.3, n.5, p.112-125, 2012.

MINAS GERAIS. Deliberação Normativa COPAM nº 213, de 22 de fevereiro de 2017. Regulamenta o disposto no art. 9º, inciso XIV, alínea “a” e no art. 18, § 2º da Lei Complementar Federal nº 140, de 8 de dezembro de 2011, para estabelecer as tipologias de empreendimentos e atividades cujo licenciamento ambiental será atribuição dos Municípios. Belo Horizonte, MG: SIAM, 2017. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=43778>>. Acesso em: 02 ago. 2023.

MINAS GERAIS. Deliberação Normativa COPAM nº 219, de 02 de fevereiro de 2018. Altera a Deliberação Normativa COPAM nº 213, de 22 de fevereiro de 2017, que regulamenta o disposto no art. 9º, inciso XIV, alínea “a” e no art. 18, § 2º da Lei Complementar Federal nº 140, de 8 de dezembro de 2011, para estabelecer as tipologias de empreendimentos e atividades cujo licenciamento ambiental será atribuição dos Municípios. Belo Horizonte, MG: SIAM, 2018. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=45858>>. Acesso em: 02 ago. 2023.

NASCIMENTO, T.; ABREU, E. L.; FONSECA, A. Descentralização do licenciamento e da avaliação de impacto ambiental no Brasil: Regulação e estudos empíricos. Ambiente & Sociedade, v.23, e02662, 2020.

ROMA, J. C. Os objetivos de desenvolvimento do milênio e sua transição para os objetivos de desenvolvimento sustentável. Ciência e cultura, v.71, n.1, p.33-39, 2019.



TASSINARI, D. J. Análise da gestão dos resíduos sólidos urbanos no município de Igarapé (MG): Subsídios para a Gestão de Resíduos Sólidos Orgânicos. 321f. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade Socioeconômica Ambiental). Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2020.



USO DE EFLUENTES ADVINDOS DE DIFERENTES FONTES COMO SOLUÇÃO NUTRITIVA NO CULTIVO DE HORTALIÇAS FOLHOSAS

Tiago Caleb Nieto Bitencourt¹
Moisés Alves Muniz²

¹Aluno do Curso técnico de Agropecuária do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM Campus Tabatinga-AM, tiagocalebnetobitencourt@gmail.com

²Professor Dr. no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM Campus Tabatinga-AM, moises.muniz@ifam.edu.br

INTRODUÇÃO

Dentre essas novas formas, o cultivo de folhas jovens, conhecidas como “baby leaf” vem ganhando espaço na culinária gourmet. Baby leaf pode ser definida como folhas que ainda não se expandiram completamente, portanto, sendo colhidas precocemente em relação ao tempo no qual tradicionalmente se costuma colher para consumo (PURQUERIO & MELO, 2011).

As folhas comercializadas podem ser tanto de hortaliças folhosas (alface, chicória, etc.) como de hortaliças que formam tubérculos (beterraba, rabanete, etc.) ou inflorescências (couve-flor, brócolo, etc.). Com a combinação de diferentes espécies também é possível produzir uma mistura (mix) de folhas que chama a atenção dos consumidores pela composição de sabores, texturas, formatos e colorações diversas.

O uso indiscriminado de fertilizantes minerais pode causar sérios danos ao meio ambiente e provocar escassez precoce de muitas reservas naturais de alguns elementos essenciais a agricultura tendo em vista que para o preparo da solução de nutrientes, são utilizados sais de elevada pureza ou fertilizantes, de alta solubilidade, produzidos ou purificados industrialmente (MARTINS, 2003).

Este fato deu origem a uma série de estudos sobre a diminuição ou mesmo substituição de fertilizantes minerais. Desse modo promoverá uma menor degradação de ecossistema, se



utilizando de material orgânico provenientes de restos vegetais, animais e industriais, com isto resulta na otimização dos recursos naturais.

Qualquer material orgânico submetido a um processo de biodigestão anaeróbia (através de um biodigestor, ou fossa séptica) produz biogás e efluentes. Arias Chaves (1977) afirmou que tais efluentes podem servir de fertilizantes agrícolas, alimento para animais e condicionantes para o solo. O mesmo autor afirma também que os efluentes de biodigestores apresentam nutrientes mais facilmente absorvíveis pelas plantas, quando comparados ao material orgânico antes do processo de biodigestão.

De acordo com Kierl (1985) o importante no processo de fermentação metanogênica (biodigestão) é que os nutrientes encontrados nos resíduos vegetais e animais empregados como substrato praticamente não se perdem, podendo ser aproveitados como fertilizante.

Kierl (1985) verificou que quase todo o nitrogênio usado para alimentar o biodigestor estará no final do processo, em forma disponível às plantas, devido as bactérias anaeróbias utilizarem pequena quantidade de nitrogênio dos resíduos vegetais e animais para sintetizar proteína.

Segundo a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA, 2016), no que se atribui ao consumo de hortaliças no Brasil, deverá ocorrer um aumento na demanda por produtos de tamanhos, sabores, cores e processamento diferenciados, pela população brasileira.

A Organização Mundial da Saúde (OMS), estima que o brasileiro não consome nem 20% do total das 400 gramas diárias de frutas e hortaliças que é recomendado. Uma dieta baseada no consumo de hortaliças desde muito novo, fortalece o organismo e adia os processos que originam em doenças degenerativas, que atualmente, manifestam-se cada vez mais cedo na população (EMBRAPA, 2012).

Nesse sentido, a baby leaf vem como uma forma atrativa, despertando a curiosidade dos consumidores e podendo auxiliar o estímulo ao consumo de hortaliças, principalmente por parte das crianças, que tem simpatia por produtos de tamanho reduzido (CALORI, et al., 2011).

A produção de baby leaf no Brasil tem sido realizada por meio da hidropônica em estufas (PURQUERIO & MELO, 2011; ISLA, 2011). Trabalhos de pesquisa também avaliaram a produção de folhas jovens em bandejas de poliestireno expandido com diferentes volumes de células em ambiente protegido (CARNEIRO et al., 2008; PURQUERIO et al., 2010).



Além desse sistema de produção, outra forma amplamente utilizada em países da América do Norte e Europa é a semeadura diretamente no solo (SÁNCHEZ et al., 2012).

No Brasil não há estudos avaliando os efeitos desse sistema sobre a produção de baby leaf, seja com a cultura da rúcula (*Eruca sativa*) e alface (*Lactuca sativa*) em condições de clima e solo amazônico.

São grandes os desafios para a produção tradicional de hortaliças na região do Alto Solimões, pois as altas temperaturas aliadas a alta pluviosidade favorecem o aparecimento de pragas e doenças, bem como promove distúrbios fisiológicos que reduzem a quantidade e qualidade das hortaliças.

A grande distância até Manaus dificulta a logística de entrega de insumos como sementes, adubo, corretivos agrícolas e defensivos agrícolas, dificultando e encarecendo ainda mais a produção das hortaliças.

Diante destes fatos a produção de baby leaf, torna-se uma opção viável ao cultivo tradicional, pois tem-se a necessidade de menores áreas para o cultivo, com menor gasto de insumos, menor tempo entre o plantio e a colheita, como desvantagem tem-se o maior gasto com sementes.

Desta forma torna-se necessário testar técnicas de cultivos de folhas jovens em condições amazônicas, visando oferecer ao pequeno agricultor tecnologia barata e rápida que proporcione uma diversificação de renda na propriedade. Assim o objetivo do trabalho foi avaliar a substituição da solução nutritiva mineral pelo uso de efluentes advindos de fossa biodigestora e biodigestor na produção de rúcula e alface, no sistema de baby leaf em sistema hidropônico tipo piscina (floating).

163

METODOLOGIA

O experimento foi realizado no campus IFAM Tabatinga, durante os meses de março a maio de 2023, sob casa de vegetação. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2x4, sendo o fator 1 (2 espécies de hortaliças folhosas, alface, cv. Mediterrânea e rúcula, cv Astro) e o fator 2 composto por 4 soluções nutritiva (T1- solução nutritiva composta por 100% do efluente, T2 – solução nutritiva composta por 50% do efluente e 50% de água, T3- solução nutritiva composta por 25% do efluente e 75% de água e T4- solução nutritiva mineral (controle), com 3 repetições, cada repetição com 3 plantas de cada espécie.



O efluente foi obtido do biodigestor presente no campus do IFAM, em Tabatinga-AM, o qual era alimentado com as sobras dos resíduos orgânicos do almoço e lanche dos alunos do campus.

A semente de alface, cv. Mediterrânea, foi realizada em espuma fenólica de 200 células, em seguida deixada em laboratório com temperatura controlada de 25°C, durante 48hs até emergência das sementes, após emergência as plântulas foram transferidas para a casa de vegetação, sendo umedecidas diariamente com água para crescimento e desenvolvimento das plântulas. Após sete dias da semente as mudas foram transferidas para os diferentes tratamentos.

A semente de rúcula, cv. Astro, foi semeada em espuma fenólica de 200 células e colocada para germinar sob casa de vegetação, sendo irrigadas 4 vezes ao dia as 7:00, 11:00, 13:00 e as 16:00hs, até a máxima capacidade de retenção de água pela espuma fenólica. Quando as mudas atingiram 2 folhas verdadeiras estas foram transferidas para os tratamentos.

Utilizou-se sistema hidropônico do tipo floating (piscina), com vasos de 6 litros de capacidade. As soluções nutritivas foram oxigenadas com compressor de ar, utilizado em oxigenação de aquários, fornecendo oxigênio para as raízes, onde permaneceram até a colheita. Para a sustentação e fixação das plantas foram usadas placas de isopor com 15mm de espessura, ficando espaçadas uma da outra em 25 cm. A casa de vegetação usada tinha pé direito de 3m e sobre o plástico transparente difusor de 150micras, sob o plástico havia uma tela de sombreamento de 35%, visando reduzir a incidência de radiação solar no interior da casa de vegetação, com o objetivo de amenizar a temperatura do ambiente.

Durante a condução do experimento foram verificados periodicamente e ajustados quando necessário o pH e a condutividade elétrica.

Aos 28 dias após transplante das mudas foram avaliadas as seguintes características: a) altura das plantas (cm); b) número de folhas por planta; d) massa fresca e seca (g) da parte aérea por planta.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e as medias comparadas utilizando o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o software estatístico SAEG 4.0.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 1 demonstra a variação do pH das diferentes soluções nutritivas ao longo do período de condução do experimento. A maior oscilação de pH ocorreu na solução com 50% de efluente.

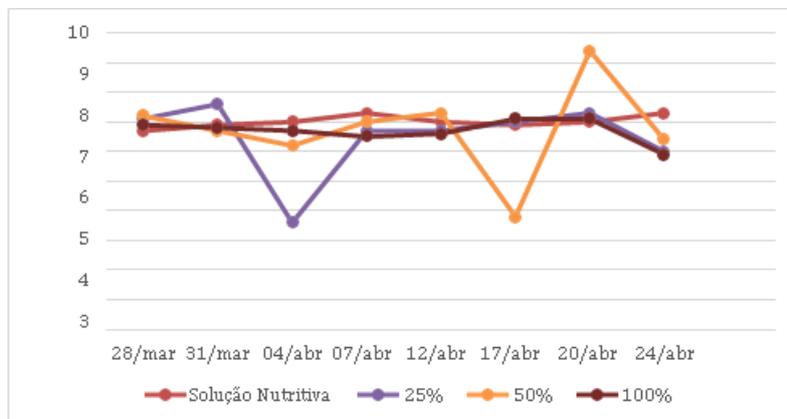


Figura 1. Variação do pH das diferentes soluções nutritivas utilizadas no experimento.

Fonte: Bitencourt (2023).

A figura 2 demonstra a variação da condutividade elétrica (CE) nas soluções nutritivas ao longo do período de condução do experimento. Ao longo do período de condução do experimento houve pouca variação da CE, porém partir de 17 de abril de 2023 houve aumento da CE, este aumento pode ser devido à redução da absorção de nutrientes pelas plantas em função da variação de pH que ocorreu neste período, como demonstrado na figura 1.

165

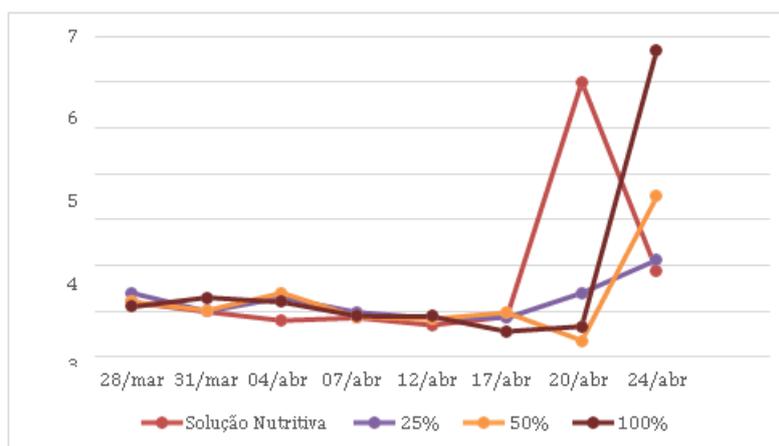


Figura 2. Valores médios da condutividade elétrica (mS/cm) nas diferentes soluções nutritivas utilizadas no experimento. Fonte: Bitencourt (2023).



Houve efeito do uso do efluente no crescimento de alface em sistema hidropônico, cultivado como baby leaf. Para altura de planta houve efeito das diferentes dosagens de efluente sendo que a concentração de 25% proporcionou a menor altura de planta sendo inferior aos demais dosagens e ao controle (solução nutritiva mineral) Tabela 1.

Para número de folha houve efeito das dosagens de efluente na composição da solução nutritiva sendo que a dose de 25% de efluente proporcionou o menor número de folhas/planta (6,5 folhas/planta) sendo inferior as demais doses de efluente e ao tratamento controle Tabela 1. A menor altura e número de folhas proporcionado no tratamento de 25% de efluente pode ser devida a menor concentração de nutrientes disponíveis para a planta.

Tabela 1. Valores médios de altura de planta (cm) e número de folhas/planta em alface, cv Mediterrânea colhida aos 28 dias após transplântio

Tratamento	Altura (cm)	Número de folha/planta
Controle (solução nutritiva mineral)	17,0a	15,5a
25% de efluente	4,5c	6,5c
50% de efluente	9,1b	8,2b
100% de efluente	8,0b	9,0b

Medias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Para massa fresca de planta houve efeito das diferentes doses de efluente usados na composição da solução nutritiva, sendo que a dose de 25% proporcionou a menor massa fresca/planta sendo inferior as demais doses e ao tratamento controle (Tabela 2). A dose de 25% de efluente na composição da solução nutritiva proporcionou redução de 94,8% na massa fresca de plantas de alface, enquanto as doses de 50 e 100% a redução foi de 86,1%, estes resultados demonstram que apesar de alta condutividade elétrica do efluente, os nutrientes presentes não estão prontamente disponíveis para as plantas, podendo os mesmos estarem em quantidades desproporcionais.

Para comprimento de raiz houve efeito das diferentes doses de efluentes sendo que a dose de 25% proporcionou o menor comprimento de raiz/planta sendo inferior as demais doses e ao tratamento controle (Tabela 2). A dose de 25% reduziu em 87,4% o crescimento das raízes, enquanto as doses de 50% e 100% reduziram o crescimento das raízes em 81,2 % e 80,5% respectivamente.



Tabela 2. Valores médios de massa fresca/planta e comprimento de raiz em alface, cv Mediterrânea colhida aos 28 dias após transplântio, cultivados em sistema hidropônico

Tratamento	Massa fresca/planta (g)	Comprimento de raiz (cm)
Controle	36,5a	18,6a
25% de efluente	1,9c	2,3c
50% de efluente	5,1b	3,6b
100% de efluente	5,1b	3,5b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Houve efeito das diferentes doses de efluente de biodigestor no cultivo de rúcula em sistema hidropônico. As características altura de planta e número de folhas foram estaticamente inferiores independente da dose utilizada em relação ao tratamento controle (solução nutritiva mineral) (Tabela 3).

Tabela 3. Valores médios de altura de planta e número de folhas/planta em rúcula, cultivada em sistema hidropônico colhida aos 28 dias após transplântio

Tratamento	Altura (cm)	Número de folha/planta
Controle	17,1a	16,5a
25% de efluente	4,8b	1,0b
50% de efluente	5,1b	1,2b
100% de efluente	3,8b	1,0b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

As características massa fresca/planta e comprimento de raízes foram estaticamente inferiores independente da dose utilizada em relação ao tratamento controle (solução nutritiva mineral), demonstrando o efeito deletério do efluente de biodigestor utilizado de forma pura ou diluída na produção de rúcula hidropônica. (Tabela 4)



Tabela 4. Valores médios de massa fresca e comprimento de raiz de rúcula, cultivada em sistema hidropônico colhida aos 28 dias após transplântio

Tratamento	Massa fresca/planta(g)	Comprimento de raiz (cm)
Controle	12,6a	16,0a
25% de efluente	2,6b	0,45b
50% de efluente	2,5b	0,75b
100% de efluente	1,5b	0,5b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

CONCLUSÕES

Houve efeito deletério na produção de rúcula quando se utilizou efluente de biodigestor puro (100%) ou diluído (25 e 50%), não se recomenda a utilização deste efluente na produção de rúcula na forma hidropônica.

Através da análise dos resultados da alface, fica evidente que a utilização de efluentes tratados em proporções adequadas pode ser uma alternativa promissora na hidroponia. Ainda que a solução nutritiva tenha se destacado.

168

AGRADECIMENTOS

Ao IFAM pela bolsa de Iniciação Científica.

REFERÊNCIAS

- ARIAS CHAVES, H. J. Apuntes del proyecto "Xochicalli": casa ecológica autosuficiente. Texcoco: Universidad Autónoma Chapingo, 1977. 25p.
- CALORI, A. H.; PURQUERIO, L. F. V.; FACTOR, T. L.; LIMA JÚNIOR, S. Características potenciais do mercado de baby leaf em Mococa-SP. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 51, 2011, Viçosa. Anais...Viçosa: 2011.
- CARNEIRO, O. L.; PURQUEIRO, L. F. V.; TIVELLI, S. W.; SANCHES, J.; CIA P. É possível produzir baby leaf de rúcula em bandejas com diferentes volumes de células? In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 48, 2008, Maringá. Anais... Maringá: 2008.
- CNA BRASIL. Perspectivas 2017: Destaque para mais investimentos em sistemas de cultivo das hortaliças. 2016.



EMBRAPA. A importância nutricional das hortaliças. Março/abril de 2012. Disponível em: https://www.embrapa.br/documents/1355126/2250572/revista_ed2.pdf/74bbe524-a730-428f-9ab0-ad80dc1cd412.

ISLA. Descubra o que é Baby Leaf. Disponível em: http://isla.com.br/cgi-bin/artigo.cgi/descubra-o-que-e-babyleaf/?id_artigo=566. Acesso em: 19 jul. 2021.

MARTINS, R. V. O mundo da Hidroponia. 2003. Disponível em: Acesso em: 4 de agosto de 2022.

PURQUERIO, L. F. V.; BAQUEIRO, L. H. R.; SANCHES, J.; TIVELLI, S. W.; CIA, P. Produção de baby leaf de rúcula em diferentes volumes de células no outono. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 50, 2010, Guarapari. Anais... Guarapari: 2010b.

PURQUERIO, L. F. V.; MELO, P. C. T. Hortaliças Pequenas e saborosas. Horticultura Brasileira, v.29, n.1, p.1-1, 2011.

SÁNCHEZ, A.; LUNA, M. C.; SELMA, M. V.; TUDELA, J. A.; ABAD, J.; GIL, J. M. Baby-leaf and multi-leaf of green and red lettuces are suitable raw materials for the fresh-cut 195 industry. *Postharvest Biology and Technology*, v.63 p.1-10, 2012.



PROJETO RECICLA MAIS IGARAPÉ: IGARAPÉ, MINAS GERAIS

Janaina Silva Cordeiro¹
Carolina Dornelas de Oliveira Ferreira²
Kaylla Thamysa Soares Queiroz³
Márcia Cristina Ramos Muniz⁴
Isaías de Barros Abreu⁵
Luciano dos Santos Rodrigues⁶

¹Engenheira Ambiental e Sanitarista, Departamento de Gestão de Resíduos e Limpeza Urbana de Igarapé, janainacordeiro01@gmail.com

²Engenheira Ambiental, Departamento de Recursos Hídricos de Igarapé, rhid@meioambiente.igarape.mg.gov.br

³Bióloga, Departamento de Arborização Urbana de Igarapé, arborizacao@meioambiente.igarape.mg.gov.br

⁴Tecnóloga em Gestão Ambiental, Departamento de Mobilização e Educação Ambiental de Igarapé, meioambiente@igarape.mg.gov.br

⁵Engenheiro de Produção e Sanitarista, Secretário de Meio Ambiente - SEMA de Igarapé, especialista em Meio Ambiente, sema@meioambiente.igarape.mg.gov.br

⁶Dr. Professor da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), lsantosrodrigues@gmail.com

170

INTRODUÇÃO

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) instituída em 2010 para orientar os municípios brasileiros rumo à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos e rejeitos e estabeleceu a seguinte ordem de prioridade: “não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento, destinação ambientalmente adequada e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos” (BRASIL, 2010). No entanto, sua implementação é um desafio para os municípios brasileiros, devido às limitações como ausência de equipamentos e de instalações adequadas, recursos insuficientes e desperdiçados, além de gestão administrativa e técnica ineficiente (BARROS, 2012).

A problemática acerca da destinação final dos resíduos sólidos urbanos no Brasil é um assunto cada vez mais latente, apresentando graves problemas gerenciais, principalmente os correlatos à gestão pública municipal.

A gestão dos resíduos sólidos envolve “ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável” (BRASIL, 2010). Já o gerenciamento se trata do “conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente,



nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (...)” (BRASIL, 2010). Barros (2012) explica que gestão está relacionada com política e estratégia, enquanto gerenciamento tem conotação operacional e executiva.

Não havendo distinção dessa forma da realidade do município de Igarapé. Em 2019, o município de Igarapé destinou para aterro sanitário um quantitativo de 7865,38 toneladas de resíduos sólidos urbanos, tendo uma média mensal de 655,44 toneladas.

Objetiva-se com esse projeto fomentar as ações da segregação dos resíduos sólidos em três frações sendo elas, rejeito, orgânico e reciclável. E assim reduzir os gastos do município com a disposição final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos.

METODOLOGIA

O município de Igarapé localiza-se na região sudeste da Zona Metalúrgica e Campos das Vertentes de Minas Gerais e fica a 45 km da capital, inserido na Região Metropolitana de Belo Horizonte.

Com 110,263 km de extensão, o município abriga hoje uma população de 44.561 habitantes (IBGE 2021). Nele está situado a Área de Proteção Ambiental – APA Igarapé – criada pela lei 1.306 de 16 de janeiro de 2003, com a finalidade de proteger os mananciais do Sistema Serra Azul, responsável pelo abastecimento de cerca de um milhão de pessoas da RMBH e representa importante refúgio para a vida silvestre.

O Projeto Recicla Mais Igarapé, tem como objetivo ampliar a coleta seletiva, implantando a reciclagem da fração orgânica de resíduos sólidos domiciliares no município e aperfeiçoando a segregação dos resíduos sólidos na fonte geradora.

O projeto foi dividido em etapas (metas) sendo elas:

- META 1 - Capacitação em reciclagem de resíduos orgânicos e visita técnica;
- META 2 - Implantação, ampliação ou aperfeiçoamento da segregação dos resíduos sólidos em três frações: orgânicos, recicláveis e rejeitos.
- META 3 - Implantação, ampliação ou aperfeiçoamento da reciclagem da fração orgânica.

A primeira etapa do projeto foi a Capacitação dos colaboradores da SEMA realizada em Florianópolis/SC para aprimoramento da proposta e de sua execução. O treinamento ocorreu de 17 a 20 de abril do ano de 2018. Posteriormente foi implantada a Meta 2, que foi dividida em etapas.



Na primeira etapa foi realizada a Implantação da Segregação dos Resíduos Sólidos. A mobilização inicialmente foi realizada com o lançamento do Projeto Recicla Mais Igarapé por meio do site institucional da Prefeitura, redes sociais e reunião com lideranças comunitárias, representantes de órgãos públicos e sociedade civil e moradores de todo o município interessados em conhecer e entender a atual realidade do município em relação à gestão dos resíduos domiciliares em especial sobre as tratativas acerca da segregação dos resíduos em três frações (orgânicos, recicláveis e rejeitos) e a implantação da compostagem da fração orgânica no âmbito domiciliar, institucional e nos projetos pilotos. Neste encontro inicial a participação popular foi incentivada.

O projeto contou com uma equipe composta por 06 (seis) agentes socioambientais e 01 (um) coordenador de campo para atuação em todo o processo de convocação da população, incluindo a fixação dos cartazes, mobilização porta-a-porta e a divulgação das inscrições para as oficinas de compostagem domiciliares em pontos estratégicos do município.



172

Figuras 1, 2 e 3. Mobilização porta-a-porta Fonte: Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Igarapé.

De forma contínua foi realizada a mobilização porta-a-porta com a distribuição de cartilhas para implantação da segregação dos resíduos sólidos nas em três frações, com distribuição de composteiras, realização de oficinas de compostagem e expansão da coleta de recicláveis para toda área urbanizada do município, reuniões setoriais com lideranças comunitárias, agentes de saúde, com índice de mobilização de 80% do município.





Figura 4 e 5. Oficinas de Compostagem.

Fonte: Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Igarapé

Para complementar a divulgação, foi realizada também a propaganda volante por meio de carro de som em todas as regionais do Município e a fixação de cartazes, convidando para as oficinas de compostagem e informando os dias e horários de coleta de resíduos em cada bairro.

Na etapa 2 foi realizada a mobilização para implantação da segregação dos resíduos em três frações no bairro São Francisco e bairro Ouro Preto. A equipe percorreu todas as residências dos bairros, sensibilizando e orientando as famílias quanto a:

- Redução, reutilização e reciclagem de seus resíduos.
- Separação correta de seus resíduos domiciliares em três frações: recicláveis, orgânicos e rejeitos.
- Orientações sobre como realizar o cadastramento para participar das oficinas de compostagem.
- Distribuição de imã de geladeira contendo os dias pertinentes à coleta das diversas frações dos resíduos sólidos domiciliares em cada bairro.
- Distribuição de cartilha com o intuito de explicar sobre a gestão dos resíduos sólidos domiciliares em especial a correta segregação dos resíduos, além de demonstrar a importância em se realizar o processo de compostagem.

Concluída a mobilização e iniciada a coleta dos resíduos, a equipe realizou ações de mobilização específicas em locais identificados com pontos de inconformidades em relação à segregação dos resíduos, disposição nos dias e horários corretos ou outras situações relacionadas. Foram atendidas 360 famílias nos dois bairros.

Desde a convocação da equipe até o momento foram realizadas diversas ações de mobilização social porta-a-porta nos bairros, região central, blitz nos condomínios

residenciais, oficinas de compostagem, exposição dos projetos e cadastramento para as oficinas nos Centros de Referência de Assistência Social (CRAS).

Na etapa 3 foi realizada a mobilização para implantação da segregação dos resíduos sólidos institucional na Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMA) e Sede da Prefeitura. A mobilização e divulgação institucional do projeto ocorreram por meio das redes sociais. Todos foram informados e sensibilizados sobre os objetivos do projeto em relação ao aprimoramento da gestão dos resíduos sólidos, com dicas de como incluir o novo hábito no cotidiano no local de trabalho e no seu domicílio, destacando que todos eram responsáveis pelo sucesso do projeto.

Como forma de divulgação e visando a redução na produção de resíduos dentro dos departamentos ligados a Prefeitura, foram adquiridos e distribuídos 5.000 (cinco mil) copos a todos os servidores, parceiros e beneficiados com as oficinas, visando à redução do uso dos copos descartáveis.

Foi realizada também uma oficina de gestão de resíduos sólidos para todos os Secretários, lideranças e colaboradores que realizam o recolhimento dos resíduos dos departamentos que funcionam na Sede da Prefeitura, tendo em vista o aprimoramento e a capacitação das lideranças institucionais e colaboradores com o objetivo de preconizar os dispositivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, em especial sobre a abordagem do ciclo de vida dos produtos, que dentre outras possui uma série de etapas que envolvem o desenvolvimento a obtenção de matéria prima e insumos, o processo produtivo e de consumo e sua disposição final.

Ainda nessa etapa foi realizada reuniões com servidores públicos municipais do setor administrativo, e realização do Programa Secretaria Amiga do Meio Ambiente, criado por meio do Decreto N° 2.357 de 04 de junho de 2020 no âmbito institucional para diminuição de consumo de papel, energia elétrica, copos descartáveis, etc.

Em paralelo foi realizada mobilização nas escolas e creches municipais para segregação dos resíduos e realização da compostagem. Foram realizadas reuniões em todas as escolas municipais, e treinamento para que as escolas deem continuidade aos projetos, com o acompanhamento da secretaria de meio ambiente, e com isso aprimorar a gestão de resíduos e trabalhar o tema em sala de aula.

O processo de compostagem foi implantado nas 04 (quatro) escolas piloto e em mais 02 (duas) escolas em local indicado por elas, desta forma tanto os educadores quanto os alunos vivenciaram o processo desde a geração até a reciclagem dos resíduos orgânicos



impactando positivamente a percepção ambiental sobre a questão dos resíduos sólidos e de que a compostagem além de viável tem um importante papel para a saúde ambiental da sociedade.

No intuito de envolver crianças e professores, foram realizadas diversas ações de educação ambiental e conscientização utilizando folders e realização de peças teatrais.

Na Meta 3 foi realizada a implantação do processo de compostagem dos resíduos orgânicos gerados nas refeições dos servidores da Secretaria de Meio Ambiente, Centro Administrativo Municipal e Garagem Municipal, sendo utilizado o composto em hortas no local, praças e jardins públicos. Foi realizada também a implantação da compostagem por meio de leiras estáticas com aeração passiva em 06 (seis) escolas, no bairro São Francisco e no Condomínio Minha Casa Minha Vida do bairro Ouro Preto.

Para implantação das leiras foram realizadas reuniões em cada escola com definição de datas e forma de trabalho. Nos dias programados para início da compostagem algumas turmas dessas escolas foram mobilizadas para conhecimento do processo.



Figura 6 e 7. Leiras de compostagem nas escolas Fonte: Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Igarapé.

Para a implantação da compostagem dos resíduos orgânicos no bairro São Francisco e no Condomínio Minha Casa Minha Vida do bairro Ouro Preto, foi realizada a mobilização, distribuição dos baldinhos e coleta dos resíduos conforme cronograma com o acompanhamento da equipe.



Figura 8, 9 e 10. Coleta e compostagem dos resíduos orgânicos dos bairros piloto Fonte: Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Igarapé.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Projeto Recicla Mais Igarapé vem proporcionando diversos ganhos no município, nos quais podemos destacar:

Realização da compostagem institucional com a coleta e compostagem dos resíduos orgânicos gerados na cozinha da Secretaria de Meio Ambiente, Centro Administrativo e Garagem Municipal.

Implantação da compostagem domiciliar em 587 (quinhentos e oitenta e sete) residências até o mês de março/2023 por meio da distribuição de kits de compostagem composto por minhocas, húmus, serragem e composteira, com a apresentação do Projeto Recicla Mais Igarapé e realização de oficinas de compostagem.

Realização da mobilização, sensibilizando a população para segregação dos resíduos em três frações, compostagem dos resíduos orgânicos, e informando os dias de coleta domiciliar e coleta seletiva, tendo percorrido os bairros de todo o município e 15.787 residências.

Ampliação da coleta seletiva para os bairros de todo o município, os quais alguns não possuíam coleta seletiva regular e alguns, apenas 01 (um) dia por semana, passando para 02 (dois) dias por semana.

Implantação da compostagem dos resíduos orgânicos nas escolas estaduais e municipais, sendo compostados 18 (dezoito) toneladas até o mês de março/2023.



Realização de apresentações teatrais em todas as escolas municipais, e escola estadual piloto, repassando aos alunos de forma lúdica a importância da segregação dos resíduos e compostagem da fração orgânica por meio da composteira doméstica.

Implantação da compostagem dos resíduos orgânicos no bairro São Francisco e no condomínio Minha Casa, Minha Vida do bairro Ouro Preto, sendo compostados 6 (seis) toneladas até o mês de março/2023.

CONCLUSÕES

Diante do exposto, conclui-se que o trabalho de mobilização social, aliado à ampliação da coleta seletiva, oficinas e implantação da compostagem dos resíduos orgânicos por meio do projeto Recicla Mais Igarapé apresentou grande potencial social, ambiental e econômico, pois possibilitou a redução do volume de resíduos sólidos domiciliares enviados para aterramento e por consequência, economia com coleta e disposição. O projeto também contribuiu na valorização dos resíduos, fortalecimento da rede de economia popular solidária, e desenvolvimento de uma cultura de destinação correta a cada tipo de resíduo, e compostagem dos resíduos orgânicos.

177

AGRADECIMENTOS

Ao Fundo Socioambiental da CAIXA - FSA CAIXA agente financiador e ao Fundo Nacional de Meio Ambiente - FNMA agente técnico do Projeto Recicla Mais Igarapé;

Ao Governo Federal e ao Ministério do Meio Ambiente – MMA os quais oportunizaram a criação e execução do projeto;

A toda a equipe técnica do FSA-CAIXA, do FNMA e do MMA, responsáveis pelo projeto, que se comprometeram durante todo o período de execução a fim de garantir o cumprimento das metas do Recicla Mais Igarapé,

A prefeitura Municipal de Igarapé que a todo tempo apoiou e deu a liberdade de execução das atividades propostas;

Aos servidores da Secretaria Municipal de Meio Ambiente que se dedicaram e contribuíram para a execução do projeto;

As associações de catadores parceiras do município, envolvidas na realização da coleta seletiva, Associação dos Catadores Parceiros do Meio Ambiente de Igarapé - APAIG e Associação Ecológica dos Recicladores e Produtores de Igarapé – AERPI;



A toda a população e parceiros que abraçaram o projeto e possibilitaram o alcance dos resultados obtidos.

REFERÊNCIAS

BARROS, R. T. de V. Elementos de Gestão de Resíduos Sólidos. Belo Horizonte: Tessitura, 2012. 424p.

Brasil. Lei nº 12.305 de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. 2010. São Paulo. Projeto Composta São Paulo, 2018. Disponível em: <<https://www.compostasaopaulo.eco.br/resultados2014/#home/18>>. Acesso em: 30/08/2018.

IGARAPÉ. Decreto nº 2.357, de 04 de junho de 2020. “Cria o Projeto Secretaria Amiga do Meio Ambiente”. 2020.

IGARAPÉ. Lei nº 1.306 de 2003. Cria a Área de Proteção ambiental – APA de Igarapé. 2003.



PLANO DE MANEJO E PESQUISA SOBRE A BIODIVERSIDADE: UMA VIA DE MÃO DUPLA

Henrique Rocha Fonseca¹
Ana Clara Oliveira Godinho Nogueira²
Renata Bernardes Faria Campos³

¹Estudante de Medicina Veterinária; LEAS/Univale – Laboratório Cidadão de Ecologia do Adoecimento e Saúde dos Territórios / Universidade Vale do Rio Doce, henrique.fonseca@univale.br

²Estudante de Medicina Veterinária; LEAS/Univale – Laboratório Cidadão de Ecologia do Adoecimento e Saúde dos Territórios / Universidade Vale do Rio Doce, ana.nogueira@univale.br

³Professora no Programa de Pós-Graduação em Gestão Integrada do Território; LEAS/Univale – Laboratório Cidadão de Ecologia do Adoecimento e Saúde dos Territórios / Universidade Vale do Rio Doce, renata.campos@univale.br

INTRODUÇÃO

O Estado de Minas Gerais possui 183 unidades de conservação, o equivalente a uma superfície de 2.096.648 ha, ou 3,56% do território mineiro. As unidades de conservação destinadas à proteção integral, ou seja, nas quais é proibida a coleta ou consumo direto dos recursos, cobrem 0,95% do território estadual ou 560.695 ha, distribuídos em diversas categorias de manejo, sendo oito estações ecológicas (8.311 ha), 12 reservas biológicas (17.430 ha) e 55 parques (483.634 ha) (CAMARGOS, 2001).

Os primeiros parques nacionais (PARNA) foram criados a partir da instituição do Código Florestal de 1934 (Decreto 23.793), que estabeleceu em seu artigo nono que “os parques nacionais, estaduais ou municipais, constituem monumentos públicos naturais, que perpetuam em sua composição florística primitiva, trechos do país, que, por circunstâncias peculiares, o merecem” (BRASIL, 1934, p. 3). No Brasil, essa prática mobilizou alguns setores envolvidos com o “movimento parquista”, incluindo o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), órgão responsável pela gestão de parques no Brasil, que se mobiliza com o apoio de especialistas estrangeiros para a realização dos primeiros planos de manejo (WETTERBERG, 2004; DOUROJEANNI, 2005).

O Parque Estadual do Rio Doce (PERD), criado em 1944, foi o primeiro parque do estado de Minas Gerais e um dos primeiros do Brasil (MINAS GERAIS, 2023). A fauna do PERD



apresenta alta diversidade de espécies, muitas ameaçadas de extinção e endêmicas da Mata Atlântica. Por este motivo, o Parque foi definido como uma das áreas prioritárias para conservação da biodiversidade em Minas Gerais, de acordo com o Atlas para Conservação da Biodiversidade (NASCIMENTO et al., 2011), classificada como de importância biológica especial.

Ao todo, são pelo menos 650 espécies de animais vertebrados já registrados para a área do Parque, além de 83 espécies de borboletas frugívoras, 81 espécies de abelhas, 98 espécies de formigas de serapilheira e pelo menos 27 espécies de insetos vetores, que podem transmitir, dentre outras doenças, a leishmaniose, ainda muito comum no Vale do Aço. Quanto aos invertebrados é importante ressaltar a sua relevância com relação ao controle de pragas, ciclagem de nutrientes e polinização.

A área do PERD contribui de forma expressiva na manutenção da alta diversidade filogenética e funcional de mamíferos. Foram registradas no parque 109 espécies, sendo 22 espécies de pequenos mamíferos não voadores (roedores e marsupiais), 54 de morcegos e 33 de mamíferos de médio e grande porte. Além disso, o parque abriga diversas espécies ameaçadas como a anta, a jaguatirica e a própria onça pintada (IEF, 2023).

A Lei No 9.985 (SNUC) publicada em 18 de julho de 2000 afirma que as unidades de conservação devem dispor de um Plano de Manejo. De acordo com o Plano de Manejo do PERD, os projetos de pesquisa desenvolvidos no parque devem ser coordenados de forma a alimentar o banco de dados sobre as pesquisas desenvolvidas no parque e organizar o herbário presente no mesmo. Além disso, as rotinas de trabalho no parque devem fortalecer a interação entre o Centro Pesquisa/Gerência/Polícia Florestal.

Desta forma a Lei SNUC determina que:

I. Os órgãos executores articular-se-ão com a comunidade científica com o propósito de incentivar o desenvolvimento de pesquisas sobre a fauna, a flora e a ecologia das unidades de conservação e sobre formas de uso sustentável dos recursos naturais, valorizando-se o conhecimento das populações tradicionais.

II. Que as UCs devem proporcionar meios e incentivos para atividades de pesquisa científica, estudos e monitoramento ambiental;

III. AS UCs busquem o apoio e a cooperação de organizações não-governamentais, de organizações privadas e pessoas físicas para o desenvolvimento de estudos, pesquisas científicas, práticas de educação ambiental, atividades de lazer e de



turismo ecológico, monitoramento, manutenção e outras atividades de gestão das unidades de conservação;

IV. As pesquisas científicas cujo impacto sobre o ambiente seja maior do que aquele causado pela simples observação ou pela coleta controlada de componentes dos ecossistemas, em uma área correspondente a no máximo três por cento da extensão total da unidade e até o limite de um mil e quinhentos hectares.

V. A pesquisa nas UCs é permitida e incentivada, sujeitando-se à prévia autorização do órgão responsável pela administração da unidade, às condições e restrições por este estabelecidas e àquelas previstas em regulamento.

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

Estas normas deixam evidente a importância da pesquisa científica para esta modalidade de unidade de conservação. É neste sentido, que o presente trabalho tem como objetivo analisar publicações de resultados de pesquisas científicas realizadas no Parque Estadual Do Rio Doce, enquanto reflexo da implementação do seu plano de manejo de 2002, que aponta as pesquisas voltadas para a Biodiversidade como prioridade.

181

METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão bibliográfica realizada a partir de buscas nas plataformas Google Scholar, Scielo, biblioteca de publicações do IEF sobre o Parque Estadual Do Rio Doce. Nas buscas foram utilizadas como palavra-chave a sigla PERD e a expressão “parque estadual do rio doce” (em português e inglês). Também foram incluídos os trabalhos da lista de Referências Bibliográficas: Parque Estadual do Rio Doce, documento produzido pelo IEF e os trabalhos da lista de produções do PELD, Sítio 4.

Os trabalhos foram então filtrados, excluindo aqueles que não tratavam diretamente de pesquisas sobre a biodiversidade do parque. Todos os textos encontrados foram então submetidos a um segundo filtro, onde foram incluídos artigos e notas científicas, livros, trabalhos publicados em anais de eventos, relatórios técnicos, trabalhos de conclusão de curso (monografias e TCC), dissertações e teses. As publicações foram então categorizadas segundo a data de publicação, grupo de organismos pesquisados para a presente análise.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontrados 525 textos que tratavam predominantemente sobre a fauna, a flora e a limnologia. Dentre estes 262 estão relacionados à fauna, 171 relacionados à flora e 92 relacionados à limnologia. Adentrando no objeto mais encontrado (fauna) pode-se observar que os grupos mais pesquisados são os invertebrados (97), seguido pela mastofauna (77), ictiofauna (38), ornitofauna (31) e herpetofauna (14) sendo que 5 trabalhos tinham mais de um grupo como objeto de pesquisa, e foram enquadrados numa categoria aqui chamada de geral (Figura 1).

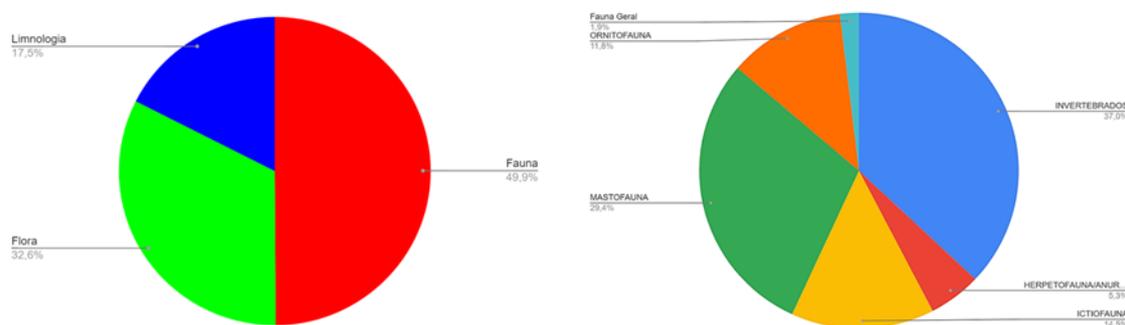


Figura 1. Esq: Três principais categorias de objetos de estudo nos trabalhos sobre a biodiversidade do PERD (n=525); Dir: Principais grupos de animais estudados nos trabalhos sobre biodiversidade do PERD (n=262).

182

Os primeiros trabalhos disponíveis datam do início do século passado e, ao longo do tempo, as publicações aparecem de modo esporso. Este fato, indica que um esforço na digitalização de dados anteriores à década de 2000, pode revelar grande número de informações que, atualmente, são inacessíveis para a maior parte das pessoas.

O maior número de trabalhos encontrados nas plataformas digitais foi publicado entre os anos de 1980 e 2010, com um pico na produção no ano de 2002 (Figura 2) quando o plano de manejo em vigor foi publicado. Após permanecer fechado para obras, entre os anos de 1986 e 1994, as pesquisas continuaram em andamento e as publicações seguiram aumentando, mas foi após a reabertura que o número atingiu seu auge. O crescente número de publicações até o ano de 2002, pode estar relacionado com a implementação do Sítio 4 do Programa de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração do Brasil, que aconteceu no ano de 2003. No intervalo entre 2002 e 2006 notamos o maior número de publicações. É provável que o grande número de pesquisas realizadas neste período, tenha uma relação recíproca de



suporte com o plano de manejo, onde a pesquisa serve como base para a construção do plano e, no mesmo sentido, recebe suporte a partir da existência do mesmo.

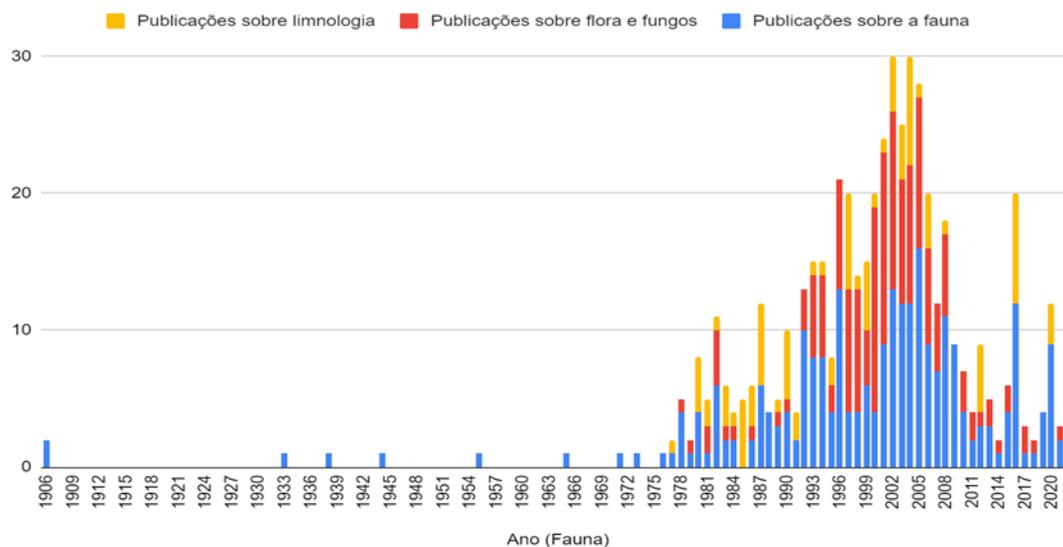


Figura 2. Número de publicações sobre biodiversidade no Parque Estadual do Rio Doce ao longo do tempo.

Após o ano de 2004 o número de publicações decresceu quase ininterruptamente, exceto por um salto logo após o rompimento da barragem de rejeitos de mineração do Fundão, em 2015. A pluma de rejeito que desceu pelo rio Doce afetou diretamente toda a margem oeste do parque impulsionando pesquisas sobre o assunto. Ainda assim, é notável que logo após o ano de 2016 o número de trabalhos encontrados segue pequeno em relação aos anos anteriores. Esse fato sugere uma demanda de pesquisas sobre os impactos do desastre da mineração sobre a biodiversidade do parque no médio e longo prazo. O que inclui o fortalecimento de projetos como o PELD, o qual pode relacionar o cenário atual e futuro com pesquisas realizadas antes de 2015.

183

CONCLUSÕES

É provável que relação do parque com as cidades em seu entorno justifique a relevância em publicações com foco nos invertebrados por serem organismos abundantes e diversos, que desempenham um papel fundamental no estudo da Saúde pública visto que muitos são vetores de doenças endêmicas da região de Minas Gerais, além de serem bons modelos ecológicos, assim como Outro grupo muito pesquisado é a mastofauna, com muitas espécies em risco de extinção e conhecidos reservatórios naturais de zoonoses presentes no



parque, também correlaciona com a presença de grandes projetos de pesquisa e conservação desses animais, demonstrando grande apelo para a preservação deles.

É possível inferir que o plano de manejo e a pesquisa em biodiversidade estão correlacionados. O plano de manejo do PERD, publicado em 2002, logo após a publicação da lei do SNUC, em 2000, anuncia a importância da pesquisa para a gestão do parque. Este instrumento se soma à inauguração da estrutura física do PERD, que conta com laboratórios e alojamentos para pesquisadores, contribuindo sobremaneira para sustentar a realização das pesquisas dentro do Parque, o que inclui a implementação do Sitio 4 do PELD. A pesquisa por sua vez, produz informações necessárias para a materialização do plano de manejo e gestão da unidade de conservação. No presente momento, o plano de manejo do PERD está em processo de atualização, sendo preocupante o número de pesquisas recentes para dar sustentação a um documento de tamanha importância.

AGRADECIMENTOS

IEF, Capes, PIBIC/Univale.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Decreto Nº 23.793, de 23 de Janeiro de 1934 Aprova o Código Florestal, 1934. Acesso em: Julho de 2023.
- BRASIL. SNUC. Lei N.º 9.985 de 18 de Julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação e dá outras Providências. Brasília, DF, 2000.
- CAMARGOS, R. Unidades de Conservação em Minas Gerais: Levantamento e Discussão. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2001. 67p. (Publicações Avulsas, 2).
- DO NASCIMENTO, J. L.; CAMPOS, I. B. (ED.). Atlas da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção em Unidades de Conservação Federais. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2011.
- MINAS GERAIS, 2023. Caracterização Ambiental: Parque Estadual do Rio Doce. Instituto Estadual de Florestas, Marliéria.
- WETTERBERG, G. B. The Concept of Protected Area System Based on Pleistocene Refuges. In: MILANO, M. S. et al (Orgs). Unidades de Conservação: Atualidades e Tendências. Curitiba: Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 2004. p.76-91.



O SATÉLITE SENTINEL-2 COMO INSTRUMENTO NA DETECÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE ÁREAS QUEIMADAS NO MUNICÍPIO DE TABATINGA-AM

Iago de Souza Reis¹
Marxer Antonio Colares Batista²
Joelson Vargas Moraes³
Marta Patrícia Ramires Lujan⁴

¹Discente do curso técnico em Meio Ambiente no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM/ Campus Tabatinga, iagohumano@gmail.com

²Prof. Me – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM/ Campus Tabatinga, marxer.batista@ifam.edu.br

³Lic. Ciências Agrárias e do Ambiente/ Bolsista apoio técnico da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas, joelson.paulivense@gmail.com

⁴Engenheira ambiental, Me. Sociedade e Cultura na Amazônia. Pesquisadora do Núcleo de Estudos Socioambientais da Amazônia, colaboradora do grupo de estudos de Ciências Ambientais e Agrárias da Amazônia - GECAAM. Instituto Federal de Educação do Amazonas – Campus Tabatinga – IFAM, martalujan128@gmail.com

185

INTRODUÇÃO

A cultura da soja, iniciada no sul do país têm-se expandido até o norte do Brasil, sendo associada atualmente ao desflorestamento da Amazônia (FUCHS, 2020). Para Gabardo et al. (2021), as queimadas é um dos principais causadores de degradação ambiental nos ecossistemas Amazônicos, sendo amplamente utilizado para o manejo e transformação da cobertura da terra para diferentes usos.

O município de Tabatinga fica localizado em uma área de tríplice fronteira entre Brasil (Tabatinga), Colômbia (Leticia) e Peru (Santa Rosa), formando o trapézio Amazônico. (EUZÉBIO, 2014). O uso do fogo para limpeza de áreas ou para preparo de pastagens, além da queima de resíduos sólidos em quintais urbanos, configurado como prática cultural na verdade é um sério problema ambiental presente na maioria dos municípios brasileiros (PERLOTTO et al., 2002).

Neste período, normalmente indo de junho até novembro, percebe-se no município uma grande quantidade de fumaça que encobre grandes extensões da região. Essa fumaça, de acordo com a Secretaria Municipal de Meio Ambiente (2009), é oriunda da queima de



resíduos sólidos da área urbana e de queimadas realizadas nas áreas de assentamento da reforma agrária do município.

Diante dessas problemáticas, para a análise temporal, as imagens de Sensoriamento Remoto propiciam o reconhecimento de mudanças nas atividades agrícolas e pecuárias bem como mudanças nas áreas florestais nativas amparadas pela legislação ambiental (FACCO et al., 2017). Nesse contexto, algumas opções destacam-se atualmente na detecção de queimadas e uso do fogo no território brasileiro, como é o caso do satélite SENTINEL-2.

Trata-se de um par de satélites-gêmeos, SENTINEL 2A e SENTINEL 2B, de fabricação da AIRBUS Defense and Space, criado dentro de um programa da Agência Espacial Europeia (ESA) para o monitoramento da Terra. Possui um conjunto de doze detectores que combinados formam o MSI – Instrumental MultiSpectral, para a aquisição de imagens com resolução de 10 a 60 metros, em 13 bandas espectrais diferentes, indo da luz visível até o infravermelho de ondas curtas e o infravermelho próximo (ESA, 2021).

O programa SENTINEL-2 tem como destaque, além da sua capacidade de gerar imagens com alta resolução, a sua alta taxa de revisita, permitindo a aquisição de imagens em uma área a cada cinco dias, fomentando a importância do programa no monitoramento ambiental.

Portanto, este estudo são de dados parciais referentes ao Projeto de Iniciação Científica – PIBIC, cujo o tema é o Uso do Sensoriamento remoto como Instrumento de Monitoramento de Queimadas de aborda o uso de técnicas de sensoriamento remoto para quantificação das áreas que foram atingidas por queimadas e uso do fogo, detectadas por meio de imagens de média resolução do satélite SENTINEL 2, da Agência Espacial Europeia – ESA, no intuito de contribuir no monitoramento e combate as queimadas no município de Tabatinga.

METODOLOGIA

A pesquisa foi de base qualitativa, abrangendo o município de Tabatinga e seu entorno. Em termos mais específicos, tomando o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – Campus Tabatinga como ponto de referência foi traçado então um perímetro ao seu redor, com um raio de 10 km, onde ocorreu a pesquisa, como pode ser visto na figura 1.



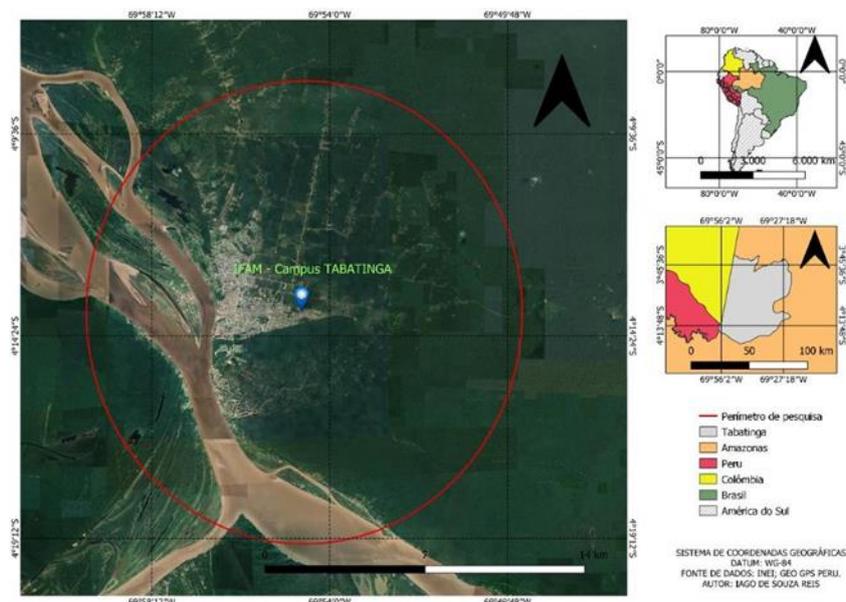


Figura 1. Delimitação de área de pesquisa. Fonte: Adaptado de QGIS.

A realização da pesquisa contou com o levantamento de dados primários e secundários. Os dados primários podem ser entendidos como dados alcançados unicamente durante o proceder da pesquisa, ou seja, as queimadas detectadas, enquanto os dados secundários são aqueles realizados por outrem e servirão de consulta (RODRIGUES et al., 2007).

187

As informações orbitais adquiridas a partir de imagens geradas pelo Satélite SENTINEL-2 serão validadas com a constatação em campo do uso do fogo por meio da coleta de coordenadas geográficas, utilizando o GPS da marca Garmin modelo Etrex10, bem como por meio de registros fotográficos *in loco*.

A quantificação de áreas queimadas se dará por meio de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento de imagens orbitais no programa de software livre QGIS. O tratamento aplicado para os registros do satélite consiste na combinação colorida das bandas e utilização de índices espectrais.

Tal combinação une duas ou mais bandas em uma única imagem, onde cada banda é associada a uma cor, gerando uma imagem colorida (OLIVEIRA et al., 2021). Por outro lado, os índices espectrais são calculados a partir de valores de reflectância dos canais espectrais dos sensores orbitais (PEREIRA et al., 2016).

No que tange aos índices espectrais, o trabalho realiza a comparação entre dois conhecidos cálculos espectrais: o Índice de Queimada Normalizada (Normalized Burn Ratio -

NBR) e o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (Normalized Difference Vegetation Index - NDVI). O primeiro, consiste na equação 1.

$$\text{NBR} = (\text{NIR}-\text{SWIR2}) / (\text{NIR}+\text{SWIR2}) \text{ (Eq.1)}$$

Onde: NIR corresponde ao canal 8A do satélite SENTINEL-2, representando especificamente o infravermelho próximo; SWIR trata do infravermelho de ondas curtas – canal B12 do SENTINEL-12.

O segundo índice a ser utilizado no trabalho apresenta a seguinte fórmula (Equação 2).

$$\text{NDVI} = (\text{NIR}-\text{R}) / (\text{NIR}+\text{R}) \text{ (Eq.2)}$$

Onde: NIR confere ao canal 8A, assim como na primeira equação; e R corresponde a banda espectral de cor vermelha (Red – R).

A utilização destes dois índices espectrais se justifica para a realização da comparação entre eles, para avaliar a capacidade que possuem na classificação das áreas queimadas ou não queimadas, utilizando resultados de imagens da pré e pós-queimada (OLIVEIRA et al., 2021).

188

RESULTADOS E DISCUSSÃO

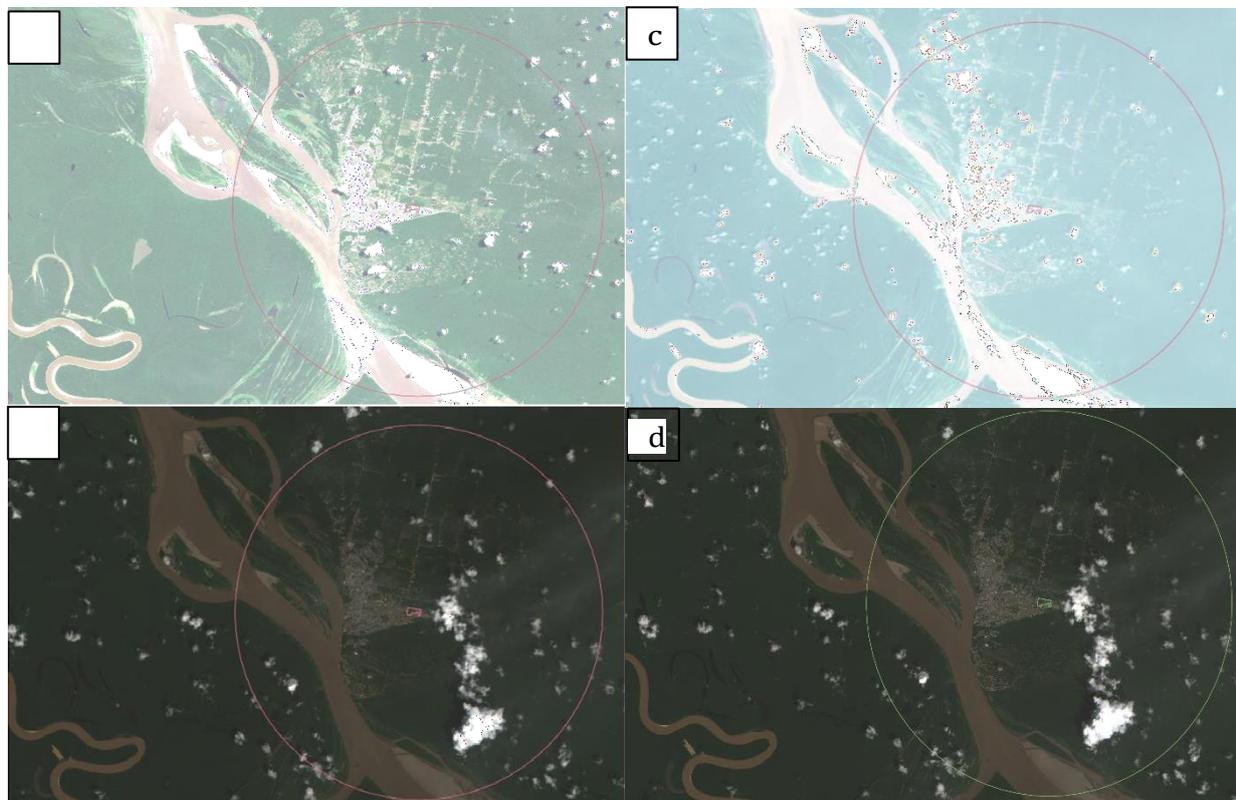
Durante a realização do estudo, buscou-se o download de imagens orbitais referentes a área de pesquisa mensalmente, sendo iniciadas as buscas no mês de setembro o ano de 2022. Tais imagens se encontram disponíveis na plataforma online da Agência Espacial Europeia – ESA, “Sentinel Online”.

A primeira etapa da manipulação de imagens satelitais consiste na elaboração da versão colorida da imagem em questão, denominada RGB – Red, Green, Blue (vermelho, verde e azul), que é justamente a sobreposição das bandas espectrais referentes as cores citadas.

Até então, imagens orbitais referentes aos meses de setembro de 2022 até dezembro de 2022 foram adquiridas por meio da plataforma Sentinel Online, dentre as quais todas já foram manipuladas para visualização colorida (RGB). Embora não seja obrigatória no processamento de áreas cicatrizadas pelo fogo, tal versão imageada auxilia na visualização de



dados processados até então, permitindo a constatação de resultados e produtos gerados pelo processamento. Por se tratar de um imageamento colorido, esse processo é realizado com as bandas do espectro visível B02 (vermelho), B03 (verde) e B04 (azul).



189

Figura 2. a) Imagem RGB de Tabatinga em setembro; b) Em de outubro; c) Em novembro; d) Em dezembro de 2022. Fonte: Reis (2023).

Observa-se grandes variações cromáticas dos meses de setembro/outubro para novembro/dezembro. Diferentes ajustes foram realizados e a coloração das primeiras imagens não se alterou para melhor. Tendo em vista que a imagem colorida não é obrigatória para a detecção de queimadas, deu-se prosseguimento ao projeto com estas imagens em seu estado original.

A identificação e quantificação de queimadas é realizada com a versão infravermelha das imagens disponíveis, usando, portanto, outras bandas espectrais. Se tratando do cálculo NBR, que utiliza as bandas B8A e B12, o seu produto advém da junção de duas imagens orbitais do mesmo ponto em datas diferentes (começo e final do mês), ou seja, se consta em uma terceira imagem contendo os focos ou não do local no determinado espaço de tempo.

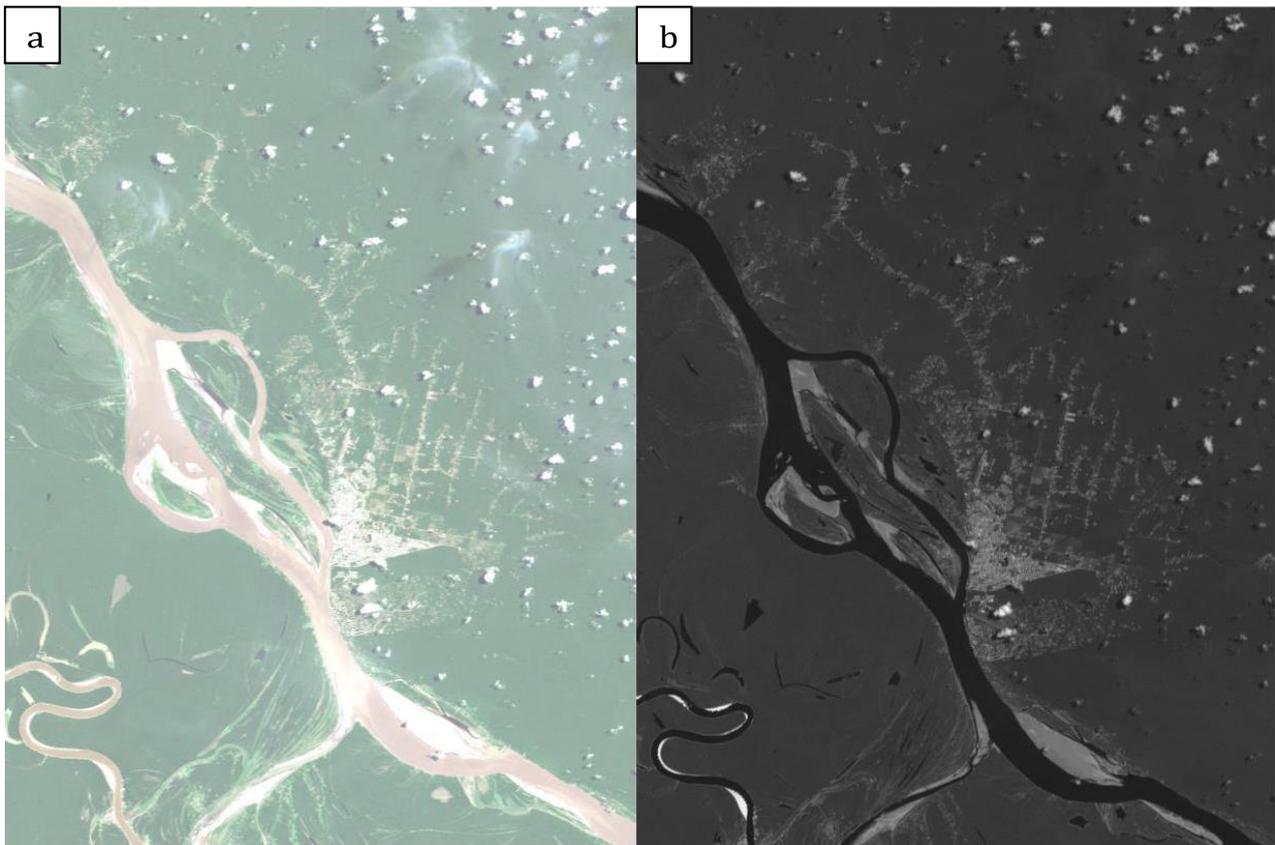


Figura 3. a) Imagem RGB de Tabatinga em setembro; b) Imagem infravermelha de Tabatinga em setembro de 2022.

190

Em contraste com outros artigos de referências, onde inclui em suas metodologias encontrar focos de queimadas a “olho nu” na imagem infravermelha, tal procedimento não foi possível de realizar neste projeto, o que evidencia a importância dos índices espectrais em trabalhos como este, visto que advindo de expressões algébricas, possuem grande sensibilidade para detecção de mudanças físicas em determinado espaço (PEREIRA et al; 2015).

No tocante ao uso do satélite SENTINEL-2 como instrumento de combate ao fogo, percebeu-se uma desvantagem em seu uso. A plataforma Sentinel Online, responsável por armazenar as imagens e outras informações geradas pelo satélite possui um curto tempo de armazenamento desses dados, o que implica em perda ou então em mau uso de importantes dados para projetos envolvendo o fogo e outras temáticas variadas. Tal situação incita a necessidade de busca de outros instrumentos e ferramentas que armazenem estes dados com mais tempo de acessibilidade.



CONCLUSÕES

Diante do exposto, fica em evidência a importância que trabalhos e pesquisas investigativas a respeito das queimadas praticadas no Alto Amazonas, pois, a partir delas é possível planejar políticas públicas quanto ao desenvolvimento regional, e na conservação e manipulação dos recursos naturais afim de entender a dimensão do impacto que geram tanto quanto no entorno do município quanto aos territórios tradicionais. Adiciona-se também o potencial de projetos como este para discutir os impactos das queimadas na saúde humana, a curto, médio e longo prazo.

Apesar das dificuldades de conexão encontradas no município de Tabatinga, vem sendo possível a geração de dados, após a implementação de tecnologias de conexão via satélite portátil, dentro do cenário amazônica, que servirão também para outros projetos.

Ressaltasse que também é importante construir consenso e gerar responsabilidade pública e entre os atores sociais locais na busca de solução para os problemas socioambientais, que a cada ano que passa se torna mais emergente.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Campus Tabatinga pela oferta de bolsa para a realização do projeto.

191

REFERÊNCIAS

AMAZONAS. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. Unidade de Conservação. Disponível em: <<http://meioambiente.am.gov.br/unidade-de-conservacao/>>. Acesso em: 04, 2023.

European Space Agency - ESA. 2021. Sentinel Online.

EUZÉBIO, E. F. A porosidade territorial na fronteira da Amazônia: as cidades gêmeas Tabatinga (Brasil) e Leticia (Colômbia) Cuadernos de Geografía - Revista Colombiana de Geografía, v.23, n.1, p.109-124, 2014.

FACCO, D. S.; BENEDETTI, A. C.; KAISER, E. A.; PEREIRA FILHO, W. Avaliação da dinâmica do uso e cobertura da terra no município de Faxinal do Soturno no Estado do Rio Grande do Sul. In: Congresso Nacional de Geografia Física, 1, 2017, Campinas. Anais...Campinas, 2017.

FUCHS, V. B. Expansão de fronteira impulsionada pela China na Amazônia: quatro eixos de pressão causados pela crescente demanda pelo comércio de soja. Civitas-Revista de Ciências Sociais, v.20, n.1, p.16-31, 2020.



GABARDO, G.; SARZEDAS, C. G.; DA SILVA, H. L. Queimadas na Amazônia brasileira: Brasil em chamas. A educação ambiental em uma perspectiva interdisciplinar. Disponível em:<[https://downloads. Editora científica. org/articles/200800872. pdf](https://downloads.editora.cientifica.org/articles/200800872.pdf)> Acesso em: 04, 2023.

OLIVEIRA, A. C. de; COSTA, P. O. da S. V.; VIEIRA, R. B. Uso de sensoriamento remoto para identificação de queimadas no Parque Estadual Encontro das Águas. 2021.

PERLOTTO, F.; GUIMARÃES, S. H.; PETRONE, V. A Amazônia encontrando soluções. In: A Amazônia encontrando soluções. 2002. p.269-269.

PEREIRA, A. A. et al. Avaliação de nove índices espectrais quanto a separabilidade entre queimadas e diferentes alvos. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, v.17, p.3105-3112, 2015.

PEREIRA, A. A. et al. Avaliação de índices espectrais para identificação de áreas queimadas no cerrado utilizando dados LandSat TM. Revista Brasileira de Cartografia, v.8, n.68, p.1665-1680, 2016.

RODRIGUES, W. C. et al. Metodologia científica. Faetec/IST. Paracambi, p.2-20, 2007.



MONITORAMENTO DE GLIFOSATO EM MEIOS AQUÁTICOS, BASEADO NA TÉCNICA DE DIFUSÃO EM FILMES FINOS POR GRADIENTE DE CONCENTRAÇÃO – DGT: RESULTADOS PRELIMINARES

Giovana Rocha de Oliveira¹
Larissa Botelho D’Alevedo²
Suzan da Silva Lessa³
Marina Madid Micheletti Caetano⁴
Paulo Sergio Tonello⁵

193

¹Graduanda em Engenharia Ambiental – ICT – Instituto de Ciência e Tecnologia – Campus de Sorocaba – Unesp, bolsista FAPESP de Iniciação Científica, giovana.r.oliveira@unesp.br

²Graduanda em Engenharia Ambiental – ICT – Instituto de Ciência e Tecnologia – Campus de Sorocaba – Unesp, bolsista PIBIC de Iniciação Científica, larissa.dalevedo@unesp.br

³Mestre em Engenharia de Biomateriais e Bioprocessos. – ICT – Instituto de Ciência e Tecnologia – Campus de Sorocaba – Unesp, suzan.lessa@unesp.br

⁴Mestre em Ciências Ambientais. – ICT – Instituto de Ciência e Tecnologia – Campus de Sorocaba – Unesp, marina.madid@unesp.br

⁵Prof. Dr. – ICT – Instituto de Ciência e Tecnologia – Campus de Sorocaba – Unesp, paulo.tonello@unesp.br

INTRODUÇÃO

O Brasil tem sido apontado como um dos principais consumidores de agrotóxicos no mundo desde meados de 2008, o que está diretamente associado ao crescimento do agronegócio no país. Esse cenário levanta preocupações quanto aos impactos ambientais causados por essas substâncias químicas, exigindo o monitoramento rigoroso de sua presença em recursos naturais, como a água.

Um dos herbicidas utilizados globalmente e mais amplamente utilizado no Brasil é o Glifosato (N-(fosfonometil)glicina), conhecido por sua ação não seletiva e eficaz no controle de ervas daninhas (MACHADO, 2016). No entanto, a persistência desse herbicida no meio



ambiente e seus efeitos na biota são motivo de crescente preocupação. Embora o Brasil tenha leis que requerem testes de água para verificar a presença de 27 tipos de agrotóxicos, a falta de dados reportados ao Sisagua (Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano) ainda é um desafio, com apenas 31% dos municípios brasileiros fornecendo essas informações entre 2014 e 2017 (LIMA, 2019).

A fim de monitorar e quantificar a presença de glifosato em ambientes aquáticos, é crucial desenvolver técnicas analíticas eficientes. Neste contexto, a técnica DGT (Diffusive Gradients in Thin Films) tem sido uma abordagem promissora. Inicialmente desenvolvida para a análise de espécies metálicas lábeis em águas naturais, a DGT tem sido aplicada com sucesso em outros tipos de contaminantes, como Azithromycin, Chloramphenicol e Florfenicol (DGT Research LTD). No entanto, até o momento, essa técnica não foi utilizada para a análise de glifosato.

Este estudo, propõem utilizar a quitosana como bioadsorvente na técnica DGT para medir a concentração biodisponível de glifosato em ambientes aquáticos. A quitosana é um biopolímero derivado da quitina, abundante na natureza, e tem sido amplamente empregada em aplicações industriais devido às suas propriedades biocompatíveis, biodegradáveis e de adsorção. Até o presente momento investigou-se a capacidade de adsorção do glifosato pela quitosana, além da determinação do coeficiente de difusão do glifosato em filme gel poroso de agarose 1,5% (m/v), que é fundamental para a aplicação da técnica DGT.

De forma mais ampla, este trabalho visa contribuir para o desenvolvimento de uma nova metodologia de monitoramento de glifosato em ambientes aquáticos por meio da técnica DGT, oferecendo insights valiosos para a avaliação dos riscos ambientais associados ao uso desse herbicida.

METODOLOGIA

Determinação do Glifosato

A quantificação de glifosato em solução aquosa foi realizada a partir de método espectrofotométrico rápido e preciso adaptado de Bhaskara e Nagaraja (2006). O método envolve a reação do glifosato com ninidrina (2,2-diidroxi-hidrindeno-1,3-diona) como reagente cromogênico, em solução aquosa meio neutro e na presença de molibdato de sódio como catalisador, originando o produto roxo de Ruhemann. A quantificação se deu por curva analítica em espectrofotômetro Hach DR3900 e a absorbância lida em 570 nm, com limites de detecção e quantificação de 0,004 e 0,013 mgL⁻¹ respectivamente.



Confecção dos filmes géis

Foram produzidos dois tipos de géis necessário para a DGT, o gel difusivo de Agarose 1,5% (m/v) e o gel ligante de Quitosana com baixo peso molar, ambos produtos da Sigma-Aldrich.

Filme difusivo de gel agarose

O preparo do gel de agarose foi adaptado de Zhang e Davison, (1999). A massa 0,75 g de agarose foi totalmente dissolvida em 50 mL de água ultrapura a temperatura ambiente. Após a solução foi aquecida a 80°C e mantida em agitação até ficar homogênea e transparente. Em seguida, a solução foi vertida entre duas placas de vidro descontaminadas e pré-aquecidas a 60°C, distanciadas de 1mm, com espaçador, para delimitar a espessura do gel, que, então, ficou em repouso até temperatura ambiente. Após esse processo, o gel foi cortado em discos de 2,5 cm de diâmetro, e hidratado em água ultrapura, fazendo várias lavagens durante 24 horas para remover o excesso de agarose e foram armazenados em solução de NaCl (0,01 molL⁻¹) a 4°C.

Gel de quitosana

O filme gel de quitosana, foi preparado a partir de uma solução de quitosana, dissolvendo 5 g de quitosana em 800 mL de ácido acético 2% (v/v). A solução foi mantida em agitação constante por 24 horas, a temperatura ambiente para a total dissolução da quitosana. Em seguida, foi espalhado 150 mL da solução obtida sobre uma placa de Petri com 13,5 cm de diâmetro, que foi levada à estufa a 60°C até massa constante. Depois de seca, hidratou-se/estabilizou-se o filme gel de quitosana com solução de NaOH 1,0 molL⁻¹ por 24 horas. Após esse período, o filme foi lavado com água ultrapura várias vezes para a retirada do excesso de NaOH, cortado em discos de 2,5 cm de diâmetro e armazenado sob refrigeração em água ultrapura a 4°C. (FARIA et al., 2019).

Caracterização de discos de géis de quitosana

1. Espectroscopia de infravermelho

A fim de identificar os grupos ligantes presentes na quitosana, recorreu-se à espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR), uma técnica que analisa os valores de energia da radiação infravermelha absorvida. Utilizou-se um espectrômetro modelo Jasco FTIR-410, com transformador de Fourier, utilizando a técnica de



KBr, na faixa de número de onda de 4000 a 400 cm^{-1} . Previamente à análise, procedeu-se à desidratação dos discos de quitosana para eliminar qualquer excesso de água antes de inseri-los no equipamento.

2. Microscopia eletrônica de varredura e Espectroscopia por Energia Dispersiva

A microscopia eletrônica de varredura (MEV) é uma técnica usada para análise da morfologia e microestrutura de superfícies e foi usada para avaliação do filme de quitosana. O MEV utilizado foi o modelo JSM-6010 da JEOL, operando com tensão de aceleração de 2,5 kV. Os filmes de quitosana foram previamente metalizados com paládio para aumentar a condutividade. A magnificação utilizada foi de 450x (escala 50 μm).

Com sonda de raios-X acoplada ao MEV foi possível realizar análise da composição química básica dos filmes por espectroscopia por energia dispersiva (EDS). Essa técnica se baseia na interação de um feixe de elétrons oriundos do MEV que ao colidirem com a superfície do filme produzem raios-X característicos gerando um espectro de emissão de raios-X oriundo da amostra.

Curva de adsorção de Glifosato pelo filme de Quitosana

A capacidade de adsorção de glifosato pelo gel de quitosana na forma de filme fino foi determinada por experimento num sistema em batelada, em 6 frascos contendo 100 mL de solução de glifosato 5 mgL^{-1} . Em cada frasco foi adicionado um disco de filme gel de quitosana. Nos tempos pré-definidos de 0, 30, 60, 180, 360, 720 e 1440 minutos foram retiradas alíquotas de 8 mL para determinação do glifosato remanescente em solução. Esse volume das alíquotas está relacionado com o método de determinação de Glifosato utilizado no trabalho. Assim pela diferença dos valores das concentrações determinadas em cada alíquota e o valor da concentração inicial foi determinada a concentração de glifosato adsorvida em cada tempo e verificada a porcentagem máxima de adsorção da quitosana para a solução empregada.

Coefficiente de Difusão

A técnica DGT é fundamentada no transporte de massa que é definido pela 1ª Lei de Fick para difusão. Esta por sua vez, necessita de uma constante denominada de coeficiente de difusão ou difusividade (D) de um analito em um determinado meio. Assim o coeficiente de difusão é parâmetro fundamental para a técnica DGT. Para a determinação de D do glifosato em filme poroso de agarose, foi utilizada uma câmara de difusão feita em acrílico, composta



por dois compartimentos idênticos (A e B), que comportam 150 mL de solução em cada. Os compartimentos são ligados por um orifício de 1,5 cm de diâmetro por onde se difunde o analito. Um filme de agarose foi colocado no orifício juntamente com um espaçador de espessura apropriada (1mm) de forma que a área de 1,77 cm² do gel ficasse exposta aos dois compartimentos.

No compartimento A foram colocados 150 mL de uma solução contendo NaCl, 0,01 molL⁻¹, pH 6,0. No compartimento B foram colocados 120 mL da solução anterior mais 30 mL de glifosato 100 mgL⁻¹, e o pH ajustado para 6,0. O sistema foi mantido sob agitação constante e a temperatura mantida a 25°C.

Foram retirados 8 mL de solução de cada compartimento em intervalos de tempos pré-determinados totalizando 98 horas de experimento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produção dos Filmes de Agarose e Quitosana

O gel difusivo de agarose 1,5% (m/v) apresentou-se como um gel translúcido, homogêneo e de boa resistência física para manuseio. Sua superfície foi lisa e espessura constante verificada com paquímetro. O filme de quitosana apresentou superfície homogênea, lisa e de consistência satisfatória para ser manuseado e cortado em discos para uso nos dispositivos DGT.

197

Caracterização dos filmes de Quitosana

1. Grupos ligantes presentes no filme de Quitosana

Os resultados obtidos do FTIR possibilitaram a identificação das bandas características e dos agrupamentos químicos presentes nas membranas de quitosana (Figura 1 e Tabela 1). Os estiramentos observados na região de 3000 cm⁻¹ foram associados às ligações de hidrogênio, especificamente N-H e O-H. Além disso, as bandas de 2896 cm⁻¹, 1465 cm⁻¹, 1150 cm⁻¹ e 1056 cm⁻¹ indicam estiramentos das ligações C-H, CH₂, C-N e C-O, respectivamente (GHAE et al., 2012). Esses valores são similares aos encontrados na quitosana pura para as mesmas bandas, conforme mencionado na literatura (ASGARI et al., 2020; BABAZADEH et al., 2021).



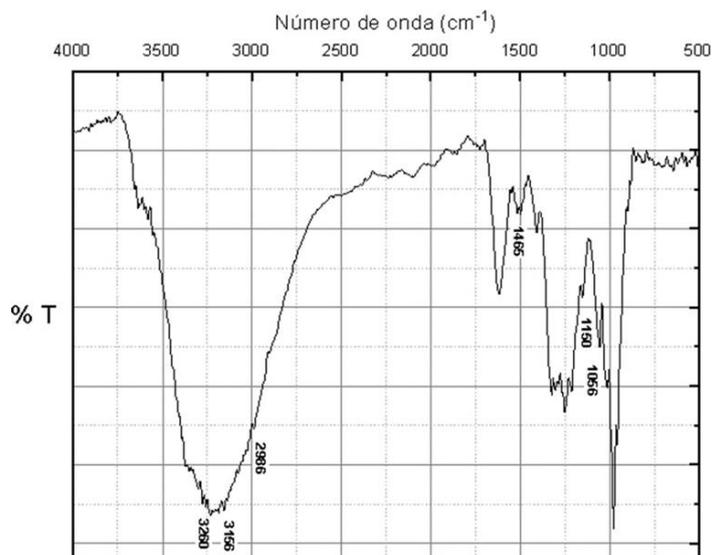


Figura 1. Espectro de absorção no infravermelho dos filmes de quitosana.

Tabela 1. Principais grupos químicos do filme de quitosana

Número de Onda (cm ⁻¹)	Atribuição
1056	Estiramento de C–O de álcool primário
1350	Estiramento de alquil amina C–N
1465	Deformação Tesoura CH ₂
1625	Grupo Carbonila
2896	Estiramento de C–H
3156	Estiramento de O–H
3260	Estiramento de amina primária N–H

198

Morfologia e principais componentes químicos do filme de quitosana

Através de imagens de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), foi possível analisar a superfície das membranas de quitosana natural. A Figura 2 mostra que a superfície da membrana de quitosana é lisa, não apresenta rugosidade nem poros aparentes. Foram identificados alguns grânulos de quitosana não diluída, destacados pelas setas laranjas.

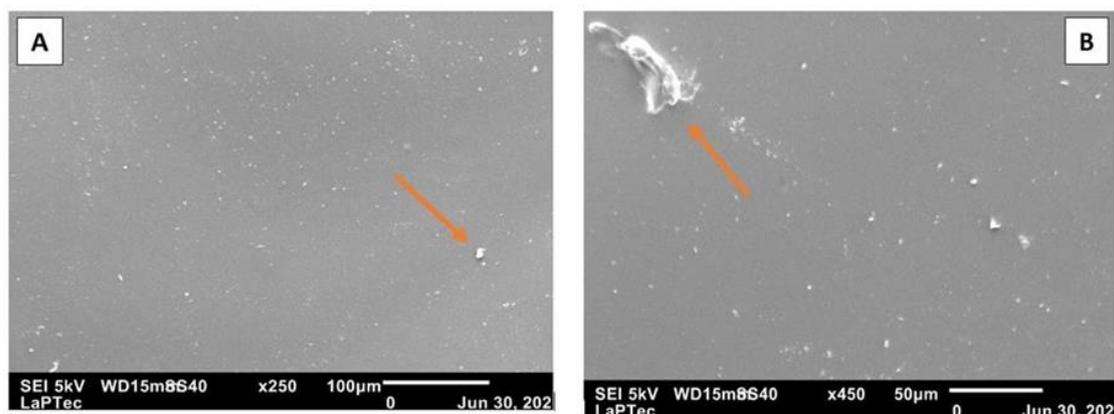


Figura 2. Imagens de MEV do filme de quitosana (A) Magnificação 250x, (B) Magnificação 450x.



A Figura 3 apresenta imagens de EDS com a identificação dos principais componentes químicos presentes nos filmes de quitosana, carbono e oxigênio. Um pequeno pico relacionado a nitrogênio é observado e atribuído aos grupos amina (-NH₂) (AWODE et al., 2020).

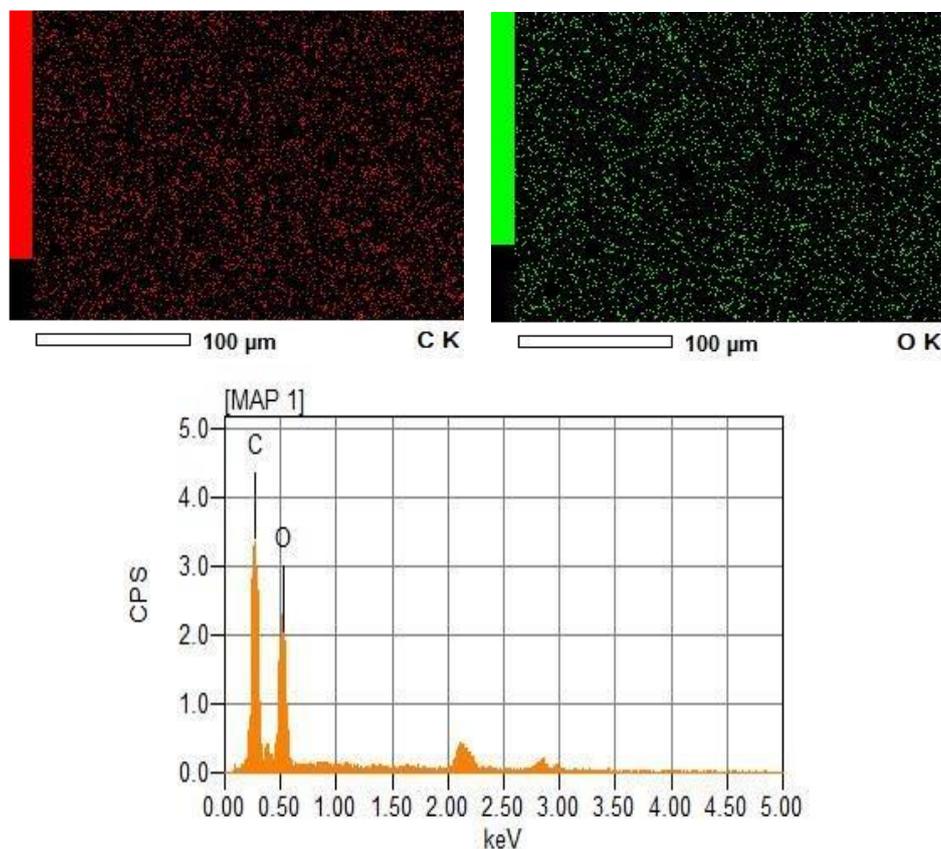


Figura 3. Espectro de EDS e imagens da amostra de quitosana indicando vermelho para carbono e verde para oxigênio.

199

Curva de adsorção

O teste de adsorção de glifosato pelo filme de quitosana é representado na Figura 4. Pode ser observado que para um intervalo 360 minutos a adsorção de 5 mgL⁻¹ de glifosato foi de 100%. A adsorção foi 32% nos primeiros 60 minutos e aos poucos, com a redução dos sítios disponíveis o processo tornou-se mais lento. O resultado é bastante promissor para determinação de glifosato em água para consumo humano, por meio da técnica DGT, usando quitosana como agente ligante, uma vez que seu limite para este contaminante, segundo a portaria GM/MS n° 888 de 2021, do governo brasileiro, é de 500 µgL⁻¹, ou 100 vezes mais do que a concentração usada no experimento. Resultados inferiores a obtidos foram relatados por Fauvelle et al. (2015) onde usando filme ligante de TiO₂ foram adsorvidos 58% de glifosato em uma solução de 1 µgL⁻¹.



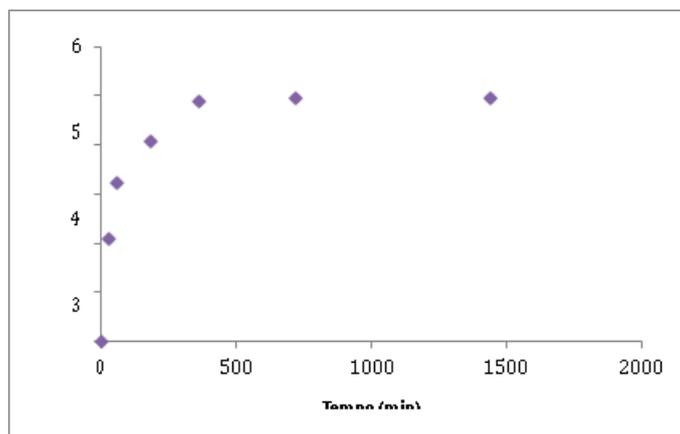


Figura 4. Adsorção de glifosato em filme de quitosana (5 mgL^{-1} de glifosato pH 6, 25°C).

Coefficiente de difusão

Os experimentos de determinação do coeficiente de difusão do glifosato foram realizados em duplicata para maior precisão. Para isso, foi utilizada a câmara de difusão descrita anteriormente e ilustrada na Figura 5.

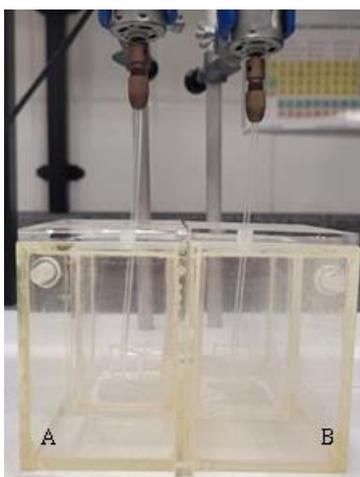


Figura 5. Câmara de difusão.

200

Na câmara observa-se dois motores independentes para agitação constante das soluções dois pontos de entrada e saída de água para formação de uma camisa d'água que mantém a temperatura do experimento constante.

O coeficiente de difusão foi calculado usando a 1ª Lei de Fick mostrada na equação 1 onde α é o coeficiente angular da reta obtida na relação massa difundida para compartimento B x tempo de amostragens, a Figura 6 ilustra essa relação e a Tabela 2 apresenta as relações para os dois experimentos assim como seu coeficiente R2 de ajuste das retas.

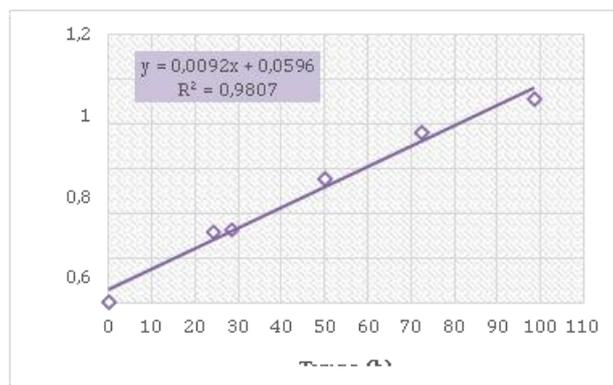


Figura 6. Relação massa x tempo.

Tabela 2. Coeficientes angular e linear das relações entre massa x tempo

Experimento	Coeficiente angular - α (mg/h)	Coeficiente linear (mg)	R ²
1	0,0092	0,0596	0,9807
2	0,011	0,0455	0,9933

$$D = \frac{\tan \alpha \Delta g}{A.C.3600} \quad (1)$$

201

Os demais itens da equação representam: Δg a espessura do filme de agarose (1mm), A a área do orifício entre os compartimentos (1,77 cm²) C a concentração de glifosato no compartimento A (20 mgL⁻¹) que deve ser constante e 3600 a conversão de horas para segundos. Com os resultados dos experimentos obteve-se o valor médio de $D = 7,94 \times 10^{-10}$ m²s⁻¹. O valor obtido está em acordo com valores obtidos para difusão de alguns antibióticos em gel de agarose (0,58 a 6,24 x 10⁻¹⁰ m²s⁻¹) e para fosfatos em gel de poliacrilamida (6,05 x 10⁻¹⁰ m²s⁻¹) a 25°C (CHEN, et al., 2013; ZHANG, et al., 1998).

CONCLUSÕES

Como explicado anteriormente os resultados apresentados são parte de uma pesquisa que se desenvolve, mas dentro dos objetivos propostos neste trabalho é possível afirmar que: a proposta de confecção de dois géis alternativos, de biopolímeros, para uso na técnica DGT, um de quitosana e outro de agarose foram bem sucedida; ambos os géis apresentaram boa morfologia e resistência suficiente para utilização nos dispositivos DGT; o filme gel de quitosana apresentou composição e grupos ligantes condizentes com aqueles informados na literatura, indicando não haver alterações em sua estrutura química com seu processo de



fabricação e, que são propícios à adsorção de glifosato; a adsorção de glifosato pelo filme de quitosana foi promissora e superior à trabalhos sobre o mesmo tema, indicando ser um material propício para utilização na técnica DGT; o coeficiente de difusão do glifosato em filme de agarose apresentou valor dentro da expectativa de outras substâncias semelhantes indicadas na literatura, permitindo que este tipo de material possa ser utilizado como meio difusivo para aplicação da 1ª Lei de Fick, necessária à técnica DGT.

AGRADECIMENTOS

À Fapesq/CNPq, Nº do processo 2022/16780-4.

REFERÊNCIAS

ASGARI, E.; SHEIKHMOHAMMADI, A.; YEGANEH, J. Application of the Fe₃O₄ chitosan nano-adsorbent for the adsorption of metronidazole from wastewater: Optimization, kinetic, thermodynamic and equilibrium studies. *International Journal of Biological Macromolecules*, v.164, p.694–706, 2020.

AWODE, A. U. et al. Fabrication of trichlorovinylsilane-modified-chitosan film with enhanced solubility and antibacterial activity. *Polymer Bulletin*, v.77, p.5811–5824, 2020.

BABAZADEH, M.; ABOLGHASEMI, H.; ESMAEILI, M.; EHSANI, A. Comprehensive batch and continuous methyl orange removal studies using surfactant modified chitosan-clinoptilolite composite. *Separation and Purification Technology*, v.267, p.118601, 2021.

BHASKARA, B. L.; NAGARAJA, P. Direct Sensitive Spectrophotometric Determination of Glyphosate by Using Ninhydrin as a Chromogenic Reagent in Formulations and Environmental Water Samples. *Helvetica Chimica Acta*, v.89, p.2685-2693, 2006.

CHEN, C. E.; ZHANG, H.; YING, G. G.; JONES, K. C. Evidence and Recommendations to Support the Use of a Novel Passive Water Sampler to Quantify Antibiotics in wastewaters. *Environmental Science Technology*, v.47, p.13587–13593, 2013.

DGT Research LTD. Disponível em: <<https://www.dgtresearch.com/organic-analytes/>>.

FARIA, C. C.; FAVERO, M.; CAETANO, M. M. M.; ROSA, A. H.; TONELLO, P. S. Application of chitosan film as a binding phase in the diffusive gradients in thin films technique (DGT) for measurement of metal ions in aqueous solution. Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature December 11, 2019. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, v.412, p.703–714, 2020.



FAUVELLE, V.; NHU-TRANG, T-T.; FERET, T.; MADARASSOU, K.; RANDON, J.; MAZZELLA, N. Evaluation of Titanium Dioxide as a Binding Phase for the Passive Sampling of Glyphosate and Aminomethyl Phosphonic Acid in an Aquatic Environment. *Analytical Chemistry*, v.87, p.6004-6009, 2015.

GHAEE, A.; NIASSAR, M. S.; BARZIN, J.; ZARGHAN, A. Adsorption of copper and nickel ions on macroporous chitosan membrane: Equilibrium study. *Applied Surface Science*, v.258, n.19, p.7732-7743, 2012.

LIMA, M. Brasil: água de 1 em cada 4 municípios contém 27 agrotóxicos. Observatório do 3º Setor. Disponível em: <<https://observatorio3setor.org.br/noticias/brasil-agua-de-1-em-cada-4-municipios-contem-27-agrotoxicos/>>.

MACHADO, M. O. Glifosato: A Emergência de uma Controvérsia Científica Global. 31 f. Tese (Doutorado). 2016.

PORTARIA GM/MS 888. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>.

ZHANG, H.; DAVISON, W.; GADI, R.; KOBAYASHI, T. In situ measurement of phosphate in natural waters using DGT. *Analytica Chimica Acta*, v.370, p.29-38, 1998.

ZHANG, H.; DAVISON, W. Diffusional characteristics of hydrogels used in DGT and DET techniques. *Analytica Chimica Acta*, v.398, n.2-3, p.329-340, 1999.



DESEMPENHO DO RANDOM FOREST NA AVALIAÇÃO TEMPORAL DO USO DA TERRA EM UMA ÁREA DO BIOMA CERRADO

Arthur Pereira dos Santos¹

Ana Laura de Paula²

Gabriela Gomes³

Liliane Moreira Nery⁴

Thiago Silva Sousa⁵

Darllan Collins da Silva e Cunha⁶

^{1,4}Doutorando em Ciências Ambientais, ICTS/UNESP, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, arthur.p.santos@unesp.br, liliane.nery@unesp.br

^{2,3}Mestrando em Ciências Ambientais, ICTS/UNESP, Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, al.paula@unesp.br, gabriela.gomes98@unesp.br

⁵Tecnólogo em Agrimensura, Instituto Federal de Goiás, thiagoss26@hotmail.com

⁶Prof. Dr., ICTS/UNESP, Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, darllan.collins@unesp.br

204

INTRODUÇÃO

Diante das estimativas pelo aumento da demanda por alimentos, energia, habitação, água e transporte para as próximas décadas, somado ao progresso das atividades antrópicas com a expansão populacional (HEMATI et al., 2021), a gestão de uso da terra e o monitoramento dos recursos naturais tornam-se, cada vez mais, primordiais (AMINI et al., 2022; SILVA et al., 2022), sendo esses, avaliados por meio das mudanças no uso e cobertura da terra (Land use and land cover change (LULC)), considerado por ser o melhor indicador para verificar essas alterações (PAN et al., 2020; KOSCHKE et al., 2012).

Convém destacar ainda que, por meio da LULC, é possível que gestores públicos e ambientais possam associar a relação das classes de uso com parâmetros primordiais para a sobrevivência humana, como o clima, balanço hídrico, e a biodiversidade, conforme apresentado por Beer et al. (2012), Salazar et al. (2015), Sterling et al. (2013). Nesse sentido, a LULC se destaca por ser capaz de diagnosticar, nos quesitos ambientais, a área de estudo, sendo possível, ainda, estimar um possível prognóstico com relação ao resultado apresentado (GRUPTA & SHARMA, 2020).



Em vista disso, as imagens de satélite, obtidas por meio do Sensoriamento Remoto (Remote Sensing - SR) e os produtos gerados pelas técnicas de geoprocessamento, permitem que seja possível realizar o monitoramento da LULC em larga escala, sendo possível compreender, por meio das classes analisadas e de suas conectividades, tal dinâmica (FLOREANO & MORAES, 2021).

Embora muitas técnicas de classificação convencionais foram desenvolvidas e aplicadas com sucesso na literatura, atualmente, técnicas de aprendizado de máquina (Machine Learning - ML), tornaram-se, por meio de diferentes algoritmos, um ponto focal principal em estudos que envolvam imagens de satélites com enfoque nas análises de LULC (HUSSAIN et al., 2013).

Apesar disso, ao longo dos anos, a comunidade do SR tem se esforçado de forma veemente para abordar essa temática, buscando um método eficiente para mapear todos os padrões LULC. Haja vista que, dependendo das características físicas e socioambientais da área, bem como o número de amostragem, nem sempre um algoritmo específico apresenta o mesmo nível de acurácia (HALDAR et al., 2023).

Por conseguinte, dentre os métodos tradicionais de classificação, pode-se destacar o classificador de Máxima Verossimilhança, Medida de Distância, Agrupamento e Regressão Logística, sendo esses, amplamente utilizados na literatura convencional (ROGAN et al., 2002; DU & CHANG, 2001; KAL-YI, 2002; ETTER et al., 2006).

Contudo, na última década, métodos mais avançados como Árvores de Decisão, k-Vizinhos Mais Próximos (kNN), Random Forest (RF), Redes Neurais e Máquinas de Vetores de Suporte (SVM) estão sendo usados para avaliar a LULC (XU et al., 2005; SAMANIEGO et al., 2008; GISLASON et al., 2006; MAS e FLORES, 2008; MELGANI & BRUZZONE, 2004), com destaque para o kNN, SVM e RF, pois, geralmente, fornecem melhor desempenho frente aos classificadores tradicionais (KHATAMI et al., 2016).

Portanto, há de se destacar que, mesmo com o crescimento da utilização de métodos de aprendizado de máquina (ML) para análises de uso e cobertura da terra (LULC), em muitas áreas altamente impactadas por atividades humanas, especialmente no Brasil, pouco se sabe sobre a LULC, independentemente do método utilizado. Tal ausência de conhecimento justifica este trabalho, que objetiva apresentar o desempenho do RF para avaliar 20 anos de uso e ocupação no município de Paracatu, Minas Gerais (MG), pois, atualmente, nada se conhece sobre a essa variação, neste local, em escala municipal.



METODOLOGIA

A área de estudo está situada a aproximadamente 200 km da capital federal, Brasília – Distrito Federal (DF), o município de Paracatu, MG (Figura 1) está inserido no bioma cerrado, sendo destaque nacional na agricultura (FEITOSA et al., 2021) e na atividade minerária (SANTOS et al., 2022), que conta atualmente com aproximadamente 94 mil habitantes, apresentando uma demográfica de 10,29 hab.km² (IBGE, 2022).

O município apresenta altitude entre 500 e 950 metros e se situa entre duas bacias hidrográficas: São Francisco e Paraná. Conforme a classificação de Köppen, o clima do município é o tropical úmido de savana, com inverno seco e verão chuvoso, do tipo Aw. Sua temperatura média anual é de 22,6°C, e a sua precipitação média é de 1.450 mm/ano (INMET, 2022).

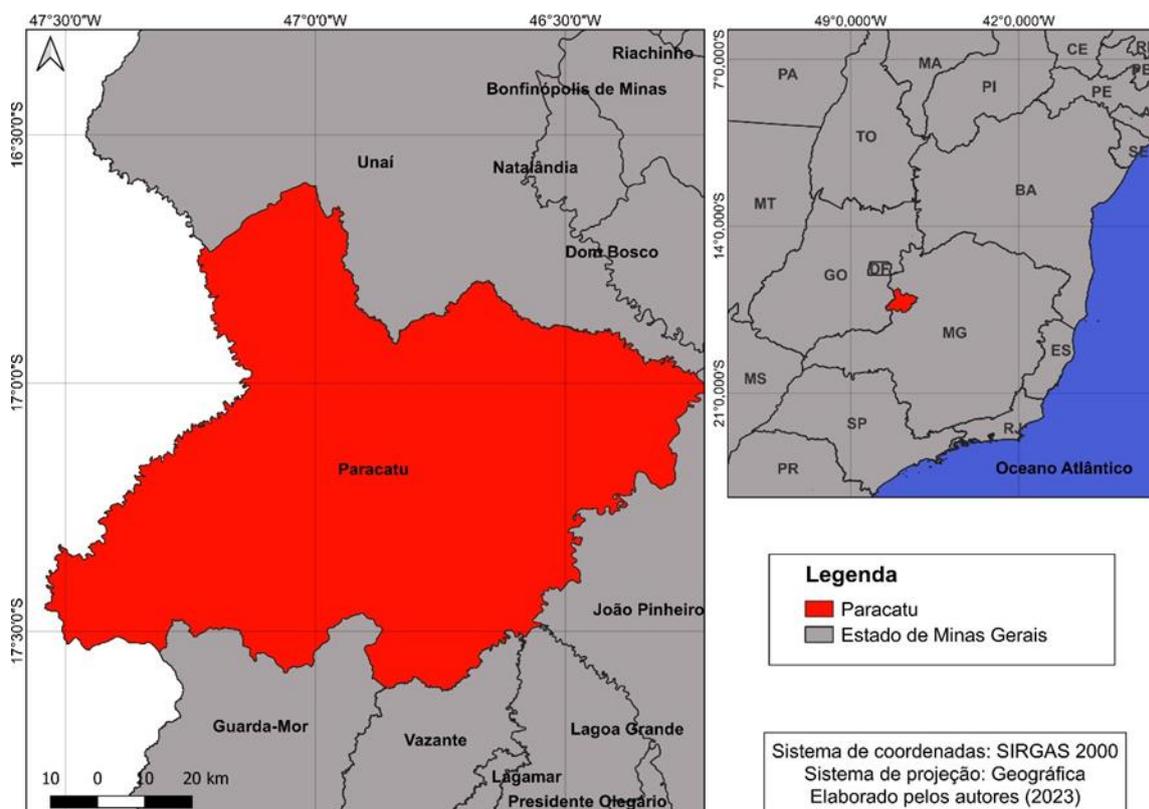


Figura 1. Localização da área de estudo.

Primeiramente, necessitou-se realizar a escolha de um intervalo de anos a serem analisados. Diante da definição de se trabalhar com uma imagem que representasse a realidade atual do município (2023), optou-se por analisar, também, o ano de 2003, de forma a se analisar o intervalo de 20 anos, considerando que, dessa forma, seria possível verificar uma diferença visual e espectral notória. As imagens foram obtidas por meio do site da United States Geological Survey (USGS, 2023), e o satélite escolhido foi o LANDSAT.

Posteriormente, as três bandas espectrais que compõe a composição falsa cor foram implementadas no software RStudio (RStudio Team, 2023), sendo-as: 4, 3 e 2 para o LANDSAT-7 (2003) e 5, 4 e 3 para o LANDSAT-8 (2023). Essa composição foi escolhida pois, com ela, foi possível verificar a discrepância espectral entre os alvos analisados na área de estudo.

Com relação às classes para serem analisadas na LULC, há de se destacar que o município de Paracatu possui a maior área no Brasil em irrigação por aspersão, sendo 71.702 hectares e 1.137 pivôs centrais (IRRIGANOR, 2021). Além disso, possui uma das maiores minas de ouro a céu aberto da América Latina (SANTOS et al., 2022). Ou seja, diante das abundantes atividades antrópicas proeminentes no município, analisou-as de forma conjunta, englobando a atividade minerária, a área agrícola e a malha urbana.

A fim de se realizar a calibração do modelo RF, utilizou-se uma amostragem proporcional dos pixels de acordo com cada classe apresentada. Dessa forma, coletou-se 50 amostras de cada classe, sendo-as vegetação, atividade com intervenção antrópica, recursos hídricos e solo exposto, totalizando 300 amostras.

As amostras foram realizadas por meio do software Qgis, em sua versão 3.30.1 (QGIS, 2023), e com conhecimento prévio da área para validação. Realizou-se amostras no formato de polígono. Entretanto, na elaboração do algoritmo, coletou-se o valor do centroide de cada objeto.

Para o treinamento (calibração) do modelo, com relação à cena atual (2023), optou-se por trabalhar com o padrão de proporção 70/30, ou seja, 70% das amostras para treino e 30% para teste. Para o ano de 2003, trabalhou-se com 50% das amostras para treino e 50% para validação.

Em relação ao implemento do modelo, necessitou-se de se configurar o número de árvores (ntree) e o número de feições em cada divisão (ntry). Por mais que alguns estudos afirmem que resultados satisfatórios possam ser alcançados com parâmetros padrão (BREIMAN, 2001), conforme apresentados por Noi e Kapas (2018), neste estudo, realizou-se testes, por meio do erro OBB, que utiliza 1/3 do número total de árvores geradas no conjunto e converge conforme o número de árvores aumenta, e se obteve um valor satisfatório com a utilização de 30 árvores para o ano 2003 e 70 árvores para a imagem atual (2023).

Por fim, para verificar o teste de desempenho do algoritmo, realizou-se o cruzamento das informações contidas na imagem falsa cor das classes preditas com as obtidas pelo classificador. Dessa forma, utilizou-se as métricas de acurácia global e do índice kappa,



calculados a partir da matriz de confusão (WEISS & ZHANG, 2003). Para verificar o teste de desempenho do algoritmo, utilizou-se o cruzamento das informações calculadas da USLE com as preditas pelo classificador. As métricas utilizadas para avaliar foram a acurácia global e o índice Kappa, calculados a partir da matriz de confusão (WEISS & ZHANG, 2003). Todos os procedimentos metodológicos e estatísticos utilizados neste trabalho adotaram o nível de confiança de 95%.

Por último, exportou-se os modelos gerados, contendo a classificação RF de cada ano, para que fosse possível realizar um layout contendo a análise espaço temporal (LULC) da área estudada. Nesta etapa, utilizou-se o software Qgis. Além disso, vetorizou-se os modelos gerados, somou-se as áreas por meio da calculadora de campo e, por último, mesclou-se os polígonos, de forma que fosse possível somar, em cada ano, a área (km²) de cada classe analisada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A matriz de confusão referente a essa avaliação está apresentada na Tabela 1, e a Figura 2 apresenta a classificação da LULC por meio do algoritmo RF e, a Figura 3, a variação temporal das classes por área analisada.

208

Tabela 1. Matriz de confusão do modelo RF das classes de uso e ocupação

Treinamento-2003					
Classe	1	2	3	4	Erro (%)
1	20	5	0	0	20
2	8	62	0	6	18
3	0	0	25	0	0
4	0	6	0	20	23
Modelo-2003					
Classe	1	2	3	4	Erro (%)
1	21	2	0	0	8,7
2	4	66	0	4	5,7
3	0	0	25	0	0
4	0	7	0	21	25
Treinamento-2023					
Classe	1	2	3	4	Erro (%)
1	34	1	0	0	2,8
2	1	105	0	0	0,9
3	2	0	33	0	5,7
4	0	2	0	33	5,7
Modelo-2023					
Classe	1	2	3	4	Erro (%)
1	15	1	0	0	6,25
2	0	45	0	3	6,25
3	0	0	15	0	0
4	0	0	0	12	0

Sendo: Classe 1: Vegetação; Classe 2: Atividade com influência antrópica; Classe 3: Recursos hídricos; e Classe 4: Solo exposto.



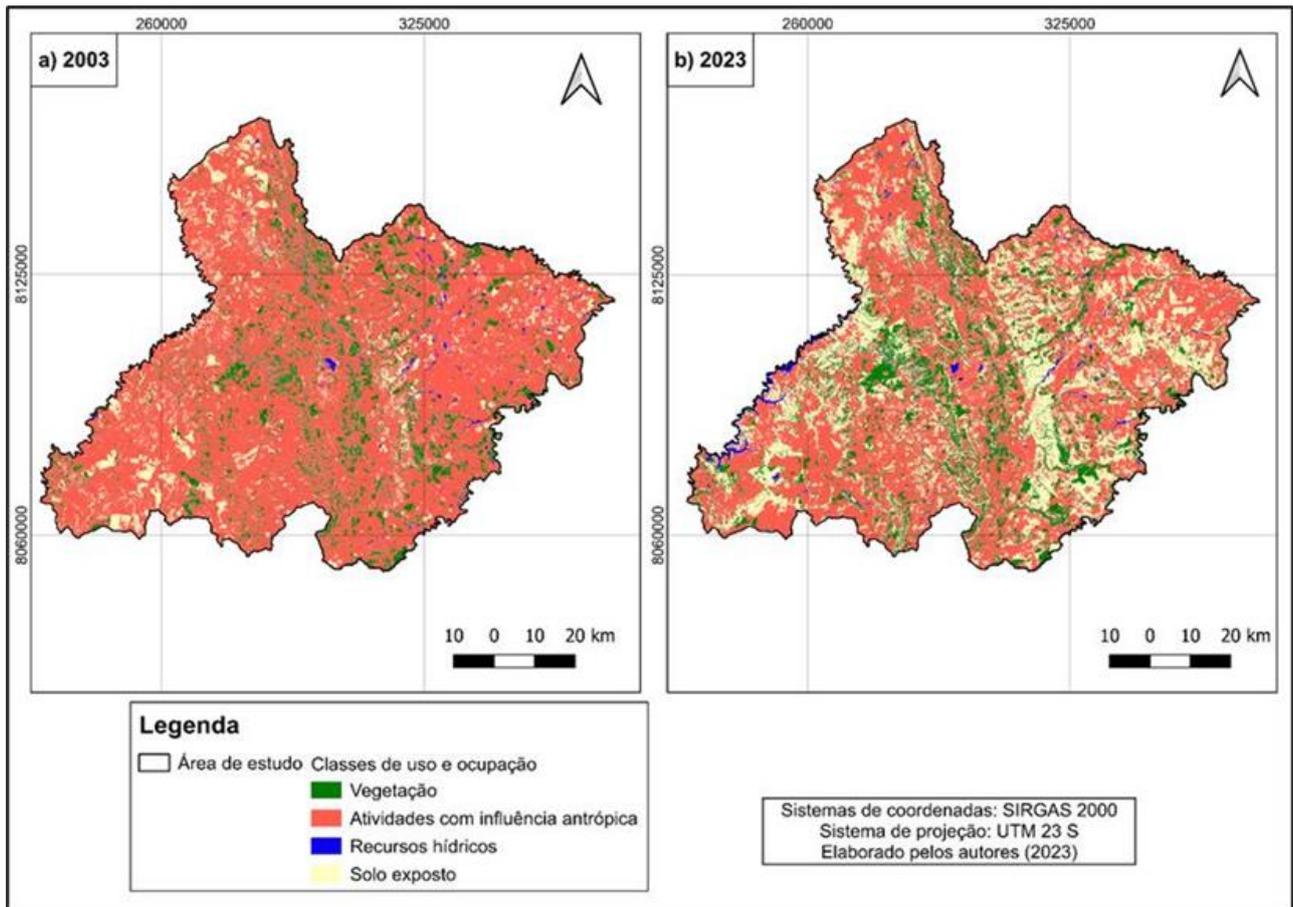


Figura 2. LULC entre os anos 2003 (a) e 2023 (b) por meio do algoritmo RF.

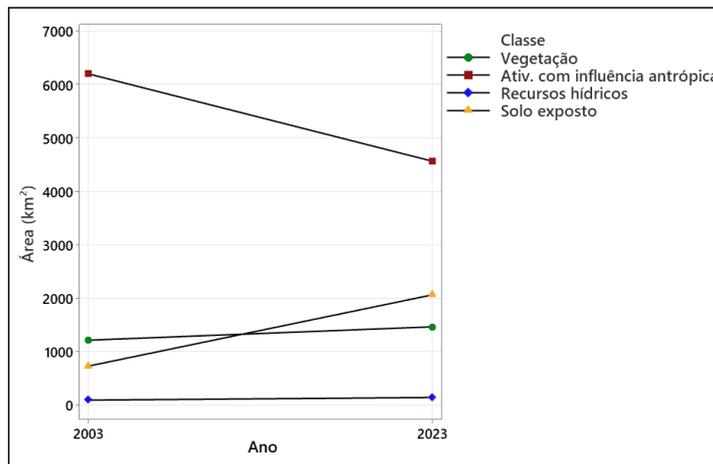


Figura 3. Variação temporal das classes de uso e ocupação.

Utilizando como variáveis preditivas as classes de uso e ocupação, em conjunto com a combinação falsa cor da imagem de satélite LANDSAT, em ambos os períodos analisados, foi possível obter uma ótima classificação para o ano 2023, o classificador alcançou uma acurácia



de 95,60%, com um índice kappa de 0,93. A estimativa de erro OOB foi de 2,84%. Já para o ano 2003, o classificador alcançou uma acurácia de 88,67%, com um índice kappa de 0,83. A estimativa de erro OOB foi de 16,45%.

A confiabilidade dos modelos RF gerados se dão, ainda, pelo fato de que o algoritmo foi capaz de discernir diferentes classes com características quase que idênticas, como o solo exposto e a malha urbana, por exemplo. Além disso, há de se destacar a eficiência da classificação para identificar recursos hídricos, com alto desempenho em ambos aos anos analisados.

Através da comparação e análise da evolução dinâmica espaço-temporal da LULC, observou-se que ocorreu uma diminuição da predominância antrópica durante o intervalo analisado. Combinadas com a situação real da área de estudo, as causas podem ser discutidas sob três aspectos: fatores naturais, fatores socioeconômicos e fatores políticos.

Em relação ao aspecto natural, pode-se relacionar essa tendência de diminuição, 4561,85 km² em 2023 e 6197,65 km² em 2003, com a presença de solo exposto, haja vista que existe uma predominância de solo exposto no setor leste da área de estudo, considerado como o setor mais plano do município e adepto à mecanização, conforme apresentado por Santos et al. (2021). Além disso, as datas de análises das imagens se deram na entressafra de soja, cultura predominante no município, fato que indica que, muito provavelmente, o incremento da área de solo exposto em 183% esteja associado a esse período.

Em vista dos fatores políticos e socioeconômicos, esses podem se relacionar com as classes de vegetação e recursos hídricos, que apresentaram aumento em suas respectivas áreas durante o intervalo analisado. A classe hídrica apresentou um aumento de aproximadamente 54%, enquanto que na vegetativa houve um acréscimo de 20%.

Ressalta-se que, neste intervalo, o estado criou no município, por meio do Decreto 45.567 de 2011, o Parque Estadual de Paracatu, de aproximadamente 6.400 hectares, com o objetivo de preservar as tipologias que ainda existiam na região, bem como garantir os recursos hídricos necessários ao abastecimento de água da cidade (IEF, 2011). Dessa forma, muito se associa essa conservação, no município, às práticas de preservação ambiental, que, consequentemente, influenciam no aumento dos recursos naturais.

Por fim, assim como discutido por Lin e Doyon (2023), uma gestão eficiente da terra e dos recursos naturais requer informações LULC precisas e confiáveis, assim como o desempenho apresentado pelo RF neste estudo, pois esse, auxilia a diagnosticar e monitorar as alterações correspondentes a esses.



CONCLUSÕES

As descobertas apresentadas pelo presente estudo demonstram que o algoritmo RF apresentou bom desempenho em analisar as classes de atividade antrópica, vegetação, recursos hídricos e solo exposto em área com algum grau de intensidade antrópica, com destaque para o desempenho da classe hídrica.

Além disso, os resultados auxiliam e orientam, ainda mais, gestores, fiscalizadores e planejadores do uso da terra no município de Paracatu, no estado de MG e no bioma cerrado, contribuindo na formulação de políticas sustentáveis de uso da terra.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento.

REFERÊNCIAS

AMINI, S.; SABER, M.; DASTJERDI, H. R.; HOMAYOUNI, S. Urban land use and land cover change analysis using random forest classification of Landsat time series. *Remote Sensing*, v.14, n.11, p.2654, 2022.

IRRIGANOR. Associação dos Produtores Rurais e Irrigantes do Noroeste de Minas. Paracatu tem a maior área irrigada por pivôs centrais no Noroeste de Minas Gerais. Disponível em: <https://www.irriganor.org/post/paracatu-tem-a-maior-%C3%A1rea-irrigada-do-noroeste-de-minas-gerais> Acesso em: jun. 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária e Departamento Nacional de Meteorologia. Normas climatológicas (1961 - 1990). Brasília: MARA, 1992. 84p.

BEER, C.; REICHSTEIN, M.; PAPALE, D. Terrestrial Gross Carbon Dioxide Uptake: Global Distribution and Covariation with Climate. *Science*, v.329, n.5993, p.834-838, 2010.

DU, Q.; CHANG, C. I. A linear constrained distance-based discriminant analysis for hyperspectral image classification. *Pattern Recognition*, v.34, n.2, p.361-373, 2001.

ETTER, A.; MCALPINE, C.; WILSON, K.; PHINN, S.; POSSINGHAN, H. Regional patterns of agricultural land use and deforestation in Colombia. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v.114, n.2-4, p.369-386, 2006.

FEITOSA, M. M.; ALVARENGA, I. F. S.; JARA, M. S.; LIMA, G. J. E. O.; VILELA, F. J.; RESENDE, T.; GUILHERME, L. R. G. Environmental and human-health risks of as in soils with abnormal



arsenic levels located in irrigated agricultural areas of Paracatu (MG), Brazil. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v.226, e112869, 2021.

FLOREANO, I. X.; DE MORAES, L. A. F. Land use/land cover (LULC) analysis (2009–2019) with Google Earth Engine and 2030 prediction using Markov-CA in the Rondônia State, Brazil. *Environmental Monitoring and Assessment*, v.193, n.4, 2021.

GISLASON, P. O.; BENEDIKTSSON, J. A.; SVEINSSON, J. R. Random Forests for land cover classification. *Pattern Recognition Letters*, v.27, n.4, p.294-300, 2006.

GUPTA, R.; SHARMA, L. K. Efficacy of Spatial Land Change Modeler as a forecasting indicator for anthropogenic change dynamics over five decades: A case study of Shoolpaneshwar Wildlife Sanctuary, Gujarat, India. *Ecological Indicators*, v.112, p.106171, 2020.

HALDAR, S.; MANDAL, S.; BHATTACHARYA, S.; PAUL, S. Dynamicity of land use/land cover (LULC): An analysis from peri-urban and rural neighbourhoods of Durgapur Municipal Corporation (DMC) in India. *Regional Sustainability*, v.4, n.2, p.150-172, 2023.

HEMATI, M.; HASANLOU, M.; MAHDIANPARI, M.; MOHAMMADIMANESH, F. Systematic Review of Landsat Data for Change Detection Applications: 50 Years of Monitoring the Earth. *Remote Sensing*, v.13, n.15, p.2869, 2021.

HUSSAIN, M.; CHEN, D.; CHENG, A.; WEI, H. Change detection from remotely sensed images: From pixel-based to object-based approaches. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, v.80, p.91-106, 2013.

Instituto Brasileiro de Geografia. IBGE. Cidades e Estados - Paracatu. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/paracatu.html>. 2022. Acesso em: mar. 2023.

IEF. Instituto Estadual de Florestas. Parque Estadual de Paracatu. 2011. Disponível em: <http://www.ief.mg.gov.br/Parque-estadual/1412>. Acesso em: mai. 2023.

KAL-YI, H. A synergistic automatic clustering technique (SYNERACT) for multispectral image Analysis. *Photogramm. Eng. Remote Sens.*, v.68, p.33–40, 2002.

MAS, J. F.; FLORES, J. J. The application of artificial neural networks to the analysis of remotely sensed data. *International Journal of Remote Sensing*, v 29, n.3, p.617-663, 2007.

MELGANI, F.; BRUZZONE, L. Classification of hyperspectral remote sensing images with support vector machines. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, v.42, n.8, p.1778-1790, 2004.

PHAN, T. N; KUCH, V; LEHNERT, L. W. Land Cover Classification using Google Earth Engine and Random Forest Classifier—The Role of Image Composition. *Remote Sensing*, v.12, n.15, p.2411, 2020.



- KHATAMI, R.; MOUNTRAKIS, G.; STEHMAN, S. V. A meta-analysis of remote sensing research on supervised pixel-based land-cover image classification processes: General guidelines for practitioners and future research. *Remote Sensing of Environment*, v.177, p. 89-100, 2016.
- KOSCHKE, L.; FURST, C.; FRANK, S.; MAKESCHIN, F. A multi-criteria approach for an integrated land-cover-based assessment of ecosystem services provision to support landscape planning. *Ecological Indicators*, v.21, p.54-66, 2012.
- LIN, C.; DOYOG, N. D. Challenges of Retrieving LULC Information in Rural-Forest Mosaic Landscapes Using Random Forest Technique. *Forests*, v.14, n.4, p.816, 2023.
- QGIS. QGIS Geographic Information System. QGIS Association. 2023. <http://www.qgis.org>.
- ROGAN, J.; FRANKLIN, J.; ROBERTS, D. A. A comparison of methods for monitoring multitemporal vegetation change using Thematic Mapper imagery. *Remote Sensing of Environment*, v.80, n.1, p.143-156, 2002.
- RStudio Team. RStudio: Integrated Development Environment for R. RStudio. 2023. PBC, Boston, MA. Disponível em: <http://www.rstudio.com/>.
- SALAZAR, A.; BALDI, G.; HIROTA, M.; SYKTUS, J.; MCALPINE, C. Land use and land cover change impacts on the regional climate of non-Amazonian South America: A review. *Global and Planetary Change*, v.128, p.103-119, 2015.
- SAMANIEGO, L.; BARDOSSY, A; SCHULZ, K. Supervised Classification of Remotely Sensed Imagery Using a Modified k -NN Technique. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, v.46, n.7, p.2112-2125, 2008.
- SANTOS, A. P.; SANTIL, F. L. P.; CARBONE, S.; SILVA, C. R. The influence of urban and mineral expansion on surface temperature variation. *Acta Scientiarum. Technology*, v.45, e60114, 2022.
- SANTOS, A. P.; SANTIL, F.; OLIVEIRA, P.; ROVEDA, J. Utilização da Lógica Fuzzy como suporte ao Zoneamento Ambiental: um estudo de caso em Paracatu – MG. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.14, n.4, p.2352-2368, 2021.
- SILVA, D. C. C.; OLIVEIRA, R. A.; TONIOLO, B. P.; SALES, J. C. A.; LOURENÇO, R. W. Creation of an environmental sustainability index for water resources applied to watersheds. *Environment, Development and Sustainability*, 2022.
- STERLING, S. M.; DUCHARNE, A.; POLCHER, J. The impact of global land-cover change on the terrestrial water cycle. *Nature Climate Change*, v.3, n.4, p.385-390, 2012.
- USGS. EarthExplorer. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/> Acesso em: mai 2023.



XU, M. Q.; WATANACHATURAPORN, P.; VARSHNEY, P. K.; ARORA, M. Decision tree regression for soft classification of remote sensing data. *Remote Sensing of Environment*, v.97, n.3, p.322-336, 2005.



INTERPOLAÇÃO DOS DADOS PLUVIOMÉTRICOS DO MODELO GLOBAL ERA5- INTERIM PARA REGIÃO DE FRUTAL – MG UTILIZANDO PLATAFORMA GEE E SIG

Fabrício Júnior Martins Assunção¹
Vinicius Garcia Batista²
João Alberto Fischer Filho³
Daniela Fernanda da Silva Fuzzo⁴

¹Graduando do curso de Engenharia Agrônômica – UEMG, Universidade do Estado de Minas Gerais – unidade Frutal, fabricao.1093914@discente.uemg.br

²Graduando do curso de Engenharia Agrônômica – UEMG, Universidade do Estado de Minas Gerais – unidade Frutal, vinicius.1094384@discente.uemg.br

³Prof. Dr. UEMG -Universidade do Estado de Minas Gerais – Unidade Frutal, joao.fischer@uemg.br

⁴Prof^a. Dr^a. UEMG – Universidade do Estado de Minas Gerais – Unidade Frutal, daniela.fuzzo@uemg.br

215

INTRODUÇÃO

Os dados climáticos são de extrema importância nas diversas atividades humanas por fornecerem muitas informações relativas ao meio ambiente e aos impactos nele decorrentes. O conhecimento da atuação do tempo e do clima faz-se necessário para que possamos observar sua importância e influência em nosso cotidiano, segundo Torres e Machado (2011), o clima pode ser determinado como sendo uma sucessão de vários tipos de tempo ou um conjunto de variações dos estados médios da atmosfera, sobre um determinado lugar.

Todos os lugares do globo terrestre apresentam um clima característico de acordo com a sua localização (latitude; longitude) adicionadas às suas feições superficiais que podem ser naturais (terra/água; altitude; relevo; cobertura vegetal) ou transformadas pela ação antrópica (agricultura; cidades; complexos industriais), afirmam Batista e Farias (2019). A Climatologia apresenta como objetivo principal sistematizar o maior número de dados meteorológicos e convertê-los em medidas estatísticas que deem parâmetros para o agrupamento das características da atmosfera sobre os distintos lugares (NOVAIS et al., 2018).

O Brasil por sua grande extensão territorial não dispõe de uma rede de estações meteorológicas capaz de preencher todas as necessidades de dados meteorológicos do país,



segundo Pereira et al. (2002), as estações estão mais concentradas em áreas mais desenvolvidas do que em áreas mais remotas, outras limitações de destacam como o custo elevado, e as incertezas em relação aos erros de medição e conexão em registradores de dados, entupimento de sensores de chuva, fios quebrados e a perda de calibração dos sensores (MORAES et al., 2014). Podendo ocorrer defasagem de dados nas séries climáticas, o que acaba limitando diversas pesquisas, dificultando conclusões significativas sobre diversas áreas do conhecimento (MOELETSI & WALKER, 2012).

A utilização das geotecnologias permite a interpolação de dados espaciais para regiões onde não se dispõe de dados observados, assim possibilitando interpretação e utilização dos dados (ALVES & VECCHIA, 2011). A utilização de algum método de interpolação espacial de dados está se tornando cada vez mais frequente nas análises climatológicas, em função de que, atualmente, diversos softwares já contêm vários destes métodos, permitindo análises bem mais detalhadas do que há algum tempo atrás.

O monitoramento do território por meio de ferramentas de geotecnologias tem permitido detectar e avaliar as mudanças no espaço territorial e na dinâmica climática, sendo uma importante ferramenta no combate ao desmatamento e desenvolvimento de políticas ambientais sustentáveis. Essas alternativas de dados remotos auxiliadas as plataformas em nuvem vêm otimizando tempo e custo, ajudando no desenvolvimento de pesquisas.

216

METODOLOGIA

Foram utilizados o banco de dados do modelo global Era5-Interim, uma reanálise atmosférica global produzido pelo European Center for Medium-Range Weather Forecast (ECMWF), referente aos dados de precipitação pluvial (mm). Foram obtidos e processados recorrendo ao uso da biblioteca na plataforma em nuvem do Google Earth Engine (GEE), para o período de 1990 a 2019, para toda região de análise.

Os dados providenciados do ERA-Interim foram obtidos em escala mensal, com uma resolução espacial de 0,25 graus ($\pm 25 \times 25$ km), a plataforma permite recorrer ao poder de processamento dos seus servidores para rapidamente processar esse mesmo volume de dados, a linguagem de programação utilizada nesta ferramenta é o JavaScript. O acervo inteiro está disponível em <https://developers.google.com/earth-engine/datasets/>.

Diversos catálogos estão disponíveis na plataforma, com diferentes abrangências e escalas de resolução, variando desde dados locais até mundial. A plataforma contém dados de clima, temperatura, atmosfera, precipitação, cobertura do solo, terreno, dados geofísicos,



entre outros (GOOGLE, 2021). Esta ferramenta é, por si, um dos principais focos deste trabalho, pela diferença que traz, em particular no âmbito da detecção remota, relativamente a outros softwares de SIG. As análises estatísticas seguiram o projeto inicial (descrito anteriormente).

Para interpolação dos dados obtidos foi utilizado o modelo IDW que se baseia na dependência espacial, isto é, supõe que quanto mais próximo estiver um indivíduo do outro, maior será a correlação desse indivíduo com seus vizinhos. Dessa forma atribui maior peso para os indivíduos mais próximos do que para os mais distantes do ponto a ser interpolado. O modelo consiste em se multiplicar os valores observados pelo inverso das suas respectivas distâncias ao ponto. Serão realizados em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), por meio do software QGIS3.12.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A distribuição mensal da precipitação para a microrregião de Frutal é caracterizada por apresentar grande variabilidade espacial. Essa distribuição possui dois períodos distintos, um de máxima e outro de mínima, com alguns meses de transição. O Brasil, de uma maneira geral, apresenta uma boa disponibilidade hídrica. Porém, por suas dimensões continentais e diversidade climática, o país apresenta situações bastante distintas quanto à disponibilidade hídrica, sendo afetado tanto pela escassez hídrica, quanto pela degradação dos recursos causada pela poluição de origem doméstica e industrial (TUCCI, 2001).

O universo de análise engloba a Microrregião do município de Frutal e está localizada no estado de Minas Gerais, especificamente na região oeste da Mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (Triângulo Sul), distribuídas em doze cidades (Limeira do Oeste, União de Minas, Campina Verde, Carneirinho, Iturama, São Francisco de Sales, Itapagipe, Comendador Gomes, Frutal, Fronteira, Pirajuba e Planura).

A região está localizada no bioma Cerrado, embora grande parte desta área já foi substituída pela agricultura e pecuária, restando apenas algumas áreas de preservação permanente e reserva legal. Segundo Costa e Queiroz (2021), é comum nessa região encontrar veredas nas áreas mais baixas, que são caracterizadas por solos mal drenados e acúmulo de águas, formado as nascentes das áreas de Cerrado. Nas partes mais altas, em solos mais desenvolvidos, encontra-se o Cerradão que devido ao avanço agropecuário foi quase todo desmatado (COSTA, 2011).



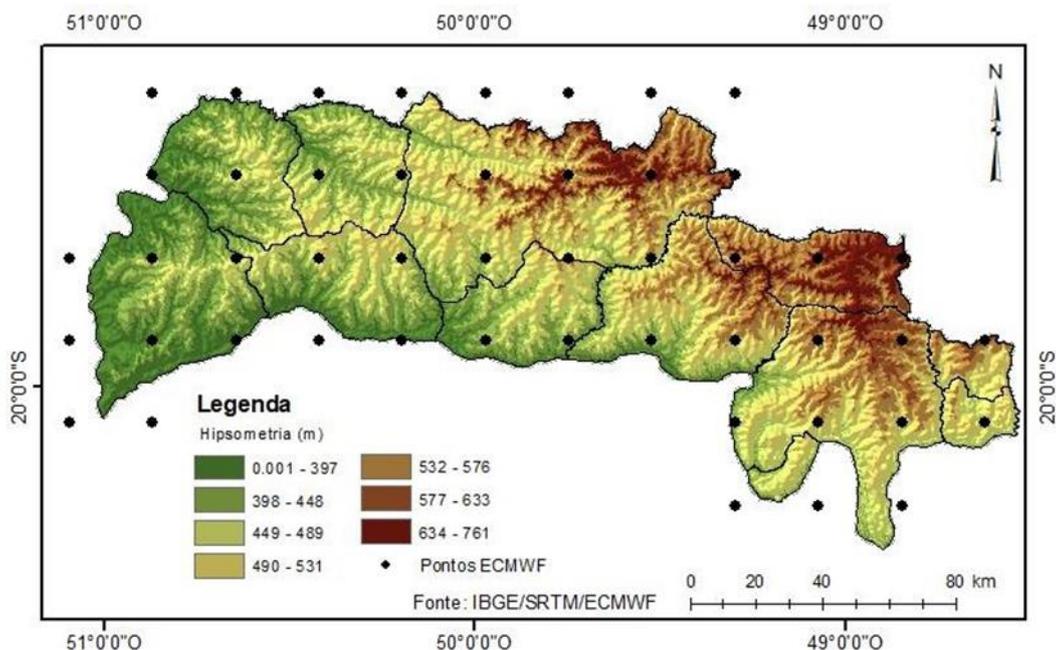
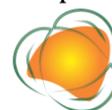


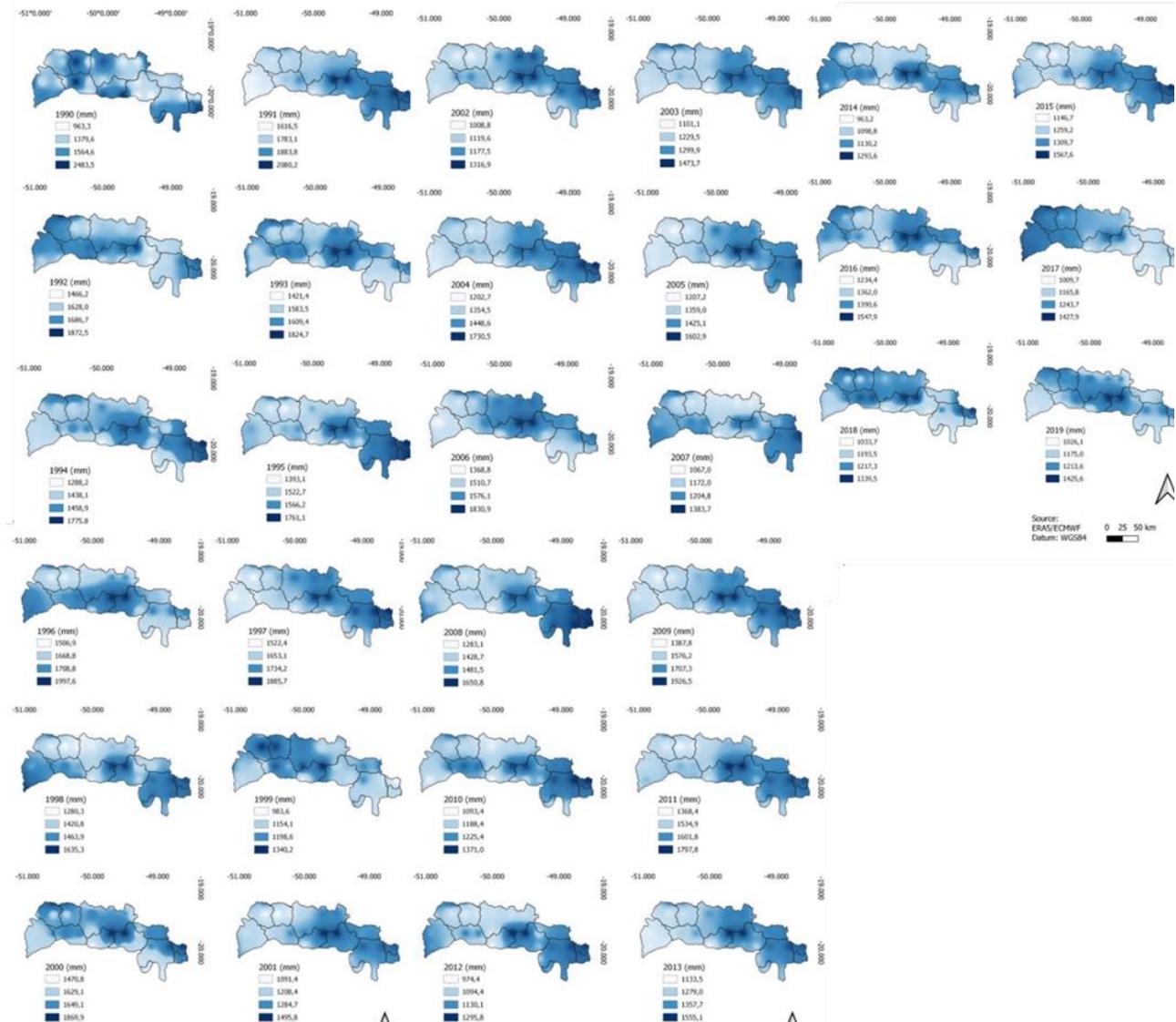
Figura 1. Localização da área de estudo, com respectivo climograma e hipsometria.

O relevo em geral, plano ou suavemente ondulado, assentado sobre a Bacia Sedimentar do Paraná (BACARO, 1991), o solo da região é predominantemente Latossolo Vermelho-Amarelo e Latossolo Vermelho, apresenta relevo residual de chapadões e morros testemunhos da Formação Marília e Formação Adamantina, que resistiram à dissecação (CAETANO et al., 2020; PINHEIRO et al., 2020). As altitudes variam entre aproximadamente 400 e 750 m (Figura 1), o clima regional preponderante é do tipo Aw, segundo a classificação internacional de Köppen (OLIVEIRA et al., 2012), ou seja, possui o inverno seco e o verão chuvoso com predominância dos sistemas intertropicais e polares. Os elementos meteorológicos podem sofrer alterações de acordo com sua localização, considerando a latitude, a altitude de um ponto e/ou a cobertura e ocupação do uso da terra no local. Segundo Vianello et al., (1991), em escala regional ou local, outros fatores podem ser acrescentados, a presença do mar, a continentalidade, o tipo de solo, a rotação da terra, as estações do ano, etc. Ayoade (2003), afirma que o clima sobre determinada região seria, a síntese de todos os elementos climáticos em uma combinação de certa forma singular, determinada pela interação dos controles e dos processos climáticos.

Costa e Queiroz (2021) analisaram dados de precipitação e teste de tendência para o município de Campina Verde – MG, com dados obtidos pela ANA (Agência Nacional de Águas) e obtiveram valores médios da precipitação de 1374mm para o período de 1976 a 2020, comprovando a veracidade dos dados obtidos nesse trabalho por meio do ERA5- Interim. Corroboram trabalho de Oliveira et al. (2012) realizaram análise da precipitação pluvial para



o período de 1980 a 2011, na região do Triângulo Mineiro Sul, em municípios que contavam com estação de superfície do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) e o resultado foi de 1418mm de precipitação média.



219

Figura 2. Espacialização dos dados de Precipitação Pluvial, para os anos de 1990, 2000, 2010 e 2019.

Segundo Aparecido et al., (2019) utilização de muitas estações meteorológicas virtuais, como os dados de reanálise ERA5-Interim, possibilitando um mapeamento espacial acurado para todo o Estado do Paraná. Da mesma forma, Siefert et al. (2021), em uma análise comparativa temporal de velocidade dos ventos, no Brasil, indicaram que os dados do ERA5 apresentaram uma maior acurácia para as zonas climáticas do país em termos de tendências médias e sazonalidades.



Com os mapas interpolados (Figura 2), verificamos como os elementos se distribuem, tornando-a mais precisa e permitindo uma diminuição na escala de classificação. Foram considerados 48 pontos de estações meteorológicas virtuais, obtidos no ERA5-Interim (Figura 1), que contemplam toda a área analisada. Pode-se observar que para PP_acum a distribuição não segue um padrão de localização, registrando apenas a diminuição dos valores máximos registrados.

As séries temporais de precipitação total apresentaram alta dispersão e grande variabilidade ($CV \geq 30\%$) a moderada para os meses de novembro a dezembro, considerando a média para os meses mais chuvosos dezembro e janeiro e menos chuvoso julho (16,08mm). (Tabela 1).

A regressão linear (Tabela 2) não apontou tendência estatisticamente significativa nos dados históricos, diante dos baixos coeficientes de determinação ($R^2 < 0,30$) e dos altos coeficientes de variação. Isto significa que quando o valor é maior, indica o grau de aproximação do modelo as médias, já quando o valor é menor indica o grau de distanciamento do modelo às médias. Foram realizados os testes de Shapiro-Willk, para avaliar normalidade nos dados e foram realizados com grau de confiança de 95% (nível de significância $\alpha = 5\%$). Cirillo e Ferreira (2003) e Öztuna et al. (2006), consideraram que o teste de Shapiro-Wilk é aparentemente, o melhor teste de aderência à normalidade, mostrando que esse teste é eficiente para diferentes distribuições e tamanhos de amostras quando comparado aos resultados de outros testes. De forma geral, os dados apresentaram dificuldades em identificar a normalidade dos dados devido a presença de outliers, a maior concentração de meses que rejeitaram a hipótese nula (H_0), foram encontrados nos dados de precipitação.

220

Tabela 1. Análise estatística das séries temporais de precipitação (1990-2019)

Análise Exploratória dos dados de Precipitação (mensal 1990-2020)												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Média	241.95	200.85	188.93	74.78	38.59	21.69	16.08	19.28	53.74	107.34	177.12	233.49
CV	41%	41%	46%	50%	72%	135%	170%	140%	83%	38%	29%	27%
Diferença	31.5	-217.7	-47.0	17.9	91.7	105.2	99.2	93.9	89.4	61.7	-97.6	-86.7
Testes Paramétricos e Não Paramétricos												
Shapiro-Wilk	0.174	0.183	0.009	0.487	0.010	0.008	0.007	0.008	0.011	0.126	0.233	0.830
a (coef angular)	-0.690	-1.652	0.671	-0.429	-1.153	-1.059	-0.563	-1.149	-2.266	-1.405	2.119	-1.203
R^2	0.004	0.031	0.005	0.010	0.135	0.101	0.033	0.140	0.201	0.092	0.133	0.029
Mann-Kendall	-0.018	-0.553	-0.375	0.553	-1.160	0.143	0.071	-0.214	-1.160	-1.017	2.266	-0.767
Tendência	TSD	TSD	TSD	TNSD	TSD	TNSD	TNSD	TSD	TSD	TSD	TSC	TSD



A partir do teste de Mann-Kendall aplicado a todo período analisado, foi detectado um valor de $Z = -1,57$ para precipitação, quer dizer que apresenta tendência significativa decrescente. Quando analisados valores mensalmente os meses de janeiro, fevereiro, março, maio, agosto, setembro e outubro apresentam tendência significativa decrescente (TSD), com exceção aos meses de abril, junho e julho que apresentaram tendência não significativa crescente (TNSC), em contrapartida o mês de novembro apresentou tendência crescente nos valores de precipitação (TSC).

CONCLUSÕES

Pode-se concluir que as oscilações da precipitação em diferentes escalas de tempo (mensal, anual), podem estar muito mais associadas a uma variabilidade climática, do que a uma mudança climática, tomando-se por base uma região do Triângulo Mineiro em constante transformação do uso e ocupação da terra. Através do teste de Mann-Kendall, para todo período (1990-2019) foram observadas tendências significativas decrescentes de precipitação, quando analisados mensalmente os meses de janeiro, fevereiro, março, maio, agosto, setembro e outubro apresentam tendência significativa decrescente (TSD). Os testes se mostraram eficientes para estudos sobre a evolução dos dados meteorológicos para a microrregião de Frutal, apesar de mostrar a tendência negativa para algumas séries, não foram significativas ao longo do período.

221

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Programa Institucional de Apoio a Pesquisa da UEMG (PAPQ), pela concessão de bolsa ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

- BEZERRA, J. M.; MOURA, G. B. D. A.; SILVA, B. B.; LOPES, P. M.; SILVA, Ê. F. D. F. Parâmetros biofísicos obtidos por sensoriamento remoto em região semiárida do estado do Rio Grande do Norte, Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.18, n1, p.73-84, 2014.
- BIUDES, M. S.; VOULITIS, G. L.; MACHADO, N. G.; DE ARRUDA, P. H. Z.; NEVES, G. A. R.; LOBO, F. A.; NEALE, C. M. U.; NOGUEIRA, J. S. Patterns of energy exchange for tropical ecosystems across a climate gradient in Mato Grosso, Brazil. *Agricultural and Forest Meteorology*, v.202, p.12-124, 2015.



- CALLEJAS, I. J. A.; DURANTE, L. C.; OLIVEIRA, A. S.; NOGUEIRA, M. C. J. A. Uso do solo e Temperatura Superficial em Área Urbana. *Mercator*, v.10, n.23, p.207- 223, 2011.
- JENSEN, J. R. Sensoriamento Remoto do Ambiente: Uma perspectiva em recursos terrestres. 2a ed. São José dos Campos: Parêntese, 2009. 598p.
- JESUS, J. B.; SANTANA, I. D. M. Estimation of land surface temperature in caatinga area using Landsat 8 datas. *Journal of Hyperspectral Remote Sensing*, v.7, n.3, p.150- 157, 2017.
- JONES, K. B.; RIITERS, K. H.; WICKHAM, J. D.; TANKERSLEY, R. D. Assessment of the United States mid-Atlantic region: a landscape atlas. United States Environmental Protection Agency. Office of Research and Development, Washington DC, 20460. EPA/600/R-97/130. 104p.
- MYNENI, R. B.; KEELING, C. D.; TUCKER, C. J.; ASRAR, G.; NEMANI, R. R. Increased plant growth in the northern high latitudes from 1981-1991. *Nature*, v.386, p.698-702, 1997.
- SHALABY, A. E.; TATEISHI, R. Remote sensing and GIS for mapping and monitoring land cover and land - use changes in the Northwestern coastal zone of Egypt. *Applied Geography*. v.27, n.1, p.28-4, 2007.
- SOUZA, J. D. de; SILVA, B. B; da. Correção atmosférica para temperatura da superfície obtida com imagem TM: Landsat 5. *Revista Brasileira de Geofísica*, v.23, n.4, p 349-358, 2005.
- STERN, N. The structure of economic modeling of the potential impacts of climate change: Grafting gross underestimation of risk onto already narrow science models. *J. Econ. Lit.*, v.51, p.838-859, 2013.
- SOBRINO, J. A.; JIMÉNEZ-MUÑOZ, J. C.; PAOLINI, L. Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5. *Remote Sensing of Environment*, v.90, p.434-440, 2004.
- TAMM, M.; JAKOBSON, A.; HAVIK, M.; BURK, A.; TIMPMANN, S.; ALLIK, J.; OOIPIK, V.; KREEGIPUU, K. The compression of perceived time in a hot environment depends on physiological and psychological factors. *Q. J. Exp. Psychol*, v.67, p.197–208, 2014.
- TUCKER, C. J.; DREGNE, H. E.; NEWCOMB, W. W. Expansion and contraction of the Sahara Desert from 1980 to 1990. *Science*, v.253, p.299-301, 1991.
- ZANDER, K. K.; BOTZEN, W. J. W.; OPPERMANN, E.; KJELLSTRÖM, T.; GARNETT, S. T. Heat stress causes substantial labour productivity loss in Australia. *Nature Climate Chang*, v.5, p.647–651, 2015.



DIMENSIONAMENTO DE UMA REDE SEMI-HIPOTÉTICA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA UTILIZANDO O SOFTWARE EPANET

Ricardo Manoel Romão¹
Jorge Luis Rodrigues Pantoja Filho²

¹Graduando em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de São Carlos - Campus Lagoa do Sino - SP Centro de Ciências da Natureza - CNN, ricardoromao@estudante.ufscar.br

²Prof. Dr. da Universidade Federal de São Carlos – Campus Lagoa do Sino - SP, Centro de Ciências da Natureza - CNN, pantojafilho@gmail.com

INTRODUÇÃO

A água é o elemento mais fundamental para o desenvolvimento e continuidade da vida em nosso planeta. Nas últimas décadas acompanhamos uma urbanização em ritmo crescente, o que influencia diretamente no consumo hídrico dos municípios, dessa forma, surge a preocupação no planejamento da rede hídrica dessas cidades, de forma a garantir o acesso a esse recurso natural, valioso para todos, de forma igualitária como rege o artigo primeiro da Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997).

O município de Campina do Monte Alegre tem 184,479 km² e se situa no interior do estado de São Paulo, próximo a região de Itapetininga. A localidade possui, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 5.954 habitantes. No ano de 2014, as atividades do Campus Lagoa do Sino da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) foram iniciadas próximo ao município, atraindo muitos estudantes e funcionários para se estabelecerem em sua zona urbana, ampliando assim, de maneira contínua, o processo de urbanização do lugar. Dessa maneira, surge a urgência em avaliar o planejamento do município, de forma a garantir qualidade de vida tanto para os antigos moradores quanto para os novos (UFSCAR, 2023).

Dentre os fatores de planejamento urbano fundamentais que devem ser analisados, temos a rede de distribuição hídrica do município que garante o acesso a esse recurso natural tão importante para os munícipes. Existem diversas metodologias para o dimensionamento dessas redes, como por exemplo, as descritas por Sousa (2017), os métodos Hardy Cross e de



Seccionamento Fictício, contudo, essas metodologias possuem elevada complexidade e demandam de um trabalho matemático extenso. Em alternativa, temos o software de modelagem hidráulica EPANET desenvolvido pela Environmental Protection Agency (EPA) dos Estados Unidos, que possibilita o dimensionamento através da interpretação dos resultados obtidos por meio de cada simulação (KELLNER, 2022).

Assim, o presente trabalho busca dimensionar uma rede hídrica semi-hipotética para o município de Campina do Monte Alegre - SP através do software EPANET, acatando a norma NBR 12218, que dá diretrizes e regulamentações sobre projetos de rede de distribuição de água para abastecimento público.

METODOLOGIA

Primeiramente, foi utilizado o software Google Earth Pro, da empresa Google LLC, para mapeamento dos nós da rede hidráulica, assim foram obtidas as coordenadas geográficas de latitude e longitude para cada nó, na forma de graus decimais, e também suas respectivas cotas de altitude em metros, gerando para cada nó um arquivo em formato Keyhole Markup Language (.kml), que foram mesclados em um único arquivo e, em sequência, exportado em formato shapefile (.shp), permitindo que fosse inserido no software QGIS posteriormente, possibilitando assim, o traçado dos trechos da rede (BEDRETSCHUK; SERONATO; RAMOS, 2021).

224

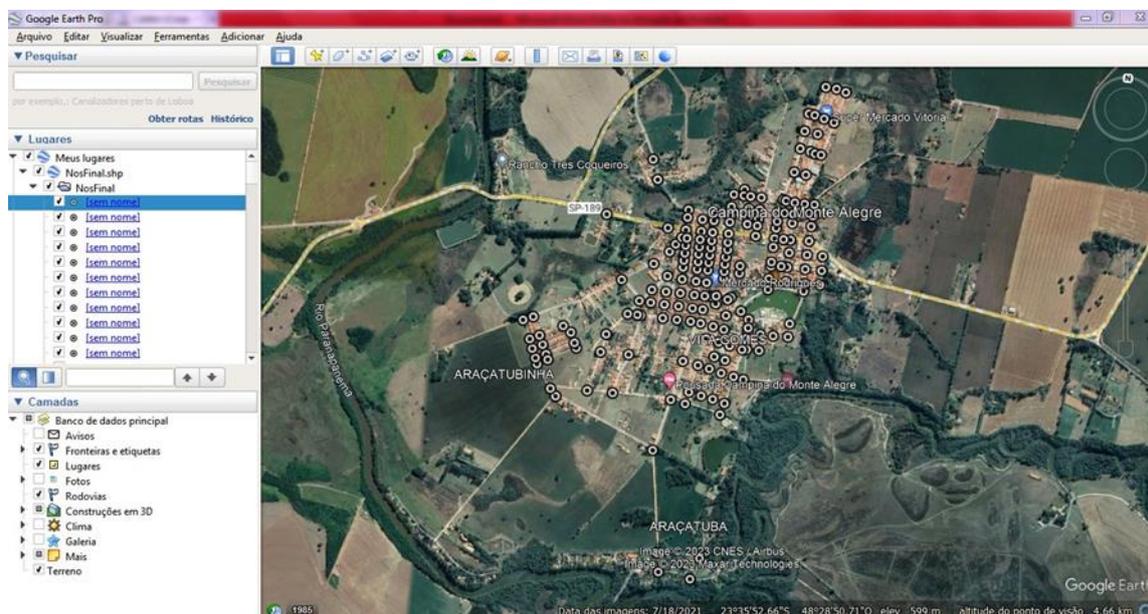


Figura 1. Mapa dos nós da rede de distribuição de água de Campina do Monte Alegre - SP no ano de 2023. Fonte: adaptado de Google Earth Pro (2023).

Para o traçado dos trechos da rede hidráulica, o arquivo .shp contendo as informações sobre os nós, foi plotado no software de geoprocessamento QGIS da Open Source Geospatial Foundation (OSGeo), permitindo a aplicação da ferramenta de criação de camadas vetoriais na extensão .shp, com geometria de linhas, interligando os nós, dessa maneira, delimitando um por um os trechos da rede hidráulica e obtendo também seus comprimentos em metros (SANTOS, 2018).

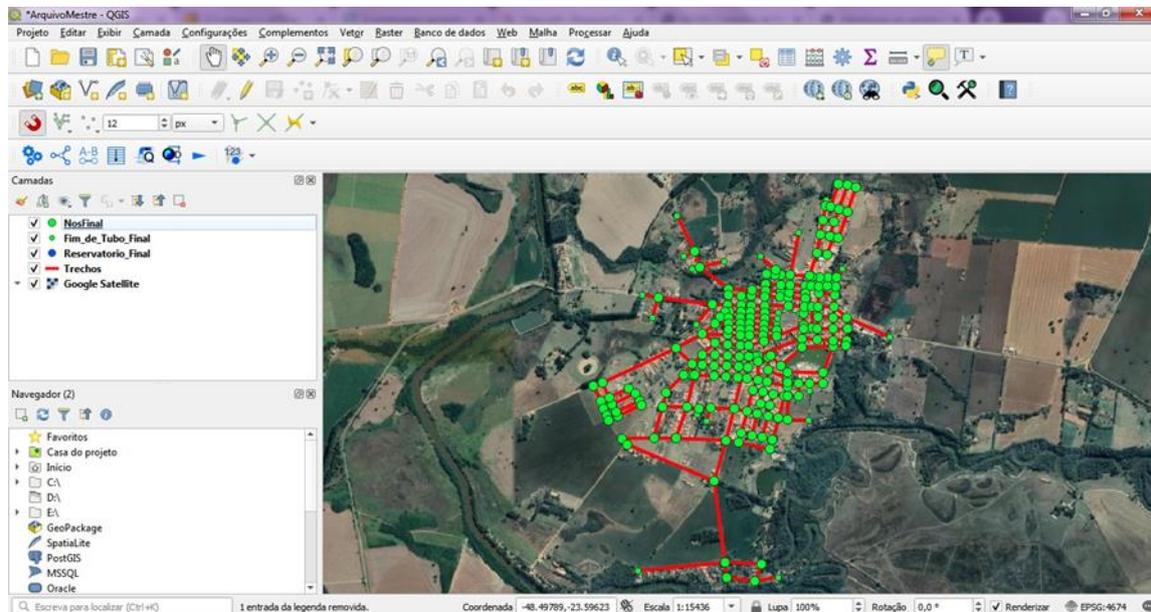


Figura 2. Mapa da rede de distribuição hídrica de Campina do Monte Alegre em 2023.

Fonte: adaptado de QGIS (2023).

Em seguida, foi necessário obter alguns dados sobre a rede e os reservatórios de água, juntamente com o tratamento dessas informações por meio das equações e das recomendações elaboradas por Azevedo Netto (2015), através do software editor de planilhas, Microsoft Office Excel, da Microsoft Corporation. Assim, foi definida a cota per capita de consumo de água por meio da tabela a seguir.

Tabela 1. Distribuição de demanda por água potável por grupo de uso

Natureza do consumo	%	Mínimo (L/(Hab*dia))	Médio (L/(Hab*dia))	Máximo (L/(Hab*dia))
Doméstica	47%	57	132	189
Comercial e Industrial	40%	38	114	379
Pública (privada e estado)	13%	19	38	57
Subtotal	100%	114	284	132
Total	125%	152	378	757

Como Campina do Monte Alegre é uma cidade pequena, o consumo de água é majoritariamente doméstico, assim, o valor médio da cota per capita foi adotado como 132 L/(habitante*dia). Durante o processo de dimensionamento da rede de distribuição, foram utilizados os valores dos coeficientes de máxima vazão diária (K1) e máxima vazão horária (K2) conforme estabelecido na Norma Técnica, ou seja, 1,2 e 1,5, respectivamente. (Equação 1).

$$Q = \frac{P \cdot q}{K1} * K2$$

Onde: Qprb é a vazão de projeto na rede de distribuição em m³/dia, P é o número de habitantes, q é a cota per capita em L/(habitante*dia), K1 o coeficiente do dia de maior consumo, K2 é o coeficiente da hora de maior consumo.

A vazão de consumo dos nós, dada pela equação abaixo (Equação 2).

$$q_n = \frac{Q_d}{n}$$

Onde: qn é a vazão em cada nó em L/s, Qd é a vazão do dia de maior consumo convertida em L/s e n é o número de nós.

226

O volume do reservatório apoiado foi estabelecido como sendo 2/3 do volume total de reservação (AZEVEDO NETTO, 2015), obtido através do cálculo abaixo (Equação 3).

$$V_{Apoiado} = 0,66 * V_t$$

Onde: VApoiado é o volume do reservatório apoiado em m³ e Vt o volume total em m³.

Para a determinação do volume a ser reservado no reservatório elevado, foi feita a diferença entre o volume total e o volume do reservatório apoiado (Equação 4)

$$V_{Elevado} = V_t - V_{Apoiado}$$

Onde: VElevado é o volume do reservatório elevado em m³, Vt é o volume total em m³ e VApoiado é o volume do reservatório apoiado em m³.



Para a simulação foi selecionada a equação de Hazen-Williams no intuito de calcular a perda de carga distribuída, considerando que o escoamento no interior dos tubos é do tipo turbulento e o fluido circulante é a água (Equação 5).

$$H_f = 10,65 * \frac{Q_d^{1,85}}{C^{1,85} * D^{4,87}}$$

Onde: H_f é a perda de carga na tubulação em metros, Q_d é a vazão do dia de maior consumo em m^3 /dia, C é o coeficiente de rugosidade e D é o diâmetro da tubulação.

Nesse mesmo sentido foi considerada a perda de carga localizada, a qual foi determinada pela equação de Borda-Bélanger (Equação 6).

$$\sum HL = k * \frac{v^2}{2g}$$

Onde: HL é a perda de carga localizada em metros, k é o coeficiente de carga cinética, $v^2/2g$ é a energia cinética do fluido em metros.

No que tange ao comportamento hidrodinâmico da água dentro do sistema foram utilizados os princípios fornecidos pela equação de Bernoulli (Equação 7).

227

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + z_2 + \Delta H$$

Onde: P_1/γ é a carga de pressão no ponto 1 em metros, $v_1^2/2g$ é a energia cinética do fluido no ponto 1 em metros, z_1 é a carga de posição no ponto 1 em metros, P_2/γ é a carga de pressão no ponto 2 em metros, $v_2^2/2g$ é a energia cinética do fluido no ponto 2 em metros, z_2 é a carga de posição no ponto 2 em metros e ΔH é a perda de carga em metros.

Com reservação, foram considerados 3 reservatórios, um de nível fixo (poço), e dois de nível variado (reservatórios apoiado e elevado).

No intuito de interligar os reservatórios do sistema, concebeu-se a seguinte configuração:

A. Interligação entre o poço e o reservatório apoiado: foi selecionada a bomba da marca Schneider, uma bomba submersível "Motobomba Submersa 4" SUB-NY - Rotor fechado" modelo SUB5-07NY4E12;



B. Interligação entre o reservatório apoiado e o elevado: foi selecionada a bomba da marca Schneider, "Motobombas Submersas 4" SUB - Rotor fechado" modelo SUB7-15S4E18.

Já no que concerne à rede de distribuição, os parâmetros iniciais adotados na simulação no EPANET, foram os valores de 50mm para o diâmetro da tubulação e de 150 para o coeficiente de rugosidade da mesma.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o dimensionamento executou-se diversas simulações, sendo que foram realizadas as devidas adequações para o funcionamento da rede e também para o cumprimento da norma NBR 12218/2017, permitindo assim as simulações seguintes, até que a rede fosse otimizada.

Cenário 1 (diâmetro dos tubos em todos os trechos igual a 50mm)

A partir da simulação realizada com base no cenário 1, obteve-se um gráfico de isolinhas para representar a pressão na rede.

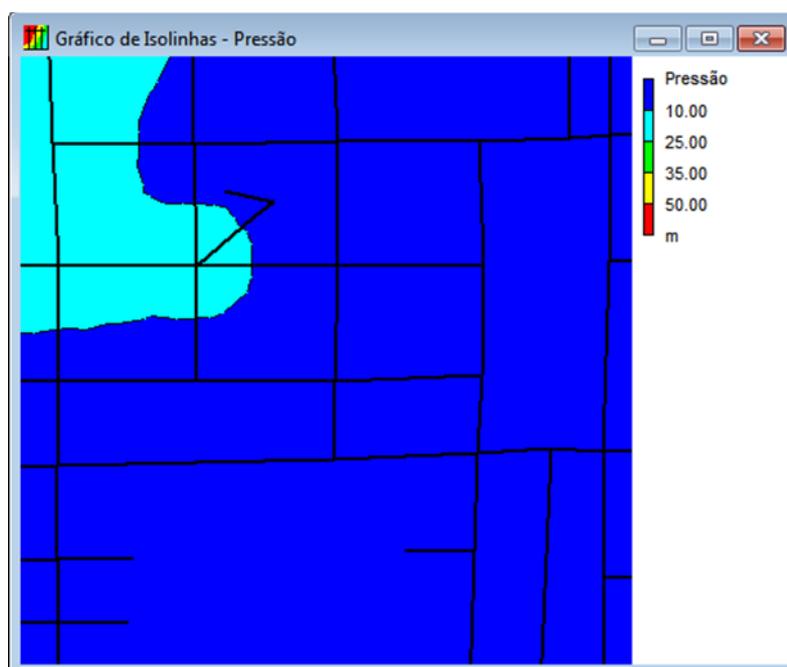


Figura 3. Pressão na rede - Cenário 1.

Segundo a NBR 12218/2017, a pressão estática máxima nas tubulações distribuidoras deve ser de 400 kPa, podendo chegar a 500 kPa em regiões com a topografia acidentada, e a pressão dinâmica mínima, de 100 kPa. Portanto, as zonas em azul escuro apresentavam

pressão inferior à norma, necessitando do ajuste de alguns trechos para a adequação. Conforme Penteadó (2014) e a equação 7, quanto maior o diâmetro da tubulação menor será a energia cinética e conseqüentemente a turbulência levando a uma tendência de menor perdas de carga. Com menos perdas de carga, a pressão é melhor preservada ao longo da tubulação, ou seja, a pressão disponível na seção de jusante é maior.

Para a simulação 2 efetuou-se a alteração no diâmetro dos tubos nos trechos com pressão inferior à recomendada, de acordo com as bitolas disponíveis no catálogo de tubulações da empresa TIGRE S/A - Tubos e Conexões (TIGRE, 2023).

Simulação 2 (aumento do diâmetro nos trechos não atendidos previamente para 60mm)

Para a simulação 2, procedeu-se com a troca do diâmetro da tubulação nos trechos com pressão inferior a 100 kPa de 50 para 60mm, obtendo-se dessa maneira o gráfico abaixo.

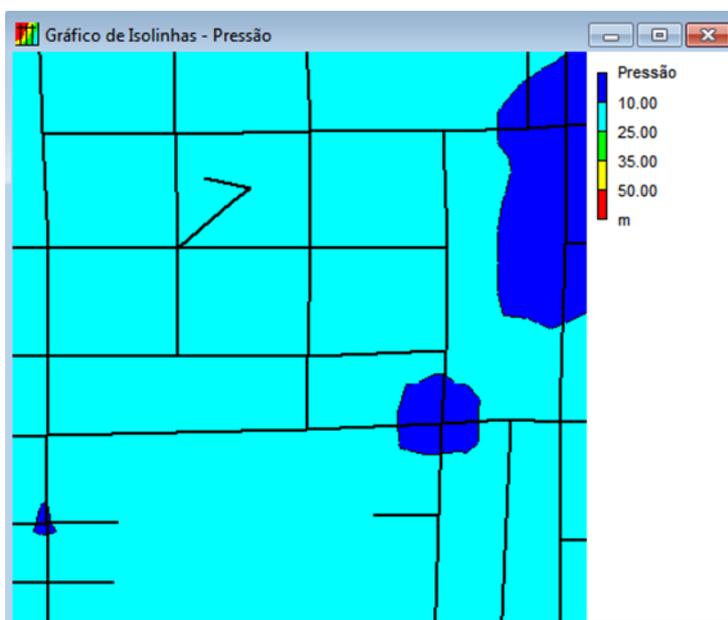


Figura 3. Pressão na rede - cenário 2.

É possível notar pela figura 3, que com a mudança do diâmetro, a maioria dos trechos do sistema apresentaram valores de pressão de acordo com a norma. Dessa maneira, no próximo cenário avaliado foi realizado o aumento do diâmetro da tubulação, seguindo o mesmo procedimento efetuado para o cenário 1.

Cenário 3 (aumento do diâmetro nos trechos não atendidos previamente para 70mm)

Dando prosseguimento ao procedimento efetuado no cenário 2, procedeu-se com a mudança do diâmetro da tubulação nos trechos com pressão inferior ao recomendado, passando de 60 para 70mm.

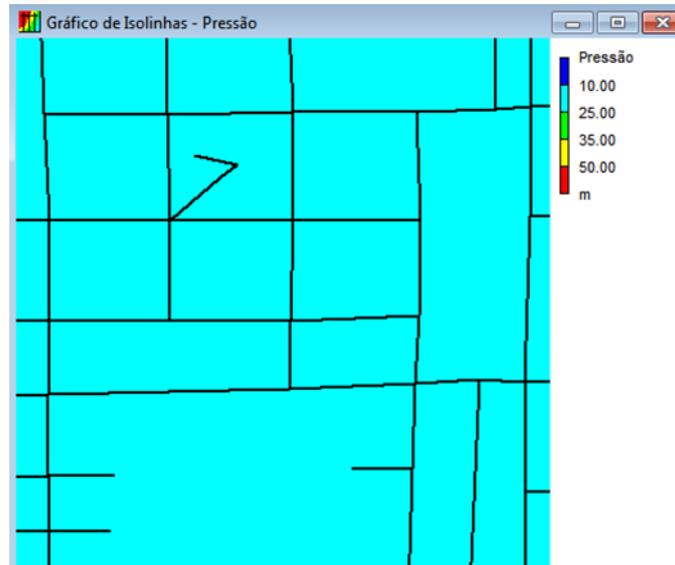


Figura 4. Pressão na rede - cenário 3.

De acordo com a figura 4, pode-se observar que todas as zonas da rede possuem pressão entre 10 e 25 m, estando em conformidade com a norma NBR 12218/2017, o que finaliza o dimensionamento em relação à pressão.

A norma NBR 12218/2017 recomenda que a velocidade mínima nas tubulações não seja inferior a 0,4 m/s, no entanto, exceções podem ser aceitas, desde que tecnicamente justificadas. Durante a simulação efetuada para o cenário 3, alguns trechos apresentaram velocidades inferiores à norma. Deve-se considerar que o diâmetro nominal mínimo adotado foi o preconizado pelo documento técnico. Uma alternativa para elevar a velocidade média nesses trechos seria diminuir o diâmetro dos tubos, porém nesta situação o diâmetro ficaria em desacordo com a norma. Ressalta-se que situações como a supracitada não são incomuns, logo cabe ao projetista adotar o procedimento que seja menos impactante ao funcionamento do sistema, ademais a circulação da água em velocidades baixas faz com que o fluido perca menos energia ao longo do seu escoamento, o que leva a um aumento de pressão e uma magnitude menor no golpe de ariete.

Adicionalmente, a água proveniente de fontes subterrâneas, devido à sua maior alcalinidade, pode levar à formação de depósitos de sais nas superfícies internas das tubulações. Com o tempo, isso pode resultar na redução do diâmetro interno dos tubos, o que,

por sua vez, aumenta a velocidade média do fluxo. Portanto, dentre deste contexto o uso de tubulações com diâmetros reduzidos não é recomendado.

CONCLUSÕES

O método de dimensionamento através do software EPANET possibilitou que a rede fosse elaborada de maneira simplificada e intuitiva. Foi possível a otimização do tempo de execução, já que a maioria dos cálculos matemáticos foram automatizados pelo software, tornando um processo que levaria semanas através dos métodos convencionais, em um processo com duração de um ou dois dias. O EPANET permite o estudo da rede em tempo real, possibilitando a fácil detecção dos trechos que apresentavam problemas, permitindo a correção imediata.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer o professor Jorge Luis Rodrigues Pantoja Filho, por me proporcionar a oportunidade de desenvolver este trabalho e poder dar a minha contribuição para o desenvolvimento do município de Campina do Monte Alegre - SP, cidade onde eu nasci. E minha namorada, Laís, que sempre me apoia e motiva a trabalhar com o máximo de dedicação.

231

REFERÊNCIAS

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12218: Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público. 1 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 1994. 4p. Disponível em: <http://www.emiliaweb.com.br/site/wp-content/uploads/2012/10/Nbr-12218-Projeto-De-Rede-De-Distribuicao-De-Agua-Para-Abastecimento-Publico.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2023.
- AZEVEDO NETTO, J. M. de. Manual de Hidráulica. 9. ed. São Paulo: Blucher, 2015. 326p. Disponível em: <https://cdn.leancommerce.com.br/blucher/produtos/materiais-apoio/2616cb8a-becd-4e2c-bd23-6a32332b2f5a-baixe-uma-amostra.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2023.
- BEDRETSCHUK, G. M. B.; SERONATO, J.; RAMOS, P. S.; FRICK, E. C. L. Tutorial Google Earth: Aula 03 – Interdisciplinaridade. Programa REA Paraná – UFPR. Licenciado com uma Licença Creative Commons - Atribuição 4.0 Internacional. 2021. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/35989>. Acesso em: 10 jul. 2023.



BRASIL. Lei nº 9433, de 08 de janeiro de 1997. Política Nacional de Recursos Hídricos. Brasília, DF, Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 10 jul. 2023.

IBGE. Cidades e Estados: campina do monte alegre. Campina do Monte Alegre. 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/campina-do-monte-alegre.html>. Acesso em: 10 jul. 2023.

KELLNER, E. Introdução ao EPANET: simulação e dimensionamento dos sistemas de abastecimento de água. São Carlos: Ufscar, 2022. 170p. Disponível em: <https://www.sibi.ufscar.br/arquivos/cpoi/introducao-ao-epanet-simulacao-e-dimensionamento-de-sistemas-de-abastecimento-de-agua.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2023.

PENTEADO, P. C. M. Física Conceitos e Aplicações: noções de hidrodinâmica para o ensino médio. Cruz das Almas: Ufrb, 2014. 14p. Disponível em: <https://www.ufrb.edu.br/pibid/documentos/category/59-hidrostatica-e-hidrodinamica?download=218:hidrodi>. Acesso em: 12 out. 2023.

SANTOS, A. da S. et al. Introdução ao ambiente SIG QGIS. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2018. 144p. Disponível em: http://geoftp.ibge.gov.br/metodos_e_outros_documentos_de_referencia/outros_documentos_tecnicos/introducao_sig_qgis/Introducao_ao_ambiente_SIG_QGIS_2edicao.pdf. Acesso em: 10 jul. 2023.

SOUSA, L. P. A. de. Metodologia de dimensionamento de rede de abastecimento de água potável. 27f. Tese (Doutorado). Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal do Pará. Belém, 2017.

TIGRE. Linha Infraestrutura: catálogo técnico e produtos. Joinville: Tigre, 2022. 61p. Disponível em: https://tigresite.s3.amazonaws.com/2022/09/TG-318-20-CATALOGO-INFRAESTRUTURA-2022_baixa-1_compressed.pdf. Acesso em: 12 jul. 2023.

UFSCAR. O Campus. 2023. Disponível em: <https://www.lagadosino.ufscar.br/o-campus>. Acesso em: 10 jul. 2023.



CAFÉ DO FUTURO: EXPLORANDO AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NAS REGIÕES DE PRODUÇÃO

Maria Victória Alves Bueno Ferreira da Cruz¹
João Augusto Vilas Boas dos Santos Gonçalves²
Lucas Eduardo de Oliveira Aparecido³
Guilherme Botega Torsoni⁴
Maiqui Izidoro⁵
Claudiomir Silva Santos⁶

¹Graduanda em Engenharia Agrônômica, IFSULDEMINAS Campus Muzambinho, mariavictoriaalvesbueno@gmail.com

²Graduando em Engenharia Agrônômica, IFSULDEMINAS Campus Muzambinho, joaoaugustovbs@gmail.com

³Doutor em Agrônômica, IFSULDEMINAS Campus Muzambinho, lucas.aparecido@muz.ifsuldeminas.edu.br

⁴Doutor em Física, IFMS Campus Naviraí, guilherme.torsoni@ifms.edu.br

⁵Doutorando em Agronomia, UNESP, maiqui.izidoro@unesp.br

⁶Doutor em promoção de saúde, IFSULDEMINAS Campus Muzambinho, claudiomir.santos@muz.ifsuldeminas.edu.br

233

INTRODUÇÃO

O Brasil é reconhecido mundialmente como um dos maiores produtores e exportadores de café, e o setor cafeeiro desempenha um papel fundamental na economia do país movimentando 34.896.546 Mil Reais no ano de 2021, figurando em 4º lugar no ranking de Valor Bruto de Produções (VBP) de produtos das lavouras (IBGE, 2022; CUSTÓDIO et al., 2023). A cultura do café tem uma longa e rica história no Brasil, influenciando diretamente sua trajetória econômica e contribuindo significativamente para o desenvolvimento nacional. O Brasil em 2022 teve uma produção de 3.139.627 (Toneladas), o estado de Minas Gerais é o maior produtor, 1.397.270 (Toneladas) seguido dos estados de Espírito Santo 952.724 (Toneladas) e São Paulo 266.946 (Toneladas) (SERA et al., 2022; SILVA et al., 2022).

O clima exerce uma influência significativa na produtividade do café. O café arábica prefere temperaturas moderadas (18 e 24°C) (DRINNAN & MENZEL, 1995; TAVARES et al., 2018), chuvas bem distribuídas e é cultivado em altitudes mais elevadas. O café robusta é mais tolerante a temperaturas mais altas (24 a 30°C) (CAMPUZANO-DUQUE et al., 2021) e altitudes mais baixas. Regiões com estações secas e chuvosas bem definidas são propícias para o cultivo do café, desde que haja água suficiente durante a época das chuvas e o período seco permita que a planta descanse. Por outro lado, em regiões sem estações bem definidas, o



cultivo do café pode ser mais desafiador, exigindo técnicas de irrigação e manejo mais cuidadoso (DA SILVA; MAZZAFERA, 2008). Eventos climáticos extremos, como geadas, secas prolongadas e tempestades, podem causar danos graves (MOFATTO et al., 2016).

As mudanças climáticas têm se mostrado como um fator de impacto significativo no cultivo do café em âmbito global. As variações nas condições climáticas têm influenciado diversos aspectos cruciais no ciclo de vida da planta, abrangendo desde o crescimento das mudas até a qualidade dos grãos produzidos (PHAM et al., 2019). A crescente preocupação com as mudanças climáticas tem levado os produtores de café a enfrentarem novos desafios relacionados ao manejo das plantações e à adoção de estratégias de adaptação. As variações de temperatura e padrões de precipitação podem afetar diretamente o desenvolvimento das plantas e até mesmo a ocorrência de pragas e doenças. Adicionalmente, mudanças nos ciclos de chuvas e períodos de seca podem impactar a produtividade e qualidade dos grãos colhidos. Além disso, as mudanças climáticas também têm implicações na diversidade genética das variedades de café, o que pode afetar sua resistência a condições climáticas adversas e sua capacidade de se adaptar a novos ambientes. Essa questão é de suma importância para a sustentabilidade da indústria cafeeira e a preservação da diversidade genética das espécies de café.

234

Nesse contexto, pesquisas científicas têm sido fundamentais para o desenvolvimento de estratégias de mitigação e adaptação às mudanças climáticas no setor cafeeiro. Estudos sobre o impacto das mudanças climáticas nas plantações de café são essenciais para orientar os produtores e formuladores de políticas públicas na tomada de decisões que visem a sustentabilidade da cadeia produtiva e a manutenção da qualidade do café produzido em todo o mundo. Assim, o objetivo deste trabalho é classificar quatro municípios de produção cafeeira e avaliar as tendências climáticas dos mesmos, a fim de prever possíveis danos à cultura nos próximos anos.

O objetivo deste projeto é analisar as tendências e mudanças climáticas nas principais cidades produtoras de café do Sul de Minas Gerais, a fim de compreender as condições climáticas para desenvolvimento do cafeeiro no decorrer dos anos.

METODOLOGIA

Localidade e banco de dados



A pesquisa foi conduzida em algumas das principais regiões produtoras de café especial no Brasil, incluindo Guaxupé, Varginha, Três Pontas e Poços de Caldas, localizadas no Sul de Minas Gerais. Essas informações estão detalhadas na Tabela 1 e ilustradas na Figura 1.

Tabela 1. Características geográficas das principais áreas cafeeiras estudadas.

Localização	Latitude (°)	Longitude (°)	Altitude (m)	Período	Área (km ²)
Sul de Minas Gerais					
Guaxupé	21° 18' 13" S	46° 42' 31" W	849	1981 a 2023	286,4
Varginha	21° 34' 00" S	45° 24' 22" W	940	1981 a 2023	323,3
Três Pontas	21° 22' 16" S	45° 30' 42" W	914	1981 a 2023	689,7
Poços de Caldas	21° 47' 18" S	46° 33' 45" W	1210	1981 a 2023	547,2

Os dados meteorológicos utilizados neste estudo foram obtidos por meio dos “Global Circulation Models” (GCMs), especificamente no NASA POWER (<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>). Através dessa plataforma, foram coletadas informações diárias de diversos parâmetros meteorológicos, incluindo temperatura média, temperatura máxima, temperatura mínima, e pluviosidade para as regiões estudadas. Esses dados são fundamentais para a análise e compreensão das condições climáticas nas regiões de interesse.

235

Análises

Realizou análise de regressão linear para verificar se houve tendência de aumento ou redução climática, observando o coeficiente linear. Por exemplo, quando o coeficiente angular é negativo, está ocorrendo tendência a queda da variável climática ao longo dos anos. Para verificar se houve anomalias climáticas utilizou-se da métrica do desvio padrão (Fórmula 1). Considerou-se que houve anomalia climática quando o valor climático foi acima de 2 desvios padrões.

$$Dp = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n}}$$

Fórmula 1. Desvio padrão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura média evidenciou uma tendência de aumento ao longo dos anos de 1981 a 2023 para todas as localidades analisadas (Figura 2). Para a cidade de Guaxupé (Figura



2.A) o coeficiente angular foi de 0,0335 isso mostra que a cada ano houve uma elevação de 0,0335°C. Isso é um valor considerado elevado, pois ao passar de 100 anos, haverá aumento de 3,35°C. O que pode demonstrar um aquecimento de 16,12% em relação à média da cidade que é de 20,77°C.

Apesar do aumento de temperatura, a região ainda se encontra dentro do limite de temperatura considerada ideal para o crescimento saudável da planta e para a obtenção de bons rendimentos, segundo autores como Camargo (1985) o cafeeiro arábica prospera em regiões que apresentam limites de temperaturas médias anuais entre 18 e 22°C.

Em relação às anomalias climáticas pode-se observar que as mesmas ocorreram em anos específicos. Por exemplo, na cidade de Guaxupé (Figura 2.A) no ano de 1984 ocorreu temperaturas acima da média histórica, chegando a 21,20°C. Outra anomalia de temperatura voltou acontecer no ano de 2014 chegando a 22,31°C, sendo esta temperatura a maior de todas as cidades avaliadas.

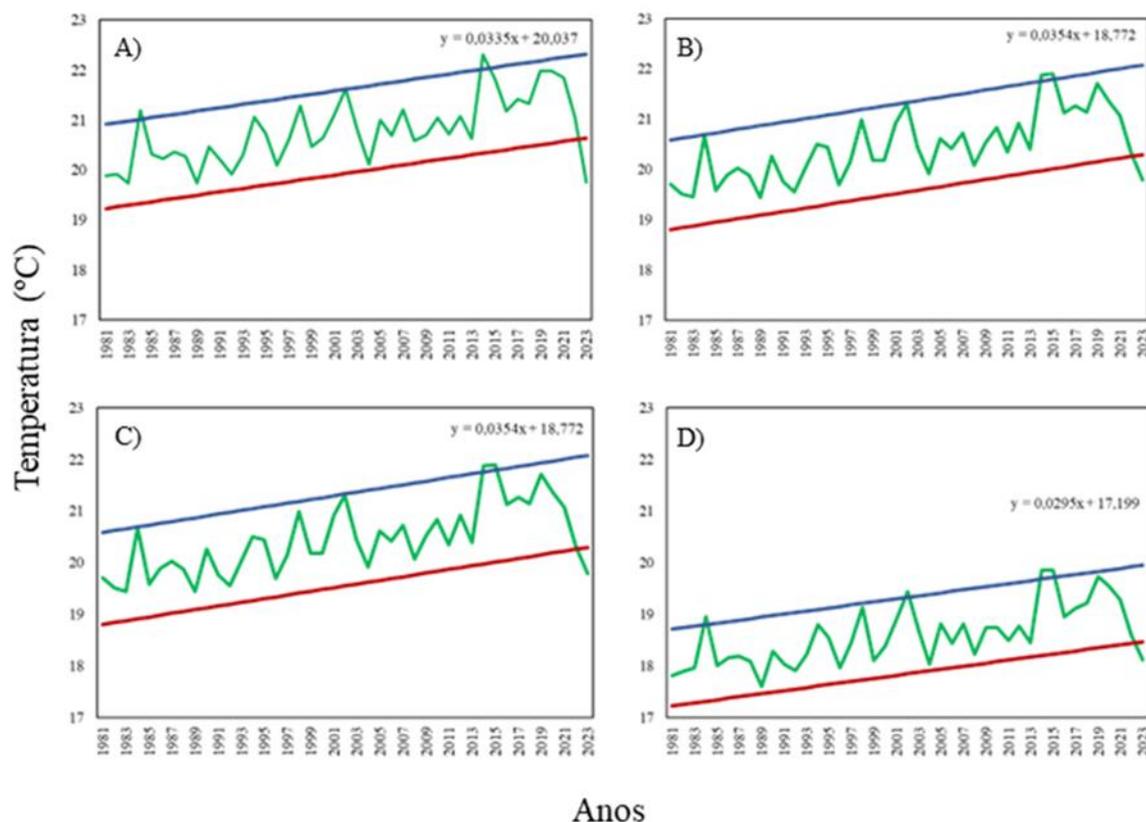


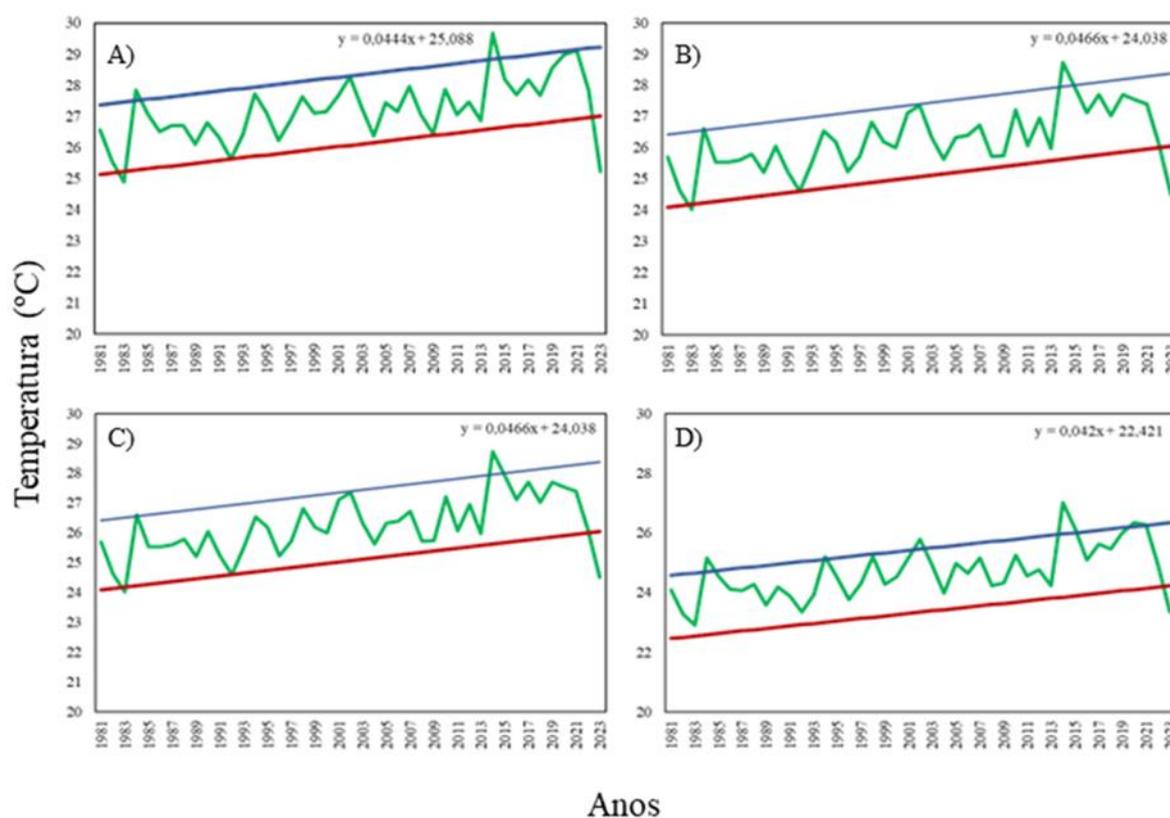
Figura 2. Lâmina de gráficos de análise de tendência e anomalia de temperatura média. A – Guaxupé, B – Varginha, C – Três Ponta, D – Poços de Caldas.

A temperatura máxima evidenciou tendência de aumento ao longo dos anos de 1981 a 2023 para todas as localidades analisadas (Figura 3). Para a cidade de Varginha (Figura 3.B) o



coeficiente angular foi de 0,0466 isso mostra que a cada ano houve uma elevação de 0,0466°C. Isso é um valor considerado elevado, pois ao passar de 100 anos, haverá aumento de 4,66°C. O que indica um aumento de 17,76% em relação à média de 26,23°C. Considerando a média de temperatura máxima da região e a tendência de aumento, destaca que estas faixas de temperatura se encontram acima do limite favorável para o desenvolvimento do cafeeiro que é de 22°C (CAMARGO, 1985).

Em relação às anomalias climáticas pode-se observar que as mesmas ocorreram em anos específicos. No ano de 1884 ocorreu anomalia em todas as localidades avaliadas, onde nas cidades de Guaxupé (Figura 3.A) e Poços de Caldas (Figura 3.D) ocorreu temperatura acima da média histórica, chegando a 27,84 e 25,17°C respectivamente. Outra anomalia voltou a ocorrer 30 anos depois em todas as cidades, onde no ano de 2014. Na cidade de Varginha (Figura 3.B) ocorreu temperaturas de 28,73°C, e em Guaxupé (Figura 3.A) de 29,67°C.



237

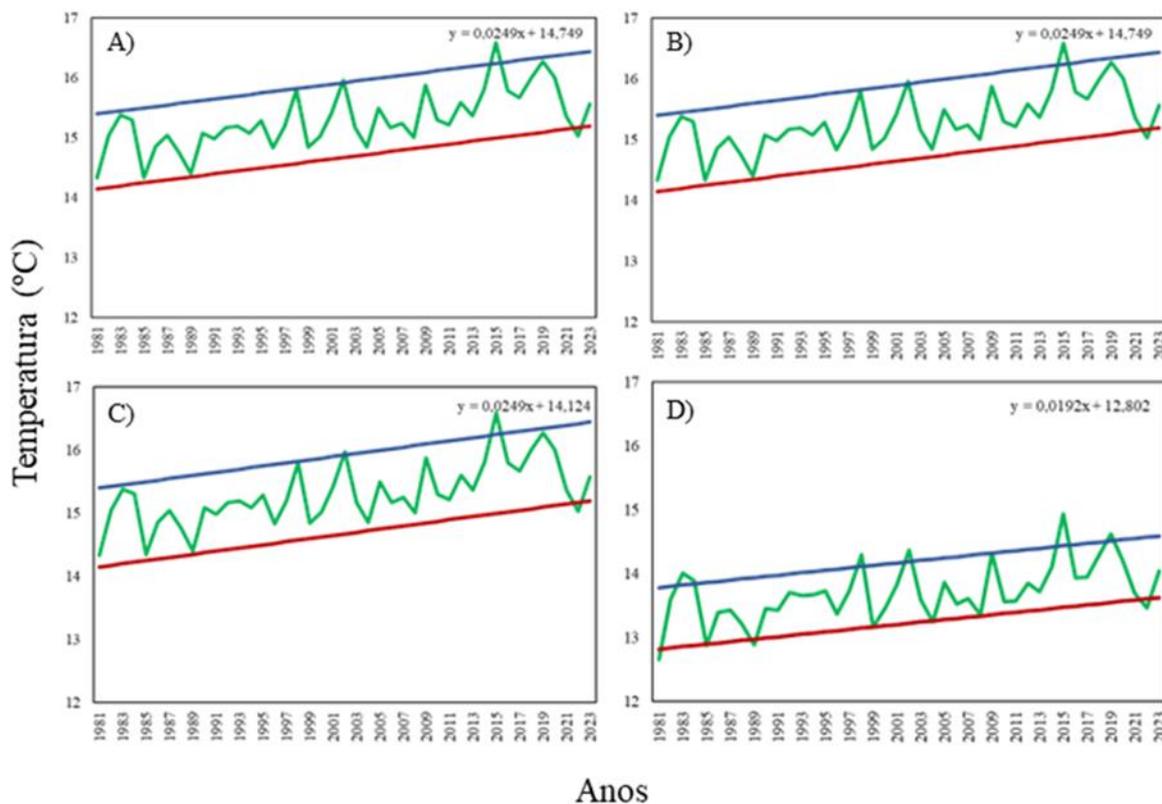
Figura 3. Lâmina de gráficos de análise de tendência e anomalia de temperatura máxima. A – Guaxupé, B – Varginha, C – Três Ponta, D – Poços de Caldas.

A temperatura mínima evidenciou tendência de aumento ao longo dos anos de 1981 a 2023 para todas as localidades analisadas (Figura 4). Para a cidade de Poços de Caldas (Figura 4.D) o coeficiente angular foi de 0,0192 isso mostra que a cada ano houve uma elevação de



0,0192°C. Isso é um valor considerado elevado, pois ao passar de 100 anos, haverá aumento de 1,92°C. O que indica um aumento de 14,01% em relação à média de 13,70°C.

Em relação às anomalias climáticas pode-se observar que as mesmas ocorreram em anos específicos. A cidade de Poços de Caldas (Figura 4.D) apresentou anomalias abaixo da média histórica com maior frequência, ocorrendo nos anos de 1981, 1989, 1999, 2004 e 2022, chegando a temperaturas de 12,66; 12,88; 13,16; 13,25 e 13,46 respectivamente. No ano de 2022 a anomalia abaixo do limite inferior ocorreu em todas as regiões, onde em Poços de Caldas (Figura 4.D) ocorreu neste ano dia de temperatura de 2,25°C.



238

Figura 4. Lâmina de gráficos de análise de tendência e anomalia de temperatura mínima. A – Guaxupé, B – Varginha, C – Três Ponta, D – Poços de Caldas.

A precipitação pluviométrica, popularmente conhecida como chuva, evidenciou uma tendência de redução ao longo dos anos de 1981 a 2023 para todas as localidades estudadas (Figura 5). A cidade de Guaxupé (Figura 5.A) apresenta o maior coeficiente angular, que foi de -14,581, isso quer dizer que, a cada ano que passa há uma redução de 14,581 mm anuais de chuva. Isso é um valor considerado elevado, pois ao passar de 100 anos, haverá uma redução de 1458,1 mm anuais. O que pode ser o maior impacto na cafeicultura da região, pois de acordo com autores como Camargo (1974) o cafeeiro desenvolve em regiões de pluviosidade



acima de 1200 mm anuais bem distribuídos. E a média da região é de 1407,26 mm, portanto com a tendência linear de queda de 14,58 mm ao ano, a região vai sair da faixa de necessidade do cafeeiro.

Em relação às anomalias climáticas pode-se observar que as mesmas ocorreram em anos específicos. Por exemplo, no ano de 1983 ocorreu uma precipitação extremamente elevada acima da média histórica, em Três Pontas (Figura 5.C) chegou a 2481,56 mm anuais. Por sua vez, teve um ano que ocorreu uma precipitação totalmente irregular e prejudicial para a agricultura em todas as cidades. Esse ano foi 2014 e ocorreu na cidade de Guaxupé (Figura 5.A) 777,71 mm de chuva. Esse valor de precipitação não atende a necessidade anual do cafeeiro que é de chuvas acima de 1200 mm anuais (CAMARGO, 1974).

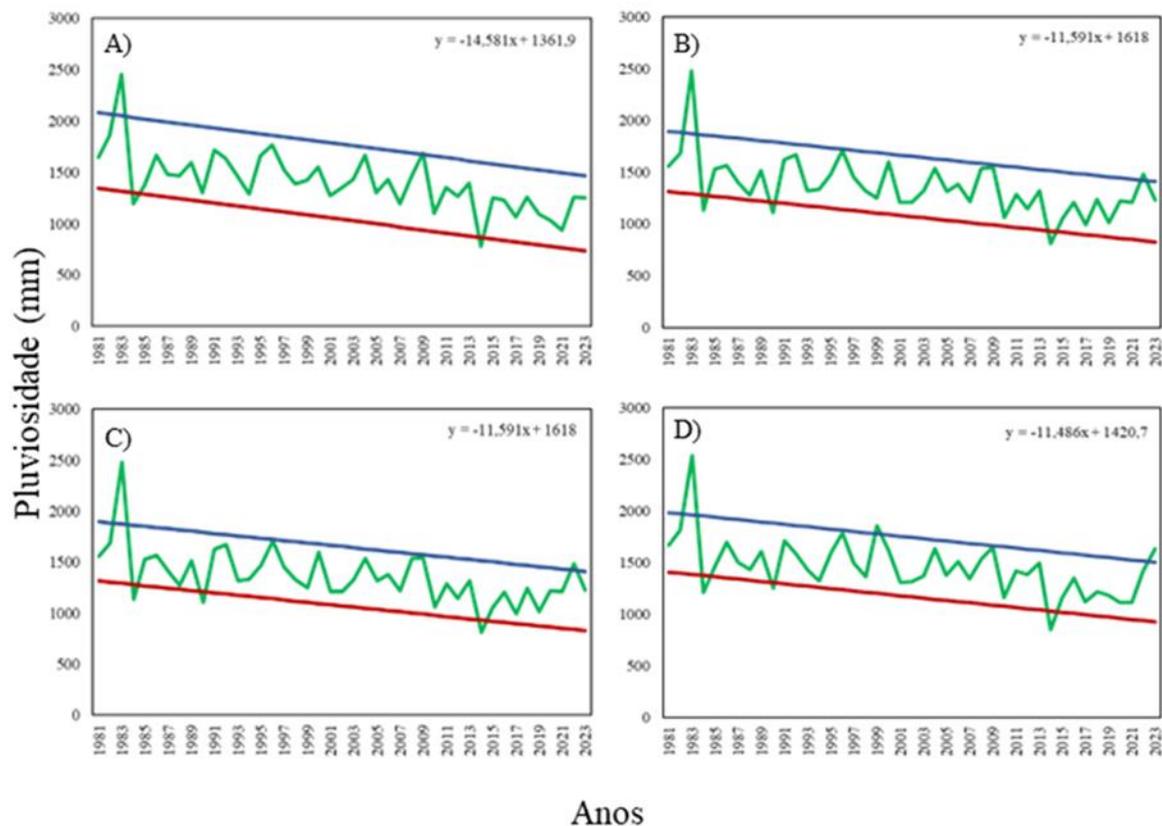


Figura 5. Lâmina de gráficos de análise de tendência e anomalia de precipitação pluviométrica. A – Guaxupé, B – Varginha, C – Três Ponta, D – Poços de Caldas.

Em geral, a tendência climática de todas as localidades é de aumento de temperatura média, máxima e mínima, o que pode ao longo dos anos pode tornar o ambiente desfavorável ao desenvolvimento da cultura do cafeeiro. Além da temperatura a pluviosidade em geral apresenta queda o que deixa a região inapta ao cultivo do café sem o uso de sistemas de



irrigação, assim como também afeta toda a cadeia agrícola e desenvolvimento populacional das regiões.

Estas mudanças climáticas podem impactar a produção de cafés especiais, uma vez que autores como Boaventura (2018) afirmam que a produção de cafés especiais é favorecida pelo clima. O que colabora com estudos produzidos por Rolim et.al (2020) que estuda as influências climáticas na qualidade da bebida, destacando a temperatura do ar em meses específicos e a altitude de implantação.

CONCLUSÃO

As cidades analisadas demonstraram alterações climáticas ao longo dos anos de 1981 a 2023. A precipitação pluviométrica demonstrou decréscimos significativos ao longo dos anos, enquanto, a temperatura média mínima demonstrou aumento significativos.

As temperaturas máximas em todas as cidades foram mais críticas em dois anos, primeiro em 1984 e a segunda a exatos 30 anos depois, em 2014, O ano mais crítico de toda a série climática, uma vez que ocorreram as maiores temperaturas máximas e as menores precipitações.

Os resultados trazem um indício de mudanças no desempenho da cultura do café, pois em um século haverá fortes mudanças climáticas que deixam a região em condições desfavoráveis à cultura.

Em curto a médio prazo o impacto pode ser diretamente na qualidade da bebida do cafeeiro visto que a mesma, possui relação com fatores climáticos, assim como anomalias de alta e principalmente baixas temperaturas afetam o desenvolvimento vegetativo do cafeeiro, anomalias de temperaturas mínimas ocorreram com grande frequência nos anos analisados.

AGRADECIMENTOS

Nossos sinceros agradecimentos a todos envolvidos que contribuíram para que esse trabalho fosse escrito, e ao apoio do IFSULDEMINAS e a Cooperativa Escola dos Alunos (COOPAM).

REFERÊNCIAS

BOAVENTURA, P. S. M. et al. Cocriação de valor na cadeia do café especial: o movimento da terceira onda do café. Revista de Administração de Empresas, v.58, p.254-266, 2018.



- CAMARGO, A. P. de. O clima e a cafeicultura no Brasil. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 11, n. 126, 1985.
- CAMARGO, A. P. de. Clima. In: Cultura do café no Brasil: manual de recomendações. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro do Café, 1974. p.20-35.
- CAMPUZANO-DUQUE, L. F. et al. Bases for the establishment of robusta coffee (*Coffea canephora*) as a new crop for Colombia. Agronomy, v.11, n.12, p.2550, 2021.
- CUSTÓDIO, F. V. et al. Análise dos custos de produção do café arábica nas regiões polos do Brasil. Revista de Contabilidade do Mestrado em Ciências Contábeis da UERJ, v.26, n.1, p.121–136, 2023.
- DA SILVA, E. A.; MAZZAFERA, P. Influence of temperature and water on coffee culture. The Americas Journal of Plant Science and Biotechnology, v.2, n.2, p.32–41, 2008.
- DE SOUZA ROLIM, G. et al. Clima e qualidade natural da bebida de *Coffea arabica* L. Climatologia Teórica e Aplicada, v.141, p.87-98, 2020.
- DRINNAN, J. E.; MENZEL, C. M. Temperature affects vegetative growth and flowering of coffee (*Coffea arabica* L.). Journal of Horticultural Science, v.70, n.1, p.25–34, 1995.
- IBGE, I. I. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola Estatística da Produção Agrícola. Rio de Janeiro, 2022.
- MOFATTO, L. S. et al. Identification of candidate genes for drought tolerance in coffee by high-throughput sequencing in the shoot apex of different *Coffea arabica* cultivars. BMC Plant Biology, v.16, n.1, p.1–18, 2016.
- PHAM, Y. et al. The impact of climate change and variability on coffee production: a systematic review. Climatic Change, v.156, p.609–630, 2019.
- SERA, G. H. et al. Coffee leaf rust in Brazil: Historical events, current situation, and control measures. Agronomy, v.12, n.2, p.496, 2022.
- SILVA, V. O.; DE MELLO, C. R.; CHOU, S. C. Projections of severe droughts in future climate in Southeast Brazil: a case study in Southern Minas Gerais State, Brazil. Theoretical and Applied Climatology, v.148, n.3–4, p.1289–1302, 2022.
- TAVARES, P. da S. et al. Climate change impact on the potential yield of Arabica coffee in southeast Brazil. Regional Environmental Change, v.18, p.873–883, 2018.



DESENVOLVIMENTO DE ÍNDICE MULTIMÉTRICO PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SISTEMAS AQUÁTICOS NATURAIS E COM INTERFERÊNCIA ANTRÓPICA

Haully Haycinne Leal Caires¹
Kayra Helena Freitas Miranda²
Julia Brambila Araújo³
Bryan Jones Rodrigues⁴
Miguel Alexandre de Carvalho⁵
Armando Castello Branco Junior⁶

242

¹Bióloga, professora da E. E. Nossa Senhora de Lourdes, Iturama-MG, haully.h@gmail.com

²Bióloga, professora da E. E. Nossa Senhora de Lourdes, Iturama-MG, kayrahelena123@gmail.com

³Acadêmica do curso de C. Biológicas, Universidade Federal do Triângulo Mineiro/UFTM - Campus Iturama-MG, d202010780@uftm.edu.br

⁴Acadêmico do curso de C. Biológicas, Universidade Federal do Triângulo Mineiro/UFTM - Campus Iturama-MG, d202111438@uftm.edu.br

⁵Acadêmico do curso de C. Biológicas, Universidade Federal do Triângulo Mineiro/UFTM - Campus Iturama-MG, d202110861@uftm.edu.br

⁶Prof. Dr., Universidade Federal do Triângulo Mineiro/UFTM - Campus Iturama-MG, curso de C. Biológicas, armando.junior@uftm.edu.br

INTRODUÇÃO

O estudo dos sistemas hídricos é importante para a compreensão dos tipos de alteração que podem acontecer nesses ambientes e a extensão das consequências sobre seus componentes biótico e abiótico (GOMES FILHO, 2013). Dentre os fatores abióticos, tem-se que os parâmetros físico-químicos são contemplados, na forma da lei brasileira, no contexto das condições e padrões de qualidade de mananciais. Embora em termos legais, seja aventada a avaliação da qualidade de ambiente aquáticos por indicadores biológicos, tem-se que tanto o diagnóstico como o monitoramento ambiental de recursos hídricos são feitos, na maioria das vezes, baseados nas análises físico-químicas e em parâmetros microbiológicos (CASTELLO BRANCO JR., 2022).



Os invertebrados são um grupo de destaque nos estudos sobre bioindicadores (BUSS et al., 2003). Segundo Callisto et al. (2001), os macroinvertebrados atendem às características esperadas para um indicador biológico e assim, formam o grupo mais estudado em sistemas aquáticos. Embora haja vários estudos neste contexto, os estudos em ambientes tropicais e, em especial, no Brasil, são em pequeno número. Destacam-se os trabalhos de (CETESB, 2004; BUSS, 2008; BUSS et al., 2016) com propostas focadas em ambientes lóticos de região serrana.

Os mananciais hídricos superficiais da região do Pontal do Triângulo Mineiro têm uma configuração peculiar. Apesar de grandes cursos d'água como o rio Grande e o rio Paranaíba, a maioria dos mananciais desta região é composta por pequenos córregos de pequena e média vazão, com pouca declividade e frequentemente, de fundo arenoso com pedras. Outra característica das bacias hidrográficas desta região é a pequena expressão das matas ciliares além da presença de muitos cursos d'água urbanos (ANA, 2015).

O presente trabalho tem por objetivo investigar a ocorrência de macroinvertebrados em mananciais hídricos naturais e com interferência antrópica e investigar quais grupos seriam chaves para a avaliação da qualidade destes sistemas. Também é objetivo a análise de fatores abióticos e a avaliação de possível correlação com os macroinvertebrados encontrados. Os parâmetros bióticos e abióticos relacionados seriam candidatos de métricas para um futuro novo índice multimétrico para avaliação da qualidade de sistemas aquáticos.

243

METODOLOGIA

O trabalho foi realizado, mensalmente, em córregos de três microbacias do município de Iturama, no Pontal do Triângulo Mineiro a saber: córregos Quati e Santa Rosa (microbacia Santa Rosa), no córrego Tronqueiras (microbacia Tronqueiras) e no córrego Água Vermelha (microbacia Água Vermelha).

Cada manancial foi classificado quanto à eventual interferência antrópica. Assim, foram utilizados o Protocolo de Avaliação Rápida (PAR), proposto por Callisto et al. (2002) e a análise físico-química e microbiológica da água coletada em cada ponto em cada amostragem mensal. O PAR é uma ferramenta de diagnóstico e monitoramento ambiental qualitativo, baseado em parâmetros ecológicos, que classifica em trechos com interferência antrópica moderada ou elevada (áreas alteradas) e trechos sem interferência humana (áreas naturais) (RODRIGUES et al., 2008). Os parâmetros físico-químicos avaliados foram oxigênio dissolvido (OD), fósforo, nitrogênio amoniacal total, nitrato, nitrito, pH, temperatura e turbidez da água, presença ou ausência de odor da água e do substrato, material flutuante e óleos/ graxas no



substrato e na água. Temperatura e turbidez foram aferidas com o auxílio de termômetro e de disco de Secchi, respectivamente, enquanto os demais parâmetros foram avaliados com kit colorimétrico Alfakit®. A análise microbiológica foi feita com o auxílio do kit Colipaper/Alfakit® composto de cartela com meio de cultura com gel desidratado para determinação simultânea de colônias de *Escherichia coli* e de coliformes totais em diapositivo de papel. Foram seguidos todos os procedimentos operacionais, descritos pelo fabricante dos kits.

As amostras de água foram feitas em garrafas de vidro, de 250 mL, previamente higienizadas. As amostras foram coletadas na coluna d'água abaixo da linha da superfície, com a boca da garrafa a montante. As amostras foram em duplicata e, após identificadas, mantidas em geladeira de isopor para posterior análise em laboratório. Em cada ponto de coleta também foi feito o cálculo da vazão pelo método do flutuador (PALHARES et al., 2007). Este método permite inclusive, o cálculo da velocidade da água do curso d'água.

A coleta mensal de macroinvertebrados foi feita com o auxílio de surber, com malha de 1,0 mm, em área de 1,0m² em ambiente de corredeira de cada ponto. Na área de coleta o substrato era escovado de forma que o material despreendido ficava retido no surber imediatamente posicionado. O material coletado era mantido em recipiente plástico, fixado com álcool 70% e, identificado para posterior triagem em laboratório. As amostras de água e de invertebrados foram feitas sempre no sentido jusante-montante para evitar interferências no curso d'água que pudessem refletir nas coletas. A identificação dos macroinvertebrados foi feita o auxílio das chaves de identificação de Gama Neto (2015), Zucchi (2017) e Kuhlmann et al. (2019).

A análise dos resultados foi feita pela Análise de Componente Principal (ACP) com o auxílio dos softwares EXCEL® e PAST® além do uso da correlação de Spearman entre as variáveis dos parâmetros abióticos e bióticos. Também foram calculados os índices de diversidade de Margalef, Shannon e Pielou e o índice de estado trófico, proposto por Lamparelli (2004), quanto ao parâmetro fósforo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise físico-química e microbiológica da água dos mananciais e da aplicação do PAR permitiram a caracterização do córrego Água Vermelha como um sistema aquático natural enquanto os demais (córregos Quati, Santa Rosa e Tronqueiras) foram caracterizados como ambientes alterados com influência antrópica.



Considerando-se que a diversidade em ambientes naturais é esperada ser maior que em ambientes alterados (MOOG et al., 2018; ODUM, 2020), foram calculados alguns índices de diversidade para confirmar a classificação realizada pelas ferramentas do PAR e da análise da água (Tabela 1).

Tabela 1. Índices de diversidade de Margalef, Shannon e Pielou calculados para os 4 mananciais hídricos investigados

Córrego	Índice de Margalef (d)	Índice de Shannon (H')	Índice de Pielou (J)
Água Vermelha	4,01	1,77	0,65
Quati	2,91	0,36	0,15
Santa Rosa	2,46	0,53	0,24
Tronqueiras	2,23	0,37	0,17

Os índices calculados indicam tendência para a dominância por um ou poucos grupos nos cursos d'água alterados enquanto que, no córrego natural (Água Vermelha) há tendência para a equitabilidade, ou seja, sem dominância ecológica. Esses resultados corroboram as observações de Moog et al. (2018) também para ambientes lóticos. Os valores dos índices comprovam a classificação dos cursos d'água em natural e alterados e sugerem a continuidade da investigação sobre possíveis indicadores biológicos.

245

As populações e comunidades aquáticas são reguladas tanto por fatores bióticos como abióticos. Considerando-se a quantidade de parâmetros para analisar (13 parâmetros físico-químicos, 2 microbiológicos, 2 hidrológicos e 13 bióticos - grupos taxonômicos de macroinvertebrados), optou-se pela estratégia da Análise de Componente Principal (ACP). Esta ferramenta tem o propósito de analisar estruturas de correlação, simplificando a quantidade de parâmetros de forma a localizar aqueles que tem maior peso ou relevância na variação dos dados encontrados. Assim, trata-se de uma análise multivariada onde transforma linearmente um conjunto original de dados em um conjunto menor (RIBAS & VIEIRA, 2011; ROCHA & PEREIRA, 2016). Esta ferramenta também tem o propósito de guardar o máximo de informações contidas nos dados com menor perda possível explicando a estrutura da variância e covariância de um condutor aleatório (HONGYU et al., 2016).

Ao final de cada análise, componentes principais são formulados. O primeiro componente principal explica o máximo da variabilidade total dos dados enquanto o segundo explica o máximo da variabilidade dos dados restantes, não correlacionados com o primeiro componente e assim sucessivamente (GUEDES et al., 2012). Foi feita uma sequência de cinco análises de acordo com a proposta de uso da ferramenta (GUEDES et al., 2012). Na primeira



análise, feita com todos os parâmetros, o resultado foi uma grande sobreposição de vetores além de haver vetores pequenos que pouco explicavam a variação dos dados. Assim, estes parâmetros foram sendo retirados a cada rodada da ACP.

A Tabela 2 apresenta tanto os autovalores dos Componentes Principais como a variância explicada e acumulada em cada componente ao término de cinco rodadas de análise para o ambiente de corredeira. Os dois primeiros componentes principais explicaram 75,8% da variância total dos dados. Embora não exista um consenso sobre o número de fatores que devem ser extraídos de uma ACP, segundo alguns autores, sugere-se o uso dos componentes principais com autovalor maior que 1,0 enquanto outros, sugerem o uso de componentes principais que representem, no mínimo, 60% da variância acumulada (HAIR et al., 2007; NONATO et al., 2007; ROCHA & PEREIRA, 2016; ROCHA et al., 2016). Desta forma, os dois primeiros componentes principais, para o ambiente de corredeira, atendem aos critérios de todos os autores acima. Considerando-se os três primeiros componentes principais, haveria o valor de 87,4% quanto à variância acumulada.

Tabela 2. Análise de Componente Principal, após 5 rodadas, apresentando os respectivos autovalores e porcentagem de variância acumulada em cada componente principal para o ambiente de corredeira dos cursos d'água investigados

Componente Principal (CP)	Autovalor	% de variância
1	3,333	43,32
2	2,277	32,54
3	0,881	11,54
4	0,44	6,29
5	0,252	3,6
6	0,143	2
7	0,046	0,06

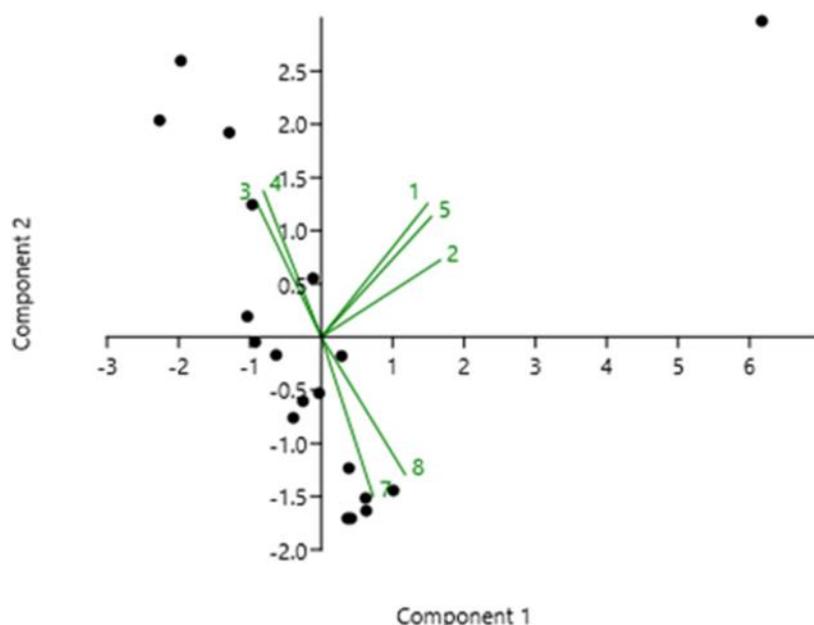
Para o ambiente de corredeira, o componente principal 1 (CP1) foi constituído pelas variáveis Diptera Chironomidae, Bivalvia, Coleoptera Elmidae e nitrogênio amoniacal enquanto o CP2 foi constituído por Trichoptera, Coleoptera Elmidae e Diptera Simuliidae. O componente principal 3 (CP3) foi constituído por fósforo, Diptera Simuliidae e nitrogênio amoniacal. A constituição de cada componente principal é verificada na ACP pelo peso de cada parâmetro/ variável por eixo do componente principal (Tabela 3).



Tabela 3. Peso de cada parâmetro (variável) por componente principal ao final da última rodada da ACP para o ambiente de corredeira dos cursos d'água investigados

Peso por eixo	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4	PC 5	PC 6	PC 7
Coleoptera	45.504	38.342	24.003	-39.441	-53.767	-25.997	-75.906
Chironomidae	50.901	2.208	21.553	71.196	-20.237	79.047	14.436
Simuliidae	-27.134	37.943	53.225	70.624	-23.158	-1.242	134
Trichoptera	-24.725	41.921	4.923	-69.002	15.906	11.817	73.358
Bivalvia	47.063	34.549	-33.756	-24.946	12.902	-51.042	63.032
fósforo	22.161	-45.773	58.138	-11.189	-60.083	-17.246	-10.842
nitrogênio	35.845	-39.453	36.629	77.129	75.667	56.445	-15.226

A Figura 2 apresenta o mapa perceptual da ACP dos componentes principais CP1 e CP2 que respondem por cerca de 75,8% da variabilidade dos dados obtidos para o ambiente de corredeira dos cursos d'água.



247

Figura 2. Mapa perceptual da ACP referente aos componentes CP1 e CP2 para o ambiente de corredeira dos cursos d'água investigados. (1=Coleoptera Elmidae; 2=Diptera Chironomidae; 3= Diptera Simuliidae; 4=Trichoptera; 5=Bivalvia; 7=fósforo; 8=nitrogênio).

A análise da Figura 2 permite algumas inferências. A primeira é que, para o ambiente de corredeira, coleópteros Elmidae, dípteros Chironomidae e moluscos bivalves respondem de forma diretamente proporcional à concentração de nutrientes na água (fósforo e nitrogênio) enquanto que dípteros Simuliidae e tricópteros respondem de forma inversamente proporcional à concentração de nutrientes na água (fósforo e nitrogênio). Assim, dos 13 grupos de macroinvertebrados avaliados, cinco explicam a maior variabilidade dos dados no ambiente de corredeira. São eles, os dípteros Chironomidae e Simuliidae, os

coleópteros Elmidae, os tricópteros e os moluscos bivalves. A correlação de Sperman, realizada também com estes dados, verificou uma correlação igual a 85,6% entre simulídeos e tricópteros e outra correlação igual a 79,3% entre dípteros quironomídeos e moluscos bivalves. Estas correlações corroboram as inferências feitas sobre a representação do mapa perceptual (Figura 2) quanto ao ambiente de corredeira.

Quanto aos demais parâmetros avaliados, físico-químicos, microbiológicos e hidrológicos, tem-se que nitrogênio amoniacal e fósforo respondem pela maior parte da variabilidade dos dados. Salienta-se que estes parâmetros se constituem em nutrientes no ambiente aquático.

A Análise de Componente Principal tem sido muito utilizada no diagnóstico de qualidade da água por meio de parâmetros físico-químicos e, tal qual verificado no presente trabalho, o nitrogênio se destaca como elemento chave na ACP (ANDRADE et al., 2007; GIRÃO et al., 2007; GUEDES et al., 2012; FINKLER et al., 2015).

Segundo Assis e colaboradores (2004), a distribuição e os padrões de abundância da taxa que constituem uma comunidade de insetos aquáticos são determinados, junto com o substrato, por um grande número de variáveis ambientais que atuam conjuntamente. Embora as alterações temporais e espaciais das variáveis da água, tais como pH, velocidade de correnteza, oxigênio dissolvido, temperatura e vazão estejam entre as mais importantes, segundo Ward (1992), estes parâmetros não se mostraram relevantes no presente trabalho.

Considerando as respostas verificadas dos diferentes grupos de macroinvertebrados aos nutrientes nos corpos d'água, procedeu-se ao cálculo de um índice de estado trófico para investigar este aspecto nos mananciais. Lamparelli (2004) propôs índice de estado trófico, com maior sensibilidade permitindo uma maior gama de classificação, com 6 categorias (ultraoligotrófico, oligotrófico, mesotrófico, eutrófico, supereutrófico e hipereutrófico). O cálculo do índice de estado trófico de Lamparelli quanto ao fósforo/ IET(P) revelou que o córrego Água Vermelha, único curso d'água natural investigado, se enquadra no nível eutrófico enquanto o córrego Santa Rosa se enquadra como supereutrófico e os córregos Quati e Tronqueiras se encaixam na categoria máxima de trofia, ou seja, hipereutrófico (Tabela 4). Salienta-se que estes 3 últimos mananciais foram enquadrados como alterados, com alguma interferência antrópica e assim, os níveis tróficos encontrados corroboram seu status de ambientes alterados.



Tabela 4. Índice de Estado Trófico de Lamparelli para fósforo, IET(P), calculado para cada manancial investigado

Córrego	IET(P)	Nível trófico	limites
Água Vermelha	59,3	eutrófico	$59,0 < IET(P) \leq 63,0$
Santa Rosa	63,1	supereutrófico	$63,0 < IET(P) \leq 67,0$
Quati	72,7	hipereutrófico	$IET(P) > 67,0$
Tronqueiras	76,3	hipereutrófico	$IET(P) > 67,0$

Lamparelli (2004) afirma que o IET é um registro das atividades humanas na bacia hidrográfica. A concentração de fósforo é relevante devido ser responsável pelo processo de eutrofização dos corpos d'água. Salienta-se que a concentração de nutrientes nos ambientes aquáticos e, em especial, fósforo e nitrogênio, são o resultado de aportes autóctones e alóctones ao sistema aquático (CARVALHO et al., 2001). Tanto a concentração de fósforo como a de nitrogênio interferem na estrutura trófica das comunidades aquáticas. Esta relação dos grupos tróficos com a disponibilidade de nutrientes foi bastante difundida e utilizada até meados dos anos 1990 sendo então incorporada aos índices multimétricos (MOOG et al., 2018).

No córrego Água Vermelha, um ambiente aquático natural, foram coletados 2.603 indivíduos sendo que, 91,2% foram insetos e 8,3% moluscos (60,3% de bivalves e 39,7% de gastrópodes) enquanto os restantes 0,5% era formado por anelídeos e helmintos. Nos cursos d'água alterados, foram coletados um total de 10.205 indivíduos sendo que, em média, 93,8% eram insetos, 5,6% moluscos (34,6% de bivalves e 65,4% de gastrópodes) e 0,6% formados por anelídeos e helmintos. Foram reportados os mesmos grupos de macroinvertebrados e ocorrência semelhante, à encontrada no presente trabalho, em trabalhos em mananciais mais caudalosos que aqueles investigados, no presente estudo (FERREIRA et al., 2012; COSTA et al., 2016).

249

CONCLUSÕES

Os insetos se revelaram o grupo de macroinvertebrados de maior ocorrência tanto no ambiente natural como nos ambientes alterados. No ambiente natural verificou-se uma maior diversidade que nos ambientes alterados, havendo tendência para equitabilidade no ambiente natural e dominância ecológica nos ambientes alterados. No ambiente de corredeira os macroinvertebrados dos grupos Chironomidae, Simuliidae, Tricoptera, Coleoptera e Moluscos Bivalvia revelaram-se grupos chaves na qualificação entre ambientes naturais e alterados. Nitrogênio e Fósforo foram os parâmetros abióticos que se revelaram chaves no ambiente de



corredeira. Estes parâmetros se constituem em nutrientes no sistema aquático impactando seu estado trófico.

Há diferença qualitativa e quantitativa entre sistemas aquáticos naturais e alterados e os grupos chaves identificados – bióticos e abióticos -, no presente trabalho, se constituem na base de um futuro índice biótico multimétrico.

AGRADECIMENTOS

À PROEXT/ UFTM, edital PIBEX nº14/2021, processo nº1604.

REFERÊNCIAS

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Mapa de Balanço Hídrico Quantitativo por bacia. Brasília – DF, 2015. Disponível em: <https://portal1.snirh.gov.br/ana/apps/webappviewer/index.html?id=ac0a9666e1f340b387e8032f64b2b85a>. Acesso em: 11 de novembro de 2022.

ANDRADE, M. E.; ARAÚJO, P. F. L.; ROSA, F. M.; DISNEY, W.; ALVES, B. A. Seleção dos Indicadores da Qualidade das Águas Superficiais pelo Emprego da Análise Multivariada. Eng. Agríc., v.27, n.3, p.683-690, 2007.

ASSIS, J. C. F.; CARVALHO, A. L.; NESSIMIAN, J. L. Composição e preferência por microhabitat de imaturos de Odonata (Insecta) em um trecho de baixada do Rio Ubatiba, Maricá- RJ, Brasil. Revista Brasileira de Entomologia, v. 8 n.2 p.273-282, 2004.

BUSS, D.F. Desenvolvimento de um índice biológico para uso de voluntários na avaliação da qualidade da água de rios. Oecol. Bras., v.12, n.3, p.520-530, 2008.

BUSS, D. F.; BAPTISTA, D. F.; NESSIMIAN, J. L. Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios. Cad. Saúde Pública, v.19, n.2, p.465-473, 2003.

BUSS, D. F.; ROQUE, F. O.; SONODA, K. C.; JUNIOR, P. B. M; STEFANES, M. Macroinvertebrados Aquáticos como Bioindicadores no Processo de Licenciamento Ambiental no Brasil. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. v.6, n.1, p.100-113, 2016.

CASTELLO BRANCO, JR. A. Recursos hídricos - bases para sua preservação e recuperação ambiental. In: PINHEIRO, Juliana (Org.) SANTOS, Ricardo (Org.) Impactos ambientais no território brasileiro. 1. ed. Tupã: ANAP, p.129-160, 2022.

CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. Revista. Bras. Rec. Hid., v.6, n.1, p.71-82, 2001.



- CALLISTO, M.; FERREIRA, W. R.; MORENO, P.; GOULART, M.; PETRUCIO, M. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividade de ensino e pesquisa (MG- RJ). *Acta Limnologica Brasiliensia*, v.14, n.1, p.91-98, 2002.
- CARVALHO, P.; BINI, M. L.; THOMAZ, M. S.; OLIVEIRA, G. L.; ROBERTSON, B.; TAVECHIO, G. L. W.; DARWISCH, J. A. Comparative limnology of South American floodplain lakes and lagoons. *Acta Scientiarum*, v.23, n.2, p.265-273, 2001.
- CARDOSO, S. R.; NOVAES, P. C. Variáveis Limnológicas e macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade da água, *Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades*, v.1, n.5, p.16-35, 2013.
- CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo. CETESB, São Paulo. 2004. 264p. Disponível em: http://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/cao_urbanismo_e_meio_ambiente/biblioteca_virtual/b_v_informativos_tecnicos/Relatório%20Anual.pdf Acesso em: 22 de outubro de 2022.
- COSTA, R. A.; PESO-AGUIAR, C. M.; MEDEIROS, P. D. Y. Macroinvertebrados Bentônicos como monitores de avaliação de efeitos da construção e operação de barragens no baixo rio são francisco: Análise Preliminar. In: Simpósio da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, 1, 2016, Juazeiro. Anais...Juazeiro, 2016.
- FERREIRA, R. W.; RODRIGUES, N. D.; ALVES, M.B.C.; CALLISTO, M. Biomonitoramento de Longo Prazo da Bacia do Rio das Velhas Através de um Índice Multimétrico Bentônico. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v.17 n.3 p.253-259, 2012.
- FINKLER, R. N.; PERESIN, D.; COCCONI, J.; BORTOLIN, A. T.; RECH, A.; SCHNEIDER, E. V., Qualidade da água superficial por meio de análise do componente principal. *Revista Ambiente e Água*, v.10, n.4, 2015.
- GAMA NETO, L. J. Insetos aquáticos da serra do Tepequém, Roraima, Brasil: taxonomia de trichoptera e ephemeroptera e efeitos das atividades de garimpo de diamante. Manaus, 2015. 162f. Tese (Doutorado). Ciências Biológicas. Entomologia. INPA. Manaus, 2015.
- GIRÃO, G. E.; ANDRADE, M. E.; ROSA, F. M.; ARAÚJO, P. F. L.; MEIRELES, M. C. A. Seleção dos indicadores da qualidade de água no Rio Jaibaras pelo emprego da análise da componente principal. *Revista Ciência Agronômica*, v.38, n.1, p.17-24, 2007.
- GOMES FILHO, R. R. Gestão de recursos hídricos. Conceitos e experiências em bacias hidrográficas. Goiânia: América, 2013.



- GUEDES, S. A. H.; SILVA, D. D.; ELESBON, A. A. A.; RIBEIRO, M. B. C.; MATOS, T. A.; SOARES, P. H. J. Aplicação da análise estatística multivariada no estudo da qualidade da água do Rio Pomba, MG. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v.16, n.5, p.558-563, 2012.
- HAIR, JR. F. J.; ANDERSON, E. R.; TATHAM, L. R.; BLACK, C. W. *Análise multivariada de dados*. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2007.
- HONGYU, K., SANDANIELO, V. L. M., OLIVEIRA, JR. J. G. *Análise de Componentes Principais: resumo teórico, aplicação e interpretação*. v. 1. 5. ed. Engineering and Science, 2016.
- KUHLMANN, L. M.; SOUZA, F. N.; OLIVEIRA, F. T.; BUSS, F. D. *Biomonitoramento participativo de Córregos, Riachos e Ribeirões*. Governo do Estado de São Paulo, Secretaria de infraestrutura e Meio Ambiente Cetesb Companhia Ambiental de São Paulo, 2019.
- LAMPARELLI, M. C. *Grau de trofia em corpos d'água do Estado de São Paulo: Avaliação dos Métodos de Monitoramento*. 238f. Tese (Doutorado). Inst. Biociências. USP, 2004.
- MOOG, O.; SCHMUTZ, S.; SCHWARZINGER, I. *Biomonitoring and Bioassessment*. In: STEFAN, S.S.; SENDZIMIR, J. (Ed). *Riverine Ecosystem Management - Science for Governing Towards a Sustainable Future*. Springer, p.371-390, 2018.
- NONATO, A. E.; VIOLA, G. G. Z.; ALMEIDA, B. C. K.; SCHOR, R. H. H. *Tratamento estatístico dos parâmetros da qualidade das águas da bacia do Alto Curso do Rio das Velhas*. *Revista Química Nova*, v.30, n.4, p.797-804, 2007.
- PALHARES, J. C. P.; RAMOS, C.; KLEIN, J. B.; LIMA, J. M. M.; MULLER, S. CESTONARO, T. *Medição da Vazão em Rios pelo Método do Flutuador*. Comunicado técnico. Concórdia: Embrapa, 2007.
- RIBAS, J. R.; VIEIRA, P. R. C. *Análise multivariada com o uso do SPSS*. Ciência Moderna, Rio de Janeiro, 2011.
- ROCHA, C. H. B.; PEREIRA, A. M. *Análise multivariada para seleção de parâmetros de monitoramento em manancial de Juiz de Fora, Minas Gerais*. *Revista Ambiente & Água*, v.11, n.1, p.176-187, 2016.
- ROCHA, C. H. B.; SILVA, T. M.; FREITAS, F. A. *Processos condicionantes de alterações em variáveis limnológicas: uma abordagem estatística na Represa de São Pedro, Juiz de Fora (MG)*. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v.21, n.1, p.131-138, 2016.
- RODRIGUES, A. S. L.; MALAFAIA, G. C.; CASTRO, P. T. A. *Avaliação ambiental de trechos de rios na região de Ouro Preto-MG através de um protocolo de avaliação rápida*. *Revista de Estudos Ambientais*, v.10, n.1, p.74-83, 2008.
- WARD, J. V. *Aquatic insects ecology – 1. Biology and habitat*. New York, John Wiley, Sons, v.8, p.438, 1992.



ZUCCHI, R. A. Chaves para algumas ordens e famílias de insecta, Universidade de São Paulo. ESALQ, Piracicaba, SP, 2017. Disponível em: http://www.cvi.ufscar.br/Chaves_Zucchi_optimize.pdf. Acesso em: 14 de outubro de 2022.



ESTIMATIVA DE INDICADORES DE BALNEABILIDADE PARA AS PRAIAS DO CENTRO-NORTE DA ILHA DE SANTA CATARINA: UMA FORMA DE AVALIAR A QUALIDADE DA ÁGUA

Bento Almeida Gonzaga¹
Dinalva Aires de Sales²
Jean Marcel de Almeida Espinoza³

¹Doutorando em Modelagem Computacional – PPGMC, Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Programa de Pós-graduação em Modelagem Computacional, profbentoag@gmail.com

²Prof^a. Dr^a. Universidade Federal do Rio Grande (FURG) – Câmpus Carreiros, Departamento XXX - FURG, dinalvaires@gmail.com

³Prof. Dr. Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) - Câmpus Caçador, jean.espinoza@ifsc.edu.br

254

INTRODUÇÃO

Florianópolis é um valioso atrativo turístico, muito, pelas suas belezas naturais. Suas praias são de fundamental importância para que a cidade movimente esse setor da economia. Nesse contexto, Siqueira e Lucas (2023), refletem sobre a percepção do turista quando a conservação paisagística e as condições de balneabilidade das praias assumem um papel relevante para que esse turista se sinta acolhido, confortável e usufrua das belezas naturais e dos serviços oferecidos.

Autores como Oliveira (2016), destacam que a apreciação e valoração da paisagem é fruto da interação entre valores, atributos culturais, naturais e antrópicos. Nesse sentido, os autores reforçam que os turistas de praia estão interessados na área de banho, ou seja, buscam por praias com elevada beleza cênica e alta balneabilidade.

A fim de verificar a balneabilidade de três importantes praias do trecho norte da ilha de Florianópolis, escolheu-se: Daniela, Jurerê e Canasvieiras como área de estudo para este artigo, pois além da importância para o setor do turismo, tanto local, nacional e internacional, escolhemos essas praias pela distinta classificação cênica delas.



Conforme Oliveira (2016), a praia da Daniela pertence a Classe 3, de praias naturais com características paisagísticas pouco atraentes, talvez por isso, seja uma praia procurada mais por moradores locais. Enquanto Jurerê/Jurerê Internacional está classificada como Classe 4, o que compreende praias urbanizadas e pouco atraentes, com baixos valores paisagísticos, porém é um local conhecido pelos seus Beach Clubs e frequentado por jovens em busca de festas e badalação. A praia de Canasvieiras está na Classe 5, que são praias urbanizadas muito pouco atraentes, com desenvolvimento intensivo e baixos valores paisagísticos, todavia é uma praia muito procurada por turistas estrangeiros, principalmente argentinos.

Monitorar sistematicamente indicadores de balneabilidade colabora para a promoção do uso desses espaços e para a atração e manutenção do turismo. Esse monitoramento pode ser feito por análise de amostras de água coletadas in loco ou remotamente, através de ferramentas de sensoriamento remoto. Em nossa abordagem, foram empregadas imagens multiespectrais do sensor MSI a bordo dos satélites Sentinel-2 A e B, com a devida cobertura das respectivas praias, a fim de mensurar dois indicadores de balneabilidades: 1) concentração Total de Sólidos em Suspensão (TSS); e, 2) Matéria Orgânica Dissolvida (DOM) obtidos a partir da análise dos índices de Clorofila (Chlorophyll-a).

O monitoramento atual feito pelo Instituto de Meio Ambiente (IMA) é realizado a partir de coletas pontuais nas praias. Na praia da Daniela, são 2 pontos de coleta: 1. Frente a Rua dos Cactos e 2. Frente a Rua das Hortências. Na praia de Jurerê são 5 pontos de monitoramento: 1. Frente a Rua das Moreias, 2, Frente a Rodovia Maurício Sirotsky Sobrinho, 3. Frente a Rua Luis Rampa, 4. Frente a Rua Valdemar Medeiros e 5. Final da Av. dos Búzios, frente a rotatória sentido Praia do Forte; e na praia de Jurerê Internacional são outros 2 pontos localizados (1. Frente a Av. dos Salmões e 2. Frente a Av. dos Pampos). A praia de Canasvieiras possui 8 pontos de amostragem, sendo eles: 1. Frente a Rua das Flores, 2. Frente a Avenida das Nações, 3. Lado esquerdo do Trapiche, 4. Frente a Rua Heitor Bitencourt, 5. Frente a Rua Acarí Margarida, 6. Canto Esquerdo da Praia Próximo as Pedras, 7. Frente a Rua Afonso Cardoso da Veiga e 8. Frente a Rua José Daux.

Esse monitoramento não reflete a balneabilidade total das praias, uma vez que as amostragens são pontuais, ou seja, o indicador é daquele ponto de coleta e não, necessariamente, reflete os indicadores subjacentes. Nesse contexto, a aplicação de técnica de sensoriamento remoto aos dados Sentinel, demonstra-se uma boa opção para o monitoramento contínuo e espacializado das praias em questão, pois com a análise das



imagens é possível descrever as condições de balneabilidade das praias como um todo, tendo uma visão espacial e distribuída dos indicadores investigados.

METODOLOGIA

Para a determinação dos dois indicadores de qualidade da água adotados, (1) TSS e (2) Concentração de Clorofila, foram processados um conjunto de 12 imagens, adquiridas pelo sensor MultiSpectral Instrument (MSI) a bordo dos satélites Sentinel-2A e Sentinel-2B disponibilizadas pela Agência Espacial Européia (ESA), conforme descritas na tabela 1. O sensor MSI da missão Sentinel-2 (S2) adquire 13 bandas espectrais, cobrindo as faixas do visível, infravermelho próximo e infravermelho médio do espectro eletromagnético, com resolução espacial de 10, 20 e 60 metros, respectivamente (ESA, 2015).

Tabela 1. Variação espaço-temporal da cobertura e uso do solo

Meses (Estações)	2018	2019	2020
Janeiro (Verão)	Img 1	Img 5	Img 9
Abril (Outono)	Img 2	Img 6	Img 10
Agosto (Inverno)	Img 3	Img 7	Img 11
Outubro (Primavera)	Img 4	Img 8	Img 12

256

Para essas imagens listadas na tabela 1, seguiu-se um fluxo de trabalho que consiste em 4 etapas principais: (a) Aquisição das imagens; (b) pré-processamento; (c) processamento; e, (d) análise dos dados. A etapa de aquisição foi feita junto ao repositório da ESA pelo sítio eletrônico (<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>).

A etapa de pré-processamento consistiu na calibração radiométrica das bandas e na conversão da reflectância TOA para reflectância de superfície (BOA), utilizando os parâmetros dos metadados das cenas. Todo o pré-processamento foi feito através do Semi- Automatic Classification Plugin (SCP), ferramenta disponível como complemento do software QGIS, que é de código aberto e customizável conforme a instalação de complementos desejáveis. Na etapa de processamento, utilizou-se de outra ferramenta do QGIS, a Calculadora Raster, para realizar uma álgebra de bandas afim de mensurar esses dois indicadores a partir das equações 1 (adaptada de Peixoto et al., 2018) e 2 (Adaptada de Pereira et al., 2019), exibidas em sequência:



$$TSS_{S2} = \frac{1 - \frac{B5}{1,6865}}{0,1058} \quad (Eq. 1)$$

$$Chl_{S2} = 0,8 \cdot e^{\left(\frac{0,35 \cdot B3}{B4}\right)} \quad (Eq. 2)$$

Onde: TSS - Total de Sólidos em suspensão; CHL - Concentração de Clorofila; B5 – Arquivo em reflectância de superfície que corresponde a banda espectral do vermelho próximo, com resolução espacial de 20 metros; B3 e B4 - São arquivos em reflectância de superfície que correspondem as bandas do verde e vermelho, respectivamente, sendo que ambas possuem resolução espacial de 10 metros.

Ainda na etapa de processamento, após aplicarmos as equações para cada indicador, foi necessário criar uma máscara para filtrar e distinguir a massa d'água e a costa, para ficarmos com os valores de TSS e CHL, apenas para o corpo d'água. Após o recorte dessas imagens para a área de estudo, as imagens foram categorizadas para o mesmo intervalo de valores, classificando-as em 5 classes: Baixa, Moderada Baixa, Moderada, Moderada Alta e Alta. A análise desses indicadores é feita na seção seguinte, de resultados e discussões.

257

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos processos apresentados na seção anterior, obtiveram-se as estimativas dos dois indicadores de qualidade da água anteriormente descritos, expondo a concentração de materiais em suspensão e efluentes dissolvidos, respectivamente. Tais indicadores, podem influenciar na percepção do turista quanto a qualidade da praia e sua beleza paisagística (cênica), uma vez que o primeiro pode alterar a transparência da água, passando uma impressão de uma praia mais “suja”. Enquanto o segundo indicador, está relacionado, direta e indiretamente com condições de saúde e pode ocasionar surtos de virose ou outras doenças transmitidas pelo contato com a água.

Na primeira subseção, avaliamos o indicador de TSS, comparando os 3 anos analisados por estações. Enquanto na segunda, avaliamos para as mesmas datas, o indicador de poluição relacionado ao total de matéria orgânica dissolvida (Clorofila).

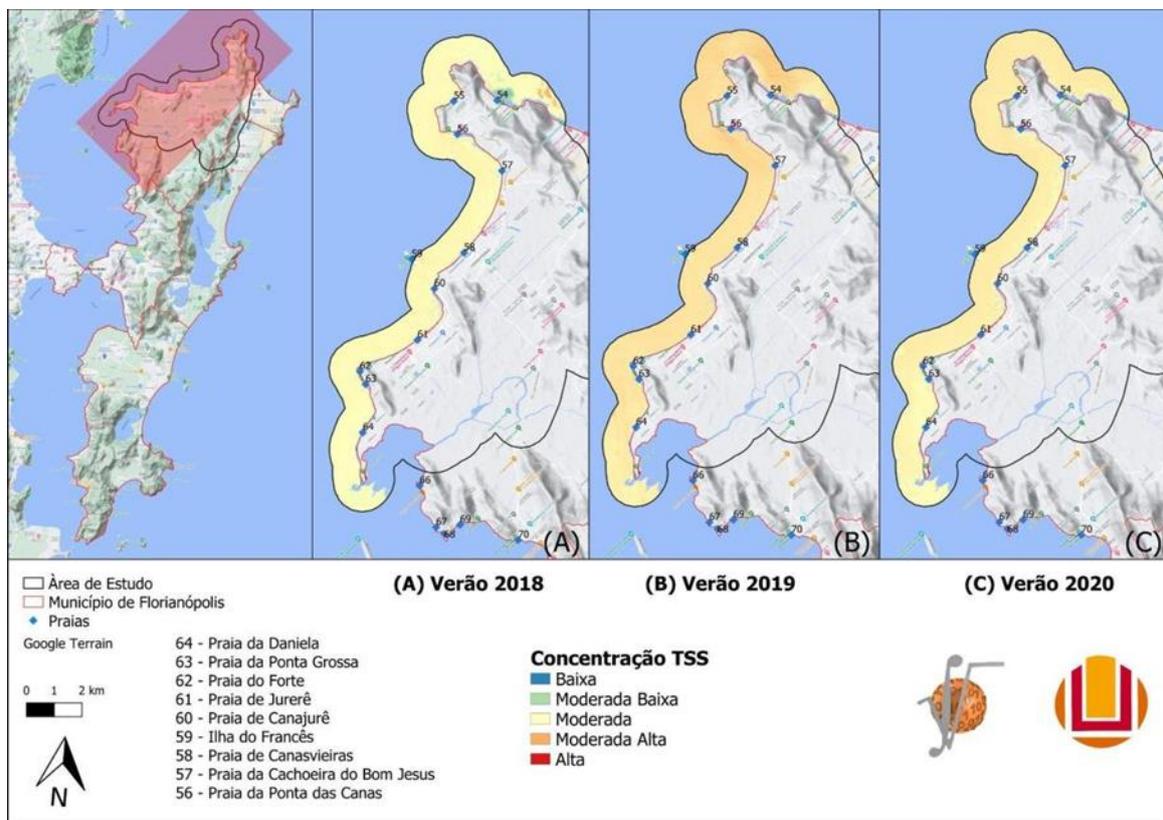
Total de Sólidos em Suspensão (TSS)

A presença de sedimentos em suspensão na água faz com essa massa d'água retorne boa parte do fluxo de radiação incidente para atmosfera. De forma oposta, a água com baixa



concentração de sedimentos suspensos, absorve a maior parte do fluxo de radiação incidente, podendo-se utilizar este fato como ferramenta de contraste em imagens (JENSEN, 2011, p. 416). Essa diferença entre a absorção e reflexão do fluxo de radiação, representa, na imagem resultado menor ou maior valor no pixel, o que diferencia espacialmente, esse indicador.

A escolha desse indicador, também está em consonância com a resolução CONAMA Nº 357, de 17 de Março de 2005, cujo alguns dos parâmetros para avaliar a qualidade da água salina, estão: turbidez, substâncias sedimentáveis, clorofila, coliformes termotolerantes, dentre outros. Na figura 1, observamos a dispersão do TSS para a estação mais movimentada de ambas as praias, o verão, na qual notamos uma maior concentração no ano de 2019, cuja concentração varia entre moderada e moderada alta.



258

Figura 1. Exemplo de mapeamento produzido - Distribuição da concentração de TSS para as praias no verão para os anos de 2018, 2019 e 2020, respectivamente.

Fonte: Os Autores (2023).

O comportamento da dispersão do TSS para a estação de outono, na qual inicia-se a baixa temporada e a tendência é a diminuição do número de turistas nas praias. Porém, ainda, com alguns visitando e aproveitando esse atrativo turístico. Para o outono notamos uma maior similaridade entre as imagens dos respectivos anos, sendo classificadas em um nível mais próximo de moderada alta.

A dispersão do TSS para o inverno, possuindo uma variação bem significativa entre os anos analisados. Em 2018, nota-se bastante nuvem na imagem adquirida, o que compromete um pouco a qualidade final do resultado obtido, porém a classificação está entre as faixas moderada e moderada alta. Já em 2019, essa classificação está mais próxima de moderada alta. Enquanto em 2020, após a conclusão das obras de alargamento da praia de Canasvieiras, nota-se que o entorno, as praias de Canajurê, Jurerê, Canasvieiras e Cachoeira do Bom Jesus, apresentam um indicativo de alta concentração de sólidos suspensos.

Já a cena de TSS para a estação da primavera, possui uma variação entre os anos analisados, ficando 2018 e 2020, com classificações muito similares. A imagem de 2019, sofreu um pouco a interferência de nuvens como observado no seu canto superior, porém para o trecho avaliado, não interferiu significativamente. Observa-se na praia de Canasvieiras uma leve distinção das demais praias analisadas, esse indicativo mais alto, pode ter ocorrido devido ao início do processo de alargamento da faixa de areia, cujo os trabalhos de dragagem e alargamento da faixa de areia duraram de setembro de 2019 e janeiro de 2020.

Em saneamento, sólidos nas águas correspondem a toda matéria que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado (APHA et al., 1990). Para determinar a presença de sólidos na água, compostos por matéria orgânica e sedimentos, utilizamos o índice de Total de Sólidos em Suspensão - TSS (APHA et al, 1990). O total de sólidos em suspensão, conforme analisamos, sofre dependências de condições climatológicas, hidráulicas e antrópicas. Em períodos mais chuvosos, por exemplo, a tendência é que haja maior descarga de sedimentos nas praias, levados pelos corpos hídricos interiores, tais como: rios, córregos e similares, assim, como também, por redes de drenagem e esgoto. As condicionantes hidráulicas, como regimes de enchente e vazante, também interferem na dispersão desses sólidos em suspensão. Modificações antrópicas, como a obra de alargamento da praia de Canasvieiras é outro fator que, de alguma forma, pode alterar esse indicador.

259

Concentração de Matéria Orgânica Dissolvida (Clorofila - CHL)

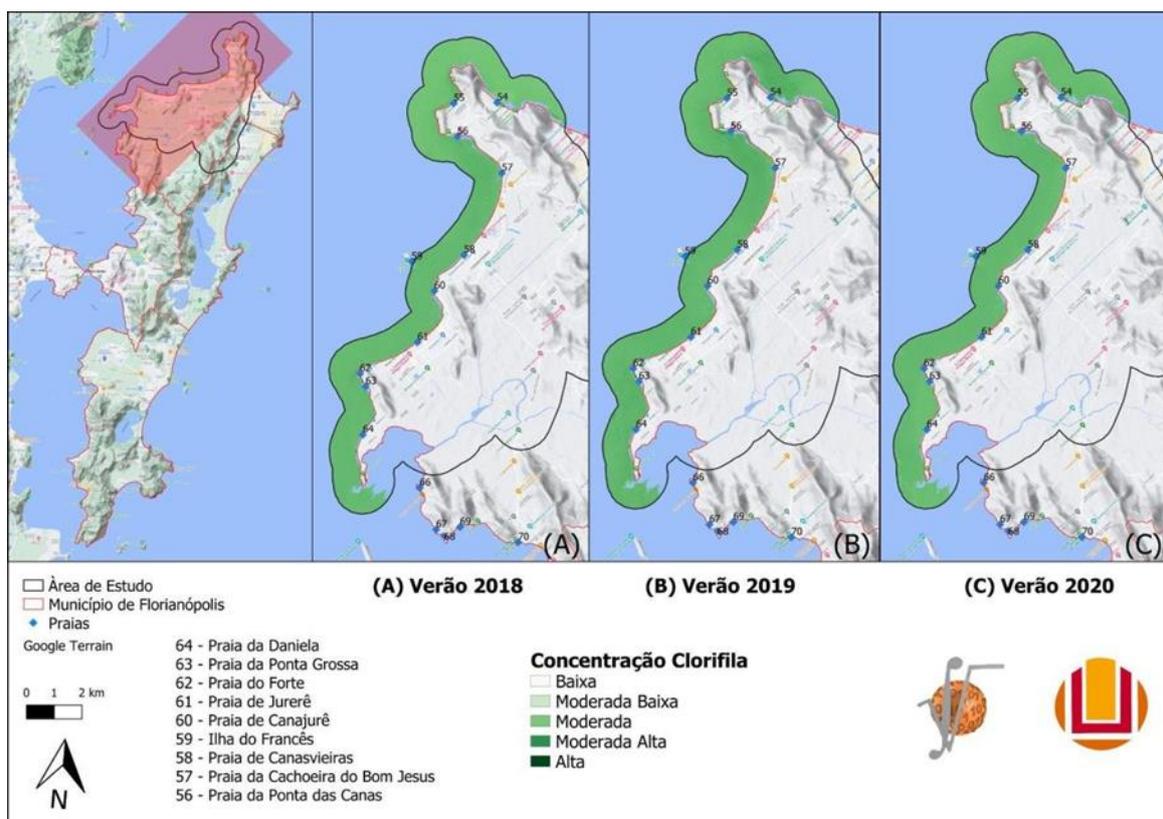
A clorofila, especialmente a clorofila-a, é um composto químico de pigmentação presente nos vegetais e em organismos autótrofos, sendo frequentemente, utilizada como indicadora da concentração fitoplanctônica em ambientes aquáticos (NASCIMENTO et al., 2019). Portanto a concentração de clorofila, representa um indicador importante para mensurarmos a qualidade da água já que a determinação da concentração de clorofila é



indicadora do estado fisiológico do fitoplâncton e na avaliação do grau de eutrofização de um ambiente aquático, podendo ser utilizada para avaliar a proliferação de algas, comum em águas com alta concentração de matéria orgânica, como aquelas com alta concentração de efluentes domésticos.

Na figura 2, observa-se a classificação dos níveis de clorofila para o verão dos respectivos anos analisados. Na imagem, notamos uma similaridade entre o período investigado. A concentração está entre as classes de moderada e moderada alta, tendendo mais para a classificação de moderada alta. Esse contexto como destacam Turcato (2019) e Araújo Filho (2011), pode ser reflexo do aumento populacional nas praias do norte durante a temporada de verão, onde é despejado uma carga maior de esgoto ilegal, principalmente para a praia de Canasvieiras, que sofre com esse problema sanitário a anos.

Outro fator a ser considerado é que no verão, a maior temperatura e menor precipitação favorecem a reprodução das algas e fitoplâncton, ocorrendo grande liberação de esporos e larvas desses organismos. No outono, esses esporos chegam à fase adulta, justificando os picos de concentração encontrados para essa estação.



260

Figura 2. Exemplo de mapeamento produzido -Distribuição da concentração de Clorofila para as praias no verão para os anos de 2018, 2019 e 2020, respectivamente.

Fonte: Os Autores (2023).

A distribuição dos níveis de clorofila para a estação do outono dos respectivos anos analisados apresenta uma tendência para a classificação de moderada alta, com pontos de maior concentração na praia de Canasvieiras em direção à praia da Cachoeira do Bom Jesus e nas inflexões naturais que criam barreiras entre as praias da Daniela e Jurerê e entre Jurerê e Canajurê.

Observa-se uma similaridade entre os anos de 2019 e 2020, com a avaliação para o ano de 2018 tendo certa dificuldade para análise devido a interferência de nuvens na imagem adquirida no repositório da ESA. Para a estação do inverno, nota-se uma tendência de concentração variando entre moderada e moderada alta.

Já para a primavera, observa-se uma similaridade entre os anos de 2018 e 2020 com concentração variando entre moderada e moderada alta, para as praias de Jurerê e Canasvieiras. Para o ano de 2019, notadamente, há uma diminuição na concentração, tendendo para classificação moderada.

CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou uma análise espaço-temporal da dinâmica de dois indicadores de balneabilidade para três praias do centro-norte da ilha de Santa Catarina. A utilização dessas técnicas de sensoriamento remoto é valiosa para monitoramento ambiental, pois fornecem um importante subsídio aos órgãos de regulação e fiscalização para um monitoramento contínuo e regular das condições ambientais do litoral, uma vez que uma mesma imagem, cobre uma grande área, sendo, portanto, uma alternativa às amostras pontuais utilizadas como metodologia de análise nos dias atuais.

Apesar de algumas dificuldades encontradas na aquisição das imagens gratuitas com alguma cobertura de nuvens a compra e processamento dessas imagens é uma alternativa viável aos gestores públicos para otimizarem as análises de balneabilidade das praias citadas.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES)

REFERÊNCIAS

APHA; AWWA; WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 18th ed. 1990.



ARAÚJO FILHO, P. R. M. Estudos e modelagem da qualidade da água do Rio Papaquara. 2011. 115f. TCC (Graduação). Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2011.

ESA. European Space Agency. Sentinel-2 user handbook. ESA Standard document. Issue 1, 2015. Disponível em: https://sentinels.copernicus.eu/documents/247904/685211/Sentinel-2_User_Handbook.

JENSEN, J. R. Sensoriamento Remoto do Ambiente: Uma perspectiva em Recursos Terrestres. 2.ed. São José dos Campos: Parênteses, 2011. 598p.

NASCIMENTO, A. M. A.do et al. Limnologia aplicada à análise de água em duas nascentes do Povoado Baixa da Areia, Alagoas. Revista Brasileira de Geografia Física, v.12, n.2, p.574-591, 2019.

PEIXOTO, D. W. B.; GUASSELLI, L. A.; PEREIRA FILHO, W. Estimativa de concentração de sedimentos em suspensão a partir de imagens Landsat 8 em PCHS no Rio Ivaí-RS. Geociências-UNESP, v.37, n.1, p.147-154, 2018.

PEREIRA-SANDOVAL, M.; URREGO, P.; RUIZ-VERDÚ, A.; TENJO, C.; DELEGIDO, J.; SORIA-PERPINYÀ, X.; VICENTE, E.; SORIA, J.; MORENO, J. Calibration and validation of algorithms for the estimation of chlorophyll-a concentration and Secchi depth in inland waters with Sentinel-2. Limnetica, v.38, p.471-487, 2019.

SIQUEIRA, M. T.; LUCAS, A. T. Nem tudo o que reluz é ouro: Florianópolis e o urbanismo competitivo. Cadernos Metr pole, v.25, n.57, p.419-442, 2023.

TURCATO, G. P.  ndice de Qualidade de Praia aplicado à praia dos Ingleses/Florianópolis. 107f. TCC (Gradua o). Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2019.



CURRICULUM DOS ORGANIZADORES

Claudiomir da Silva dos Santos: Técnico em Agropecuária pelo IFSULDEMINAS Campus Inconfidentes, graduação em Ciências Agrárias pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Biologia pelo UNICLAR e Pedagogia pela UNINTER, Doutorado em Promoção da Saúde pela Universidade de Franca - UNIFRAN, Mestrado em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba, pós-graduado em Sistema de Gestão Ambiental, Educação para o Campo, Educação Ambiental, Auditoria e Perícia Ambiental, Vigilância em Saúde Ambiental. Foi professor de graduação e pós-graduação na UVA e UECE - CE. Atua nas áreas de Ciências Agrárias e Ciências Ambientais com trabalhos publicados nestas áreas do conhecimento. Foi professor da UNINCOR e FACICA, nos cursos de Agronomia, Gestão ambiental, Biologia e Química. Em 2008 assumiu o cargo de professor do IFSULDEMINAS, Campus Muzambinho em regime DE, atuando nos cursos Técnicos de Agropecuária, Meio Ambiente, Cafeicultura, Curso Superior de Agronomia, Líder do Grupo de Pesquisa Ciências Ambientais do CNPQ. Coordenador do Projeto Rondon IFSULDEMINAS, Campus Muzambinho, atualmente atua como Coordenador do Curso Técnico de Meio Ambiente do IFSULDEMINAS Campus Muzambinho, Membro do Fórum Mineiro de Combate ao Agrotóxico-FMCA, Membro do Comitê de Bacia Hidrográfica Mogi-Pardo CBH GD6, Membro da Comissão Organizadora do Simpósio de Hidrologia Médica, Águas Termais, Minerais e Naturais de Poços de Caldas, Membro do Comitê Científico da Rede de Pesquisa em Desenvolvimento Resiliente ao Clima RIPEDRC e do Environmental Resilience Research and Science (IJERRS) e Presidente da Comissão Técnica do Congresso Nacional de Meio Ambiente.

claudiomirsilvasantos@gmail.com

Fabrcício dos Santos Ritá: Possui formação Técnica em Enfermagem e em Segurança do Trabalho. Bacharel e Licenciado em Enfermagem. Licenciado em Ciências Biológicas. Licenciado em Pedagogia. Graduando em Jornalismo. Especialista em Enfermagem do Trabalho (UNIUBE), Educação ambiental (UFLA), Gestão Ambiental (CLARENTIANO), Gestão Escolar e Coordenação Pedagógica (UNIFAVENI). Mestre em Biotecnologia aplicada à Saúde (UNAERP). Doutor em Promoção de Saúde pela UNIFRAN (Universidade de Franca). Presidente da Comissão Organizadora do Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas e do Membro da Comissão Técnico Científica do Congresso de Educação de Poços de Caldas. Atua como docente no IFSULDEMINAS/Campus de Muzambinho desenvolvendo ações profissionais nas temáticas de saúde, segurança e meio ambiente. Entre as metodologias instituídas em sua prática de ensino implementa a ênfase de atividades relacionadas a prevenção de riscos, minimização de patologias ocupacionais, caracterização entre ambiente de trabalho, ecologia e harmonização entre homem e natureza, bem como o uso racional das tecnologias e da saúde laborativa. Busca identificar e estreitar as inter-relações entre as mudanças climáticas e os efeitos sobre a saúde dos trabalhadores. Leciona nos cursos de Enfermagem, Vigilância em Saúde, Urgência e Emergência, Enfermagem do Trabalho, Segurança do Trabalho e Meio Ambiente. Membro do Comitê Científico da Climate Resilient Research Network (RIPEDRC) e Pesquisa e Ciência em Resiliência Ambiental (IJERRS) e Membro do Fórum Mineiro de Combate aos Agrotóxicos (FMCA).

fabriciosantosrita@gmail.com

263



Generci Dias Lopes: Formado como Técnico em Agropecuária pela Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho-MG no ano de 1994. Possui graduação em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário da Fundação Educacional Guaxupé (1999). Atualmente é técnico administrativo do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais desde 1997, onde coordena o setor de pequenos animais como: Aves de Corte e Postura, Cunicultura e Caprinocultura.
generci.lopes@muz.ifsuldeminas.edu.br

Luciano dos Santos Rodrigues: Possui graduação em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Lavras (1999). Doutorado em Ciência Animal com ênfase em saneamento pela Universidade Federal de Minas Gerais (2008). Pós-doutorado em Controle Ambiental e Saneamento pela Universidade Federal de Minas Gerais. Professor Associado da Universidade Federal de Minas Gerais. Tem experiência na área de engenharia agrícola, ambiental e sanitária, com ênfase em controle ambiental e saneamento, atuando principalmente nas seguintes subáreas: impacto ambiental das atividades agroindustriais, tratamento de águas residuárias e de abastecimento, resíduos sólidos, licenciamento e legislação ambiental.
luciano.rodrigues@vetufmg.edu.br

Marcelo Simão da Rosa: Formou-se em Técnico em Agropecuária pela Escola Agrotécnica Federal de Alegre-ES (1985). Possui graduação em Licenciatura em Ciências Agrícolas pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (1992), mestrado em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2002) e doutorado em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2004). É professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - Campus Muzambinho, atuando nos cursos técnico em agropecuária, engenharia agrônômica e medicina veterinária. Coordena o Laboratório de Educação, Produção e Pesquisa em Bovinocultura Leiteira. Atuou como integrante e coordenador da área de pesquisa em Bovinocultura Leiteira, Grupo de Estudos e Pesquisas em Etologia e Ecologia Animal (GRUPO ETCO). Integrante do Grupo de Estudo em Bovinocultura do Instituto Federal (GeBiF). Tem experiência na área de Zootecnia, com ênfase em Produção Animal, atuando principalmente nos seguintes temas: produção animal, etologia, interação humano-animal de produção e bem-estar animal.
marcelo.rosa@muz.ifsuldeminas.edu.br

Rosângela Francisca de Paula Vitor Marques: Possui graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Lavras (2007) e mestrado (2011) e doutorado em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas pela Universidade Federal de Lavras (2014). Atua como profissional baseado no ensino e pesquisa na área de recursos hídricos e meio ambiente, saneamento ambiental, qualidade de água, tratamento de efluentes e resíduos sólidos. Projetos em andamento: i) Aspectos Estratégicos da Sustentabilidade; ii) Avaliação da eficiência de banhados naturais e de sistemas construídos no pós - tratamento do chorume; iii) Avaliação e proteção dos recursos hídricos; iv) Fitorremediação; v) Diagnóstico e soluções alternativas de Saneamento e Saúde Ambiental; vi) Tratamento descentralizado de águas residuárias pela associação entre tanque séptico e wetlands; vii) Saúde pública e saneamento ambiental: soluções para o planejamento; viii) Insetos e Bioindicadores de solo e água: levantamento, identificação, flutuação populacional e ambiente SIG; ix) Simulação Hidrológica em pequenas bacias hidrográficas na região do Rio Verde; x) Simulação hidrológica e climática na região sul de Minas Gerais como função do uso do solo e mudanças climáticas. No contexto de ensino: i) Disciplinas Poluição Ambiental; Tratamento de resíduos sólidos, líquidos, gasosos e industriais, saneamento ambiental, para os cursos de engenharia ambiental, Silvicultura para o curso de agronomia da UninCor; ii) Docente integral no Programa de Pós-graduação em Sustentabilidade em Recursos Hídricos (Saneamento ambiental experimental, Tratamento de efluentes líquidos, Princípios da Modelagem e controle da qualidade da água superficial).
roeflorestal@hotmail.com





20º Congresso Nacional de
MEIO AMBIENTE
Poços de Caldas

meioambientepocos.com.br

Realização



Apoio

