



JUSTIÇA CLIMÁTICA NO ANTROPOCENO

ORGANIZADORES:

Arturene Maria Lino Carmo, Dra.

Claudiomir Silva Santos, Dr.

Fabício dos Santos Ritá, Dr.

Generci Dias Lopes, Me.

Gilcean Silva Alves, Dr.

Gustavo Henrique Gravatim Costa, Dr.

Leandro Gustavo da Silva, Dr.

Ronei Aparecido Barbosa, Me.

Rosângela Francisca de Paula Vitor Marques, Dra.

Tais Arthur Correa, Dra.

ORGANIZAÇÃO

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SUL DE MINAS GERAIS IFSULDEMINAS

Pró-Reitoria de Extensão

APOIO

UNIVERSIDADE VALE DO RIO VERDE - UNINCOR

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MINAS GERAIS

UNIDADE FRUTAL

INSTITUTO FEDERAL DO SUDESTE DE MINAS GERAIS

CAMPUS SANTOS DUMONT

INSTITUTO FEDERAL DA PARAÍBA - IFPB

PROJETO GRÁFICO EDITORIAL

SILVANA PEREIRA DA SILVA DESIGNER - ME

ASSISTENTE EDITORIAL

ALDA CATARINA MIRANDA ALVES

REALIZAÇÃO:



INSTITUTO FEDERAL
Sul de Minas Gerais
Campus Muzambinho



GSC
Eventos Especiais
a grife de sucesso em eventos

APOIO:



INSTITUTO FEDERAL
Sudeste de Minas Gerais
Campus Santos Dumont



UninCor
tá no coração da gente

UNIVERSIDADE
DO ESTADO DE MINAS GERAIS



DANONE
ONE PLANET. ONE HEALTH



Eletrobras
Furnas

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL



©2022 – EDITORA: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SUL DE MINAS GERAIS (IFSULDEMINAS)

Justiça climática no antropoceno

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte deste livro poderá ser reproduzida, sejam quais forem os meios empregados, sem a permissão, por escrito, do IFSULDEMINAS. Aos infratores aplicam-se as sanções previstas nos artigos 102, 104, 106 e 107 da Lei no 9.610, de 19 de fevereiro de 1998.

REVISÃO

PROF. DR. FABRICIO SANTOS RITA
PROF. ME. RONEI APARECIDO BARBOSA

DIAGRAMAÇÃO

SILVANA PEREIRA DA SILVA DESIGNER - ME

SITE:

[HTTP://WWW.IFSULDEMINAS.EDU.BR/](http://www.ifsuldeminas.edu.br/)

EMAIL:

PROEX@IFSULDEMINAS.EDU.BR

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Rita de Cássia Machado da Silva CRB – 05-1697

J96 Justiça climática no antropoceno [recurso eletrônico] / Organização de Arturene Maria Lino Carmo et al. – Muzambinho: IFSULDEMINAS, 2022.

423 p.: il.; PDF; 28.317 KB

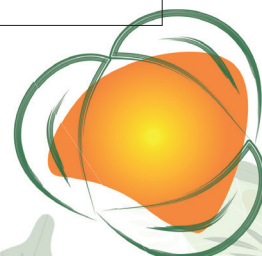
Inclui bibliografia

ISBN: 978-65-88862-14-8 (E-book)

DOI: 10517979786588862148

1. Meio Ambiente. 2. Educação ambiental. 3. Ecologia. I. Lino, Arturene Maria do Carmo (org.). II. Santos Claudiomir Silva (org.). III. Ritá, Fabricio dos Santos (org.). IV. Lopes, Generci Dias (org.). V. Alves, Gilcean Silva (org.). VI. Costa, Gustavo Henrique Gravatim (org.). VII. Silva, Leandro Gustavo da (org.). VIII. Marques, Rosangela F. de Paula Vitor (org.). IX. Corrêa, Tais Artur (org.). X. Barbosa, Ronei Aparecido (org.). XI. Instituto Federal do Sul de Minas. XII. Título.

CDD – 363.7



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SUL DE MINAS GERAIS IFSULDEMINAS

COMISSÃO ORGANIZADORA

ARTURENE MARIA LINO CARMO, DRA.
CLAUDIOMIR SILVA SANTOS, DR.
FABRÍCIO DOS SANTOS RITÁ, DR.
GENERICI DIAS LOPES, ME.
GILCEAN SILVA ALVES, DR.
GUSTAVO HENRIQUE GRAVATIM COSTA, DR.
LEANDRO GUSTAVO DA SILVA, DR.
ROSÂNGELA FRANCISCA DE PAULA VITOR MARQUES, DRA.
TAIS ARTHUR CORREA, DRA.
RONEI APARECIDO BARBOSA, ME.

COMISSÃO CIENTÍFICA

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais IFSULDEMINAS

CLAUDIOMIR SILVA SANTOS, DR. (PRESIDENTE)
FABRÍCIO DOS SANTOS RITÁ, DR.
GENERICI DIAS LOPES, ME.
LEANDRO GUSTAVO DA SILVA, DR.
RONEI APARECIDO BARBOSA, ME.

Universidade Vale do Rio Verde - UninCor

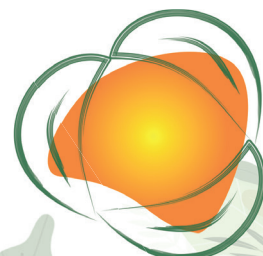
ROSÂNGELA FRANCISCA DE PAULA VITOR
MARQUES, DRA.

Universidade do Estado de Minas Gerais - Unidade Frutal

TAIS ARTHUR CORREA, DRA.
GUSTAVO HENRIQUE GRAVATIM COSTA, DR.

Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais - Campus Santos Dumont

ARTURENE MARIA LINO CARMO, DRA.



INSTITUTO FEDERAL DA PARAÍBA - IFPB

GILCEAN SILVA ALVES, DR.

COMISSÃO ORGANIZADORA I GSC EVENTOS ESPECIAIS

GISELE CORRÊA FERREIRA

DIRETORA DA **GSC** EVENTOS ESPECIAIS

CAMILA FREITAS

ADMINISTRATIVO E FINANCEIRO

HELENA LONGHI

COORDENAÇÃO DE EVENTOS

KEILA CORNETES

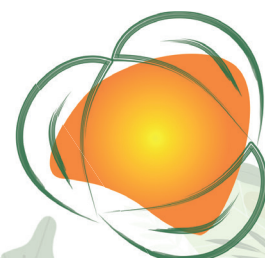
PROJETO GRÁFICO E REDE SOCIAIS

FONTE DE FINANCIAMENTO

PRÓ-REITORIA DE EXTENSÃO DO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SUL DE MINAS GERAIS
IFSULDEMINAS.

5

Os conteúdos, as imagens, a formatação de referências e as opiniões expressas nos capítulos desta obra são de responsabilidade exclusiva dos autores de cada texto!”;





PREFÁCIO

VILMAR ALVES PEREIRA¹

TRANSIÇÃO AMBIENTAL: DESAFIOS PARA TEMPOS EXTREMOS E A NECESSIDADE DA JUSTIÇA CLIMÁTICA NO ANTROPOCENO

Os tempos são chegados em que se torna inadiável realizarmos avaliações sobre o modo que ocupamos e habitamos nosso planeta. Essas avaliações chegam no contexto da Pandemia da Covid19 de forma imperativa e se impõe como condição para manutenção da existência humana e não humana na terra. Em seu bojo, reivindicam uma profunda análise da crise desde suas múltiplas facetas até as constatações de esgotamento paradigmático das relações humanidade-natureza. Assim entendo como já afirmei em obra recente (PEREIRA, 2020b) que a pandemia da Covid19 coloca o presente e o futuro sobre nosso retrovisor, fazendo com que, em condições existenciais extremas tenhamos que decidir efetivamente qual destino almejamos para o porvir que se avizinha.

Esses amplos desafios convocam todos os campos e formas de conhecimentos e saberes na busca de alternativas coletivas nessa luta por maior garantia da vida. O contexto pandêmico serviu para reforçar premissas e teses as quais já tínhamos a tempos constatado: a crise que atravessamos é uma crise sociopolítica. É uma crise do sistema do modo de produção capitalista que consiste num sistema de grande descuido e destruição da vida como afirma o pensamento ecossocialista. Nesse sentido, a experiência da travessia da pandemia reforça as constatações de que a vida dos menos favorecidos, dos mais vulneráveis é a vida que está sendo mais extinta, ceifada e mitigada

¹ Filósofo, Doutor em Educação, Educador Ambiental Popular e Professor na Universidad Internacional Iberoamerica UNINI (Porto Rico e México) e colaborador na Universidade Internacional do Cuanza UNIC (Angola). Bolsista de Produtividade de Pesquisa do CNPq em Educação – Nível 2.



cotidianamente. É o que reconhece Michelle Sato coletivamente em *Os Condenados da Pandemia* onde demonstra que não estamos todos no mesmo barco. Estamos no mesmo mar em condições de remo diferentes.

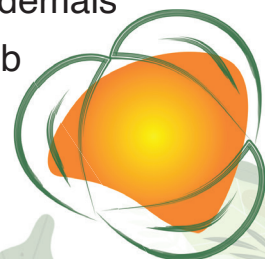
Em contextos tão extremos como esse é necessário que tenhamos espaços de reavaliação de nosso modo de viver a vida, de redefinição ontológica, de redescrição do presente e do futuro e de reaprendizagens permanentes que possam ressignificar a nossa dimensão existencial ontológica. Esta é a proposta do *Congresso Nacional do Meio Ambiente* de Poços de Caldas que na sua 18ª edição, sintonizado com as questões do nosso tempo assume o protagonismo em enfrentar os desafios gigantes de pensar e problematizar em inúmeros espaços o ambiente inteiro a partir da temática geradora dessa edição: *A justiça Climática no Antropoceno*. O alcance e resultado dessa proposição, indicam que de fato, estamos num tempo de Transição Ambiental: “Entendo a transição ambiental como movimento ontológico de estar sendo no mundo, nas suas múltiplas relações com o universo de onde necessitamos ampliar nosso olhar e a forma de ser no sentido de buscarmos compreender mais e melhor a vida. A transição é a demonstração tácita de que o ser humano não se encontra mais no mesmo referencial que por muito tempo teve como refúgio. A transição Ambiental é um chamado a buscarmos construir outra escala axiológica para nos orientar e assim, possamos colocar a vida como pano de fundo em todas as relações que estabelecemos. Transição ambiental reconhece o campo ambiental como um dos campos mais fecundos para sensibilizar, mobilizar, conscientizar, o humano para mudanças urgentes fundamentais. Essas mudanças apontam para o que buscávamos de modo mais tênue, mas que, no entanto, não tínhamos a coragem de fazer. Por isso a transição reivindica coragem, esperança crítica, e maior amor pela humanidade. Nela a pauta da vida deve orientar esse novo olhar” (PEREIRA, 2020a, p.04)

E assim arrisco-me a considerar de que da percepção, compreensão e dos posicionamentos que mantivermos sobre a Transição Ambiental dependerá o nosso futuro comum no cosmos. Desse modo, ela chega trazendo o movimento, mas também as urgências de posicionamentos que estavam adormecidos pela anestesia de nossas vivências de muitas



ações com poucos sentidos ditadas pelas necessidades do sistema capitalista. Chega também como um convite a transitarmos na direção de um futuro melhor para todos, principalmente, para os mais excluídos que agora, no contexto pandêmico, não só aumentaram, mas ficaram mais visibilizados, e não há mais como ficar assistindo esses movimentos de casa num Brasil que em plena pandemia caiu cinco posições no ranking do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) das Nações Unidas, passando da 79ª para a 84ª posição, entre 189. Um país, cujo governo assume uma postura negacionista cujas mortes aproximam-se de 600 mil. Para além disso, presenciamos no Brasil a renovação de forças opressora em diversos campos da vida que dificultam o alcance da justiça ambiental. Eu as vejo como Ontologias Opressoras. Trata-se de uma compreensão onde mergulho no pensamento freiriano e heideggeriano para descrever esse movimento de “estar sendo” onde vivenciamos as opressões e muitas vezes desconhecemos o modo de ser, de agir do opressor (a). Dessa forma, considero esse modo de ser como uma ontologia, e para além das ontologias opressoras tradicionais, busco apresentar as faces das novas ontologias opressoras, que normalmente vem travestidas de discursos que parecem conter inovação e vida, mas que na sua raiz seguem a mesma lógica necrófila denunciada por Freire. Como alternativa esse horizonte aponto para perspectivas de uma *Ontologia da Esperança* onde resumidamente, retomo o pensamento de autores de capítulos de obra com esse tema e que vão na raiz de muitas opressões e apontam para caminhos de superação. Concebo a Ontologia de Esperança na perspectiva ambiental militante, resistente e combativa como considera Gaudêncio Frigotto.

Assim a ampla programação do *Congresso Nacional do Meio Ambiente* em sua 18ª Edição assume o compromisso em estabelecer um rigoroso, sistemático e denso debate sobre a vida na sua teia de relações tendo uma das maiores expressão da crise sociopolítica e, portanto, ecológica, a Justiça Climática como necessária e como contraponto as patologias socioambientais de um sistema que adoeceu e mitigou a vida. Nesse sentido, o Antropoceno, para além de constatar que as ações humanas na relação com as demais outridades ambientais, demais naturezas, são tão contundentes sob pena de mudar uma era glacial, como reconhece Paul Crutzen, tam-



bém se trata de um pedido de alternativa ao capitaloceno esvaziado de sentido e de vida. Basta ver que a pauta atual vai muito além da vacina, mas das decisões políticas sobre sua democratização ou não ainda que o custo disso sejam muitas vidas. Uma das fortes constatações que temos é a de que o Brasil não está preparado para o enfrentamento do antropoceno (NOBRE,2016).

A presente obra em formato de E-book, consiste no resultado de reflexões, estudos, investigações, compromissos, debates acalorados no conjunto dessa ampla programação que motivou a participação de alguns autores após esse amplo movimento. A referida programação contemplou debates sobre:

Justiça Climática no Antropoceno com Prof. Dr. Carlos Nobre - IEA/USP (Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo); *Crise Hídrica e energética no Antropoceno* com Dr. Gilberto Coelho (UFLA), Dr. Patrick Thadeu Thomas (ANA) e Dra. Marília Carvalho de Melo (SEMAD – MG) e representante de FURNAS. *Educação Ambiental e Emergência Climática: aprendizagens em rede* com Prof. Irene Carniatto (UNIOESTE), Prof. Michelle Sato (UFMT), Professor Pablo Ángel Meira Cartea (Universidade de Santiago de Compostela – Espanha) e Leonardo Nascimento (Climate Policy Analyst no New Climate Institute); *Saúde Única: Humana, Ambiental e Animal frente às mudanças climáticas globais* com Dr. Joel Henrique Ellwanger (UFRGS), Dr.^a Lílian Caesar (Indiana University), Professor Dr. Diego Freitas Rodrigues (UNIT). Mediador Professor Dr. Fabricio Santos Rita (IFSULDEMINAS – Campus Muzambinho)

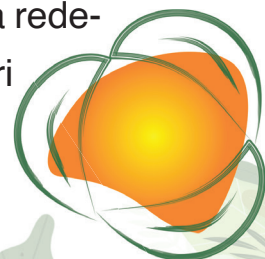
O evento também contou com Inúmeros *Minicursos e apresentações de trabalhos* em salas simultâneas. Debate sobre *Emergência Climática e vulnerabilidade no fornecimento de alimentos* com Dr. Lucas Eduardo de Oliveira Aparecido (FSULDEMINAS - Campus Muzambinho), Dr. Sergio Margulus (Instituto Clima e Sociedade), Prof. Dr. Gabriel Brito Costa (UFOPA). Mediador Prof. Dr. José Reinaldo da Silva Cabral de Moraes (UNESP Jaboticabal). Um denso debate sobre a *Nova Economia - como preservar o ecossistema enquanto fazemos negócios* Oferecimento Danone com Taisa Costa (Gerente de Sustentabilidade da Danone), Francine Lemos (Diretora executiva do Sistema B), Luisa Santiago (líder América Latina da Fundação Ellen MacArthur), Luis Collaço (Global Corporate Sustainability Spe-



cialist no Grupo Boticário). Uma importante mesa sobre *Educación Ambiental Popular, Movimientos Sociales Populares frente al Desarrollo Sustentable* com Prof. Dr. Andrés Kogan Valderrama (Observatorio Plurinacional da Água), Prof. Dr. Emiliano Teran (Universidad Autónoma de Barcelona), Prof. Dr. Javier Reyes Ruiz (Universidade de Guadalajara México) e mediador Prof. Dr. Vilmar Alves Pereira (UNINI-Universidad Internacional Iberoamericana); também tivemos a *Conferência Master: Pesquisa e Política Científica no atual cenário negacionista* Com Ricardo Galvão – USP, membro da Academia de Ciências do Estado de São Paulo e da Academia Brasileira de Ciências. É especialista em física de plasmas e fusão nuclear controlada.

Importantes mesas sobre *Mudanças Climáticas e Agricultura* Com Prof. Marcos Silveira Buckeridge (USP), Prof. John Elton de Brito Leite Cunha (UFCG), Prof. Eduardo Delgado Assad (Embrapa). Mediador Prof. Paulo Sérgio Lúcio (UFRN); *Mesa Bioenergia Guerra de Narrativas e Fake News em Meio Ambiente* Com Ana Carolina Amaral (Grupo Folha), Erivam Moraes de Oliveira (Presidente ABEJ); Eloisa Beling Loose (UFRGS). Mediadora jornalista Tatiana de Carvalho Duarte (IFSULDEMINAS – Campus Muzambinho). E como *Conferência de Encerramento: Ecologia Cosmocena: uma alternativa no horizonte do antropoceno* com Prof. Dr. Vilmar Alves dos Santos (UNINI-Universidad Internacional Iberoamericana), onde se apontou para desafios futuros pelo horizonte cosmoceno.

Em minha avaliação esse evento demonstra o quanto estamos vivenciando esses movimentos de travessias que indicam a transição, e que desafiam nesses tempos considerar os seguintes aspectos no terreno socioambiental: a crise socioecológica, a necessidade de redefinição ontológica, a demarcação de um novo tempo, as exigências de novas aprendizagens, o abandono, enfrentamento e a rejeição de perspectivas necrófilas e a radicalidade da defesa da vida, a necessidade de uma Educação Ambiental com os excluídos (as), a adoção do Ecosocialismo e outras economias populares, os modos de enfrentamentos e lutas pelo horizonte da ontologia da Esperança, a adoção de Pedagogias e Éticas do cuidado, a abertura a incerteza, a redefinição do papel da ciência, a dimensão Ambiental como um a priori a ser reconhecido nos diferentes processos formativos, o despertar



urgente para o valor das relações afetivas, a descolonização epistemológica, a necessidade da Justiça e Climática no Antropoceno, o reconhecimento dos entre lugares da pandemia e a humildade ontológica para saber recomeçar.

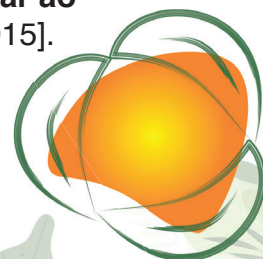
Finalmente um agradecimento especial pelo honroso convite para realizar esse prefácio existencial ontológico que cria movimentos, mobilizações coletivas a partir de possibilidades e projetos que apontam para modos de conceber o ambiente inteiro e de se sentir pertencente a ele. É também um espaço de reforçamos a defesa de uma educação ambiental dos excluídos na direção de uma ontologia da esperança que reconheça a educação Ambiental Popular em sua dimensão política, em sua metodologia (coletiva) e em seu horizonte humanizador e libertador como aprendemos com Paulo Freire a quem homenageamos em seu centenário. Por isso, essa compreensão socioambiental é “grávida de sentidos” e reconhece outros modos de existir e de ser para além da lógica receituária que se apresenta como “o novo canto da sereia” pelas estratégias das economias neoliberais que se aproveitam do caos pandêmico para se colocar como as novas alternativas para o mundo pós-Covid19.

Me despeço com o desejo de uma excelente e profícua leitura a todas e todos, com a reafirmação da Transição Ambiental ora em curso e com o desejo que essa leitura possa contribuir para perspectivas ambientais que apontem efetivamente com maiores compromissos políticos em favor da vida. Isso passa por assumirmos um papel político decisivo sobre o presente e o futuro que se avizinha. Que possamos ampliar a compreensão de que a dimensão ambiental desde já integra nosso mundo da vida.

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.

REFERÊNCIAS

NOBRE, C. Carlos Nobre: “**O Brasil não está preparado para se adaptar ao antropoceno**”, em entrevista exclusiva para a revista Época. [18 dez. 2015]. Entrevistador: Bruno Calixto. Disponível em: Acesso em: 26 abr. 2016.



PEREIRA, V. A. **Transição Ambiental**. International Journal of Environmental Resilience Research and Science., v. 2, p. 1-19, 2020a. <http://saber.unioeste.br/index.php/ijerrs/article/view/26662/16797>

Pereira, V. A., Eichenberger, J. C., & Claro, L. C. (2015). **A crise nos fundamentos da Educação Ambiental: motivações para um pensamento pós-metafísico**. REMEA - Revista Eletrônica Do Mestrado Em Educação Ambiental, 32(2), 177–205.

PEREIRA, V. A. **Ecologia Cosmocena: a redefinição do espaço humano no cosmos**. 1. ed. Juiz de Fora: Garcia Edizioni, 2016.

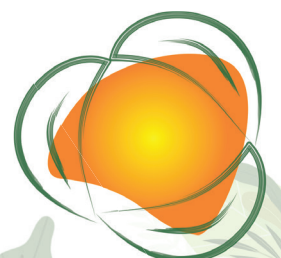
PEREIRA, V. A. **O que será o amanhã?** Educação ambiental na América Latina e Caribe, justiça Ambiental e COVID-19. Juiz de Fora, MG: Garcia, 2020 (b)

Pereira, V. A. **Como está sendo o agora:** aprendizagens na travessia da pandemia da COVID-19 [livro eletrônico] / Vilmar Alves Pereira. Campina Grande: Editora Amplla, 2020 (b).

PEREIRA, V. A.; MALTA, M. C. (Org.). **Ontologia da Esperança: a Educação Ambiental em tempos de crise**. 1. ed. Juiz de Fora: Editora Garcia, 2020. (c).

PEREIRA, V. A.; FREIRE, S. G; SILVA, M. P. da. **Ontoepistemologia ambiental: vestígios e deslocamentos no campo dos fundamentos da educação ambiental**. Pro-Posições, Campinas v. 30, e 20180011, 2019. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-73072019000100532&lng=en&nr m=iso>. <https://doi.org/10.1590/1980-6248-2018-0011>.

Sato, M. (2020), **Os Condenados da Pandemia**, disponível em <https://editorasustentavel.com.br/os-condenados-da-pandemia/>, acessado em 26/04/2021



SUMÁRIO

A CRISE AMBIENTAL É UMA CRISE EPISTEMOLÓGICA!

16

MARCELO HENRIQUE FERNANDES FARIA ROCHA,
EMERSON DE OLIVEIRA MUNIZ, KARINA DE JESUS SOARES,
ROSÂNGELA FRANCISCA DE PAULA VITOR MARQUES,
ALISSON SOUZA DE OLIVEIRA E RONEI APARECIDO BARBOSA

AVALIAÇÃO DA RESTAURAÇÃO FLORESTAL DE UMA MATA CILIAR DEGRADA NO PERÍMETRO URBANO DE DIVINÓPOLIS – MINAS GERAIS

32

CHIRRANE DA SILVA FREITAS, FABRIZIO FURTADO DE SOUSA,
CATARINA TEIXEIRA ALYSSON E RODRIGO FONSECA E SILVA

ANÁLISE TEMPORAL DO USO E COBERTURA DA TERRA NO ENTORNO DE UM FRAGMENTO FLORESTAL NO BIOMA MATA ATLÂNTICA

47

HETIANY FERREIRA DA COSTA, BRUNA HENRIQUE SACRAMENTO,
AMAZONINO LEMOS DE CASTRO, CAMILLE VASCONCELOS SILVA,
LETÍCIA TONDATO ARANTES E ROBERTO WAGNER LOURENÇO

COVID-19 E AGROECOLOGIA: ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA ESQUEMATIZADA

57

THIAGO COSTA FERREIRA, GILCEAN SILVA ALVES,
CLAUDIOMIR SILVA SANTOS E FABRÍCIO SANTOS RITA

CONTRIBUIÇÃO DO BANCO DE FORMAS DORMENTES PARA A COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA ATIVA DE DOIS CORPOS D'ÁGUA NA SERRA DA MANTIQUEIRA

69

HUGO DE MELLO BATISTA, KARIN DE PAULA REIS
E MARIA JOSÉ DOS SANTOS-WISNIEWSKI

ASPECTOS DA ARBORIZAÇÃO URBANA DE PRAÇAS PÚBLICAS DO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA – PB

75

ANA MARIA FERREIRA COSME, ISABELLE MONTEIRO DE S. CÉSAR,
GILCEAN SILVA ALVES, HERMES MACHADO FILHO
E RÔMULO HENRIQUE T. DO EGITO

PROJEÇÃO DE SISTEMA HÍBRIDO PARA UMA CIDADE PERUANA – REGIÃO DE LA LIBERTAD

88

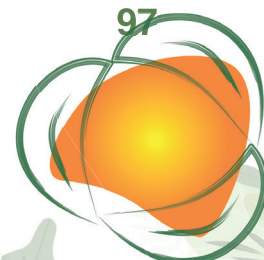
TALITA VELOSO ALVES, KATIA YESICA TINEO CANALES
E SABRINA XAVIER DE CARVALHO

PROSPECÇÃO QUÍMICA DAS FOLHAS E CASCA DO CAULE DA AZADIRACHTA INDICA PRESENTE NO TRIÂNGULO MINEIRO

97

ANA LUÍZA FRANCO, LAIANE PEREIRA ROCHA, TAÍS ARTHUR CORRÊA,
E ELISÂNGELA APARECIDA DA SILVA

13



APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS NA PRODUÇÃO DE XILANASE POR *MYCELIOPHTHORA HETEROTHALLICA* 103

EDUARDO DA SILVA MARTINS E MARIA EDUARDA DA MATA MARTINS

A CORRELAÇÃO ENTRE AS INTERFERÊNCIAS NA VAZÃO DO RIO SÃO FRANCISCO E O AVANÇO DA SALINIDADE NO SEU ESTUÁRIO 114

ANA LÚCIA EUFRÁZIO ROMÃO, RICARDO ARAÚJO FERREIRA JÚNIOR E ARISTIDES PAVANI FILHO

INFLUÊNCIA DE REPRESAMENTO NA QUALIDADE DE ÁGUA DO CÓRREGODA ALDEIA, MUNICÍPIO DE FERNANDÓPOLIS/SP 126

LUIZ SERGIO VANZELA, ELISE BARONI RAMOS, BEATRIZ PALMA, ARIELI MARTINEZ GEROMINI E CLEBER FERNANDO MENEGASSO MANSANO

USO DE *EICHHORNIA CRASSIPES* NA REMOÇÃO DE COLIFORMES TOTAIS EM UM VIVEIRO RECEPTOR DE RESÍDUOS DE UMA FAZENDA DE AQUICULTURA 138

MAYARA GALATTI TEDESQUE E LÚCIA HELENA SIPAÚBA-TAVARES

PROPOSIÇÃO DE AÇÕES SUSTENTÁVEIS E ESTRATÉGICAS PARA CONTROLE DA PROLIFERAÇÃO DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS NO RESERVATÓRIO DA PCH CARIOCA, MINAS GERAIS, BRASIL. 146

IZABELA TEREZA RODRIGUES FERREIRA, ANA CAROLINA MIRANDA LOPES DE ALMEIDA, DANIEL LAGE CASALECHI, FERNANDO NUNES DE OLIVEIRA, ROSÂNGELA FRANCISCA DE PAULA VITOR MARQUES E RICARDO MOTTA PINTO COELHO

PROTEÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO: UM LEVANTAMENTO EM PLANOS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS 159

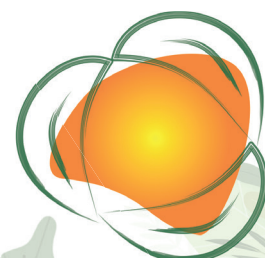
RAFAEL DE OLIVEIRA ROCHA, VICENTE LEAL FERNANDEZ, LEYDE CUELA, ALANZA MARA ZANINI E MARCELO BORGES ROCHA

INFLUÊNCIA DE LODO DE ESGOTO COMPOSTADO E ÁGUA RESIDUÁRIA NA CONCENTRAÇÃO DE FÓSFORO NO SOLO: APÓS 2ª, 3ª E 4ª APLICAÇÕES 172

ANA CAROLINA BARBOSA KUMMER, SUSIANE DE MOURA CARDOSO DOS SANTOS, FERNANDO FERRARI PUTTI, CACEA FURLAN MAGGI E HELIO GRASSI FILHO

TRATAMENTO DE EFLUENTES CONTAMINADOS COM AZUL DE METILENO UTILIZANDO BIORREAGENTES PRODUZIDOS COM LEUCENA, MORINGA E BANANA CATURRA 183

ADRIANA DE ALMEIDA P. BRACARENSE, DANIELY ELYSIANE NUNES VELOSO, SARAH GUIMARÃES COSTA, SURYA DE MOURA RHOSSARD



AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE UM SISTEMA DE LAVADORES DE GASES NO TRATAMENTO DE PARTICULADOS E GASES EMITIDOS POR UMA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

196

JÉSSICA TALITA ZAGONEL E EDUARDO ALVES DOS SANTOS

REMOÇÃO DE SULFATO PRESENTE EM DRENAGEM ÁCIDA DE MINA: EFEITO DA FONTE DE CARBONO, CONCENTRAÇÃO DE SULFATO, FERRO E RAZÃO DQO/SO₄- NO DESEMPENHO DE BIORREATORES EM BATELADA

208

GABRIEL DE FREITAS COSTA, JULIANA KAWANISHI BRAGA
E GISELLE PATRICIA SANCINETTI

A INFLUÊNCIA DAS MINHOCAS NA DECOMPOSIÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA

220

RHAIRA FERNANDA AYOUB CASALVARA, HANIEL FERNANDO AYOUB CASALVARA
E RÚBIA CARVALHO GOMES CORRÊA

TENDÊNCIAS DE ÍNDICES CLIMÁTICOS PARA CIDADE DE IBIRITÉ – MINAS GERAIS

234

FLÁVIO SOARES NUNES, LUCAS DE ALBUQUERQUE MARTINS,
RAYSSA GARCIA DE SOUSA, SIMONE ANDRADE BASTOS,
ALISSON SOUZA DE OLIVEIRA, ROSÂNGELA FRANCISCA DE PAULA VITOR MARQUES

TENDÊNCIA DOS EVENTOS EXTREMOS NA QUALIDADE DE ÁGUA NOS AÇUDES DO ESTADO DO CEARÁ

245

MARIANE CARDOSO ELIAS, GABRIEL FRANCO PEDRO FLOMBAUM,
ELIAS TREVISAN, RODRIGO E FELIPE BEDIM GODOY

ESTIMATIVA DA EROSIVIDADE DA CHUVA NA BACIA DO RIO IPANEMA - SP ENTRE 2016 A 2019

259

TATIANA ACÁCIO DA SILVA, MIQUEIAS LIMA DUARTE,
CECÍLIA MARIA DE PAULA COELHO, CLEBER COELHO MACHADO
E MANUEL ENRIQUE GAMERO GUANDIQUE

PRODUÇÃO CIENTÍFICA NO CONTEXTO DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, ESCOLA, ENSINO E SUSTENTABILIDADE

265

MARINA COMERLATO DA ROSA E LIA MARIS ORTH RITTER ANTIQUEIRA

PRÁTICAS INTERDISCIPLINARES PARA A SENSIBILIZAÇÃO AMBIENTAL NO COLÉGIO DOM ORIONE EM QUATRO BARRAS(PR).

276

VENINA PRATES LIA MARIS ORTH RITTER ANTIQUEIRA

SUSTENTABILIDADE COMO PRINCÍPIO NA GESTÃO PÚBLICA DO IFSULDEMINAS

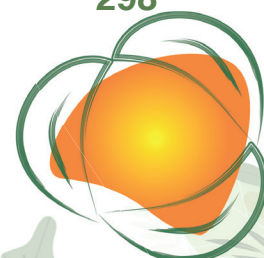
287

DR. MARCELO BREGAGNOLI PROFESSOR ENSINO BÁSICO, TÉCNICO E TECNOLÓGICO E REITOR IFSULDEMINAS

EDUCAÇÃO AMBIENTAL COM ALUNOS DO ENSINO BÁSICO POR MEIO DE UMA FEIRA DE CIÊNCIAS

298

TÁIS ARTHUR CORRÊA, GUSTAVO HENRIQUE GRAVATIM COSTA
E FÁBIO RODRIGUES SILVA



PEGADA ECOLÓGICA: UMA ANÁLISE DO IMPACTO DE CONSUMO DE ACADÊMICOS DE UMA UNIVERSIDADE BRASILEIRA

312

ALINE COSTA GONZALEZ, IRENE CARNIATTO,
MARIELL LIMA COSTA E JULIANA BENTO

DESAFIOS E POSSIBILIDADES DA IMPLEMENTAÇÃO DE JARDINS SENSORIAIS EM ESCOLAS DE ENSINO FUNDAMENTAL - ANOS INICIAIS

325

BEATRIZ SCHEMAIDE VITÓRIA E CAROLINA BUSO DORNFELD

OFICINAS DE SUSTENTABILIDADE COM IDOSOS: RELAÇÕES INTERPESSOAIS EM TEMPOS DE PANDEMIA

338

ISRAEL SILVANO JUNIOR, MARIA CLARA DOS SANTOS LOPES,
BIANCA DA SILVA CARVALHO, ISABELA LAÍS DE LIMA
PEDRO HENRIQUE LEONARDI BATYRAS E TATIANE CRISTINA DAL BOSCO

PERCEPÇÕES ETNOBOTÂNICAS E AMBIENTAIS NAS PRÁTICAS RELIGIOSAS AFRO-BRASILEIRAS (CANDOMBLÉ)

350

ROBSON DO NASCIMENTO SILVA, GILCEAN SILVA ALVES,
RÔMULO HENRIQUE T. DO EGITO, CLAUDIOMIR SILVA SANTOS
E FABRICIO SANTOS RITA

APLICAÇÃO DA NORMA ISO 14001 PARA A REDE VAREJISTA

364

MATHEUS LINS MACEDO SILVA E MARIA RITA RAIMUNDO E ALMEIDA

OS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS NO TRATAMENTO DA POPULAÇÃO COM CÂNCER DURANTE A PANDEMIA DE COVID-19

377

GUILHERME SALES DA ROCHA, SUZANE DE SANT'ANA OLIVEIRA
E JUSSARA LOPES DE MIRANDA

OTIMIZAÇÃO DO RENDIMENTO COLORÍSTICO NO TINGIMENTO DE ALGODÃO COM CORANTE REATIVO APLICANDO-SE A METODOLOGIA DE SUPERFÍCIES DE RESPOSTA

385

CAMILA GOMES MELO, JORGE MARCOS ROSA, SUELI IVONE BORRELY
E MARIA DA CONCEIÇÃO COSTA PEREIRA

APLICAÇÃO DE CORANTES NATURAIS ERVA-MATE (*ILEX PARAGUARIENSES*) E JENIPAPO (*GENIPA AMERICANA*) NO TINGIMENTO DE ALGODÃO E VISCOSE

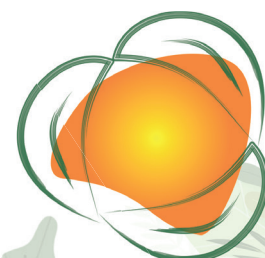
399

DORALICE DE SOUZA LURO BALAN

INDUÇÃO ARTIFICIAL DE LACTAÇÃO EM BOVINOS: RESÍDUOS HORMONAIS E SUSTENTABILIDADE

412

MARIANA LUÍSA CHIEZI DE OLIVEIRA, FABIO LUIZ BIM,
JOSÉ EDUARDO GONÇALVES, ISABELE PICADA EMANUELLI,
ADRIANA CRISTINA ANIZELLI E ELOÍSA DOS SANTOS SIVIERO





A CRISE AMBIENTAL É UMA CRISE EPISTEMOLÓGICA!

MARCELO HENRIQUE FERNANDES FARIA ROCHA¹

EMERSON DE OLIVEIRA MUNIZ²

KARINA DE JESUS SOARES³

ROSÂNGELA FRANCISCA DE PAULA VITOR MARQUES⁴

ALISSON SOUZA DE OLIVEIRA⁵

RONEI APARECIDO BARBOSA⁶

RESUMO

O projeto platônico de dissolução da realidade, o cartesianismo descartiano e a categorização positiva da ciência sistematizada por August Comte instauraram sobre o conhecimento estruturas dicotômicas e isolacionistas que dissolveram a complexidade do mundo e subverteram a ordem ontológica das coisas. Assim, a ciência assentou-se sobre uma “crise” que tem no rigor de suas divisões os limites para a análise de determinados objetos ou fatos que, inexoravelmente, são mutilados, reduzidos e afastados de seus contextos gerais para somente assim submeterem-se aos escrutínios de uma determinada disciplina acadêmica. Tais fatos culminam em uma abordagem compartimentada do ambiente e revelam que a crise ambiental também é uma crise epistemológica. Por estes motivos, torna-se particularmente importante analisar alternativas metodológicas para as ciências ambientais considerando a urgente necessidade de produzir conhecimentos capazes de sustentar o debate da temática ambiental contemporânea. Orientando-se pelo método bibliográfico com enfoque dado à filosofia e epistemologia, este estudo caracterizou o núcleo paradigmático das principais matrizes epistemológicas que orientam

17

1 Gestor ambiental, Mestrando em Sustentabilidade em Recursos Hídricos na UNINCOR, mhffr@yahoo.com.

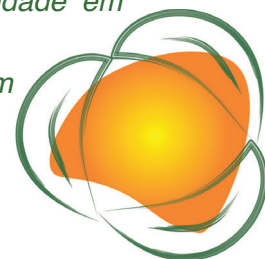
2 Prof. Me. Emerson de Oliveira Muniz – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais - Campus Juiz de Fora, Departamento de Educação e Ciências – emerson.muniz@ifsudestemg.edu.br.

3 Doutora em Produção Vegetal pela Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, kjssoares.agro@gmail.com.

4 Profa. Dra. Universidade Vale do Rio Verde - UninCor –Mestrado Sustentabilidade em recursos hídricos, roeflorestal@hotmail.com.

5 Prof. Dr. Universidade Vale do Rio Verde - UninCor –Mestrado Sustentabilidade em recursos hídricos, alisonso@hotmail.com.

6 Prof. Me Instituto Federal Sul de Minas, IF Sul de Minas, roneibarbosa50@gmail.com.



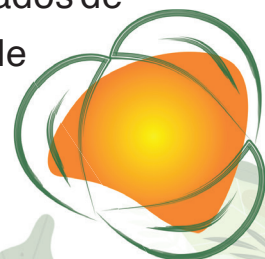
a construção do conhecimento desde o fim da idade média e projetou um cenário metodológico baseado na reflexão fenomenológica como possível saída para as ciências ambientais. Resultou desta empreitada uma proposta de superação da crise regimentada pelas premissas da complexidade ambiental que aponta para uma ruptura entre as ciências ambientais e as distopias inerentes aos paradigmas cartesianos e positivistas que abre caminho para a reconstrução ontológica do mundo a partir de novas discussões sobre a natureza do ser, do saber e do conhecer.

Palavras-chave: Temática ambiental contemporânea; Epistemologia; Racionalidade Ambiental; Complexidade ambiental; Interdisciplinaridade.

INTRODUÇÃO

A crise ambiental é um dos grandes marcos da história contemporânea. Para muitos, é a “*crise do nosso tempo*” (LEFF, 2010, pag. 15). Ao modelo capitalista, no qual os recursos naturais estão em total subserviência à racionalidade econômica (LEFF, 2004, pag. 135) imputam-se as consequências de um possível colapso ambiental. Frente à descoberta da “*insustentabilidade econômica*” (LEFF, 2004, pag. 184), insurgiram determinados limites ligados à manutenção da vida: “*limites do crescimento econômico e populacional; limites dos desequilíbrios ecológicos e das capacidades de sustentação da vida; limite da pobreza e da desigualdade social*” (LEFF, 2010, pag. 15). O respeito a esta cadeia de limites, alternativa “*más viable como estrategia de sustentabilidad, que los dictados del mercado*” (LEFF, 2004, pag. 192), exige a transformação da consciência humana sobre o valor da natureza e impulsiona a humanidade ao encontro da racionalidade ambiental.

Para encontrar a racionalidade ambiental, é condição *sine qua non* problematizar o paradigma da simplificação que tem como princípios a disjunção, a redução e a abstração. Como racionalidade dominante, o paradigma da simplificação tem distorcido a concepção do real para forjar o mundo das certezas onde tudo, mediante os formalismos acadêmicos e científicos, é rigorosamente explicado e justificado excetuando-se os enunciados, inferências e saberes radicados no senso comum notadamente despojados de roupagens linguísticas adequadas (LEFF, 2006, pag 10). O grande questionamento neste imbróglio é: Como pode haver conhecimento



certo e seguro em uma ciência orientada ora por estruturas puramente empíricas, ora por estruturas axiomáticas – não conectadas com a diversidade inerente ao saber e à cultura humana – que tem no rigor de suas divisões os limites para a análise de determinados objetos? (MORIN, 2005, pag. 189). Tal impossibilidade faz eclodir o segundo plano deste caminho tortuoso rumo à racionalidade ambiental: A constatação de uma crise epistemológica instaurada sobre as ciências ambientais que precisa ser superada. Trata-se do matiz mais puro da crise ambiental que escancara a urgente necessidade de reforma do pensamento, da razão e da racionalidade (LEFF, 2006, pag 199).

A abordagem compartimentada do ambiente é a pior consequência da crise epistemológica das ciências ambientais. Ela desconstruiu o ambiente como um sistema complexo ao desarticular elementos interatuantes e interdependentes que nele coexistem. (CAPRA, 1982, pag. 30). Consequentemente, é óbvia e ressonante a última pergunta deste imbróglio: O que fazer para vencer a crise epistemológica das ciências ambientais e encontrar a racionalidade ambiental? Vencer a crise requer que as “*murallas defensivas del conocimiento moderno*” (LEFF, 2006, pag. 6) erguidas pelo reducionismo cartesiano sejam derrubadas para a construção de uma epistemologia que aprecie a diversidade ontológica do real e que priorize a internalização de todos os saberes ambientais. Neste contexto, os preceitos da complexidade ambiental - que pode ser definida como “*uma nova compreensão do mundo, incorporando o limite do conhecimento e a incompletude do ser*” (LEFF, 2010, pag. 22) – surgem como recurso capaz de subsidiar tal enfrentamento e de proporcionar o encontro do homem com a racionalidade ambiental.

Desta forma, o presente trabalho discute a questão ambiental no plano filosófico a partir de uma breve releitura da epistemologia. Afinal, para Morin (2003), a reforma das instituições humanas – interventoras sobre o ambiente – deve ser precedida pela reforma da racionalidade humana. Neste sentido, dialogar-se-á com autores contemporâneos, como Edgar Morin e Enrique Leff, que discutem a questão da necessidade e a possibilidade de uma nova epistemologia ancorada na complexidade e complexidade ambiental.



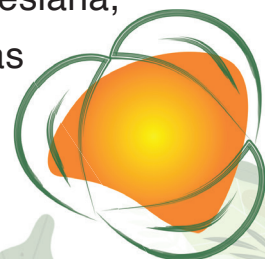
DEFINIÇÕES E CARACTERIZAÇÃO DAS PRINCIPAIS LINHAS EPISTEMOLÓGICAS E SUA INFLUÊNCIA NA ESTRUTURA DA CIÊNCIA.

Definições

Não existe uma única definição ou significado para epistemologia (Dutra, 2003). Castañon (2007) propõe uma conceitualização a partir da análise etimológica de suas partes significantes. A palavra grega *episteme* corresponde a conhecimento estabelecido e/ou comprovado. A palavra *logos* refere-se ao discurso e/ou teoria racional. Logo, epistemologia é a “*teoria racional do conhecimento seguro*” (Castañon, 2007, pag. 13), teoria da ciência (Laudan, 2000) ou teoria do conhecimento (Dutra, 2010). Para evitar vaguidade e confusão conceitual, deve-se compreender o termo epistemologia como o “*estudo geral dos métodos, história, critérios, funcionamento e organização do conhecimento sistemático, seja ele especulativo (teologia e filosofia) ou científico*” (Castañon, 2007, pag. 13).

Caracterização das principais matrizes epistemológicas

A matriz cartesiana fundada pelo filósofo francês René Descartes (1596-1650) baseia-se na inferência de um mundo reduzido à dedução matemática ancorado no ceticismo hiperbólico e na redução do objeto de estudo como constituintes salutares. Este ceticismo, princípio primeiro do “Discurso do Método” (1637), se justifica na medida em que os sentidos humanos são suscetíveis a equívocos e debilidades. Por isto, a busca pelo conhecimento deve independe do viés da experiência uma vez que a mente humana é dotada de faculdades que a permitem reproduzir o mundo (DESCARTES, 1983). Já a redução, assim dizendo, a divisão do objeto em quantas partes forem possíveis, princípio segundo, enceta a aplicação de abordagens pormenorizadas sobre a questão de estudo, o que viabiliza a elaboração de análises especializadas e simplificadas (DESCARTES, 1973). Com efeito, os processos industriais, esmerados na ciência fragmentista cartesiana, desmontam o ambiente natural como peças de um quebra-cabeças (CAPRA, 1982). Os produtos originados a partir destes processos,



no entanto, não remontam a natureza decomposta. Ora, os sistemas de precificação, por exemplo, observam exclusivamente os critérios da linguagem econômica – financeira e desconsideram a multiplicidade de relações existentes entre os bens de consumo e o mundo que serve de matéria prima (CAPRA, 1982). Em outras palavras, “dez dólares de carvão são iguais a dez dólares de pão, de transporte, sapatos ou educação” (CAPRA, 1982, pag. 204). Nesta crua coisificação da própria vida, o principal resíduo é o subjetivismo humano, o qual foi lançado na vala do ostracismo a partir da revolução científica desencadeada pelo cartesianismo (HUSSERL, 1990).

Sucessivamente, o filósofo inglês David Hume (1711 - 1776), nas suas “Investigações sobre o entendimento humano” (1748) demonstrou de forma cabalística que a razão cartesiana, ao excluir a experiência da constituição do conhecimento, dá um salto no abismo da metafísica. Este foi o fulcro para o positivismo fundado pelo filósofo francês August Comte (1798-1857), para quem o cartesianismo não oferta “*outro mérito essencial além da exatidão parcial*” (COMTE, 1978, pag. 49) e pelo que a ciência deveria ter um caráter eminentemente experimental, dedicando-se à “apreciação sistemática daquilo que é, renunciando a descobrir sua primeira origem e seu destino final” (COMTE, 1978, pag. 48). Esta visão relativista, entretanto, além de insistir na ruptura entre sujeito e objeto, reforçou o divisionismo cartesiano em seu programa de pesquisa, integralmente incorporado pelas ainda embrionárias ciências naturais.

Eis, em linhas bastante gerais, o percurso de uma cruzada epistemológica na qual duas matrizes se proclamam detentoras do direito de produzir conhecimento: De um lado, reduzido ao universo dedutivo – matemático e reducionista, está o cartesianismo. Do outro, reduzido ao rigor indutivo – observacional, está o positivismo. Entretanto, ambas matrizes epistemológicas negligenciaram o subjetivismo humano na construção do conhecimento, o que fez da ciência tradicional um campo fértil para o ceticismo perigosamente distante da compreensão da realidade (MORIN, 2005). Neste cenário, o filósofo alemão Edmund Husserl (1859-1938) empreendia uma luta contra o psicologismo, que pretendia unificar as instâncias ser-objeto, e fundava a fenomenologia, cuja etimologia é simplesmente



“estudo dos fenômenos” (PALMER, 1999). A fenomenologia, pretendendo ser a doutrina universal das essências ou a ciência da essência do conhecimento, explora uma atitude filosófica crítica denominada redução fenomenológica que condiciona o conhecimento às possibilidades cognitivas do conhecimento (HUSSERL, 1990). Para ser mais claro, mediante a necessidade de o homem compreender as coisas com as quais convive, o ser dos entes, ou ainda, a maneira de ser destes entes, Husserl resgata as relações indissociáveis de sujeito e objeto, constituindo uma formidável contraposição ao positivismo e ao cartesianismo que, em todo tempo, se esforçaram para manter tais instâncias afastadas.

A MATRIZ FENOMENOLÓGICA, A COMPLEXIDADE E A COMPLEXIDADE AMBIENTAL

Matriz fenomenológica

Husserl, nas suas “Investigações Lógicas” (1901) chamou a ciência – “*que não se conhece e não dispõe da capacidade auto-reflexiva*” (MORIN, 2005, pag. 104) – à ampliação de seu entendimento sobre a realidade através da dissolução do ser na consciência: a chamada redução fenomenológica – atitude filosófica crítica caracterizada pela apreensão das coisas no status “*imanente incluso*” (HUSSERL, 1990, pag. 23), o que “*abriu uma via para reconstruir las diversas formas del ser en su relación con la naturaleza*” (LEFF, 2006, pag. 10). A dissolução do ser na consciência consiste, em outros termos, na busca das relações que estabelecem o modo como um objeto cognoscível é apreendido pelo sujeito cognoscente; como a manifestação da coisa é percebida. No entroncamento entre as várias relações possíveis está a identidade, a origem, a essência, o ser buscado pela redução fenomenológica.

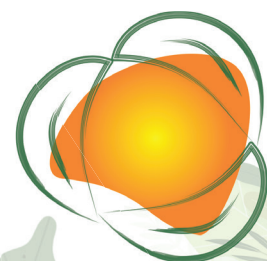
A filosofia, porém, é por essência uma ciência dos inícios verdadeiros, das origens, dos rizómata pánton. A ciência do radical tem que proceder também radicalmente, e sob todos os respeitos. Sobretudo ela não deve descansar antes de ter chegado aos seus inícios, isto é, aos seus problemas



absolutamente claros, aos métodos delineados no próprio sentido desses problemas, e ao campo ínfimo da elaboração das coisas de apresentação absolutamente clara (HUSSERL, 1965, p. 72).

Disto, depreende-se com insofismável clareza a intenção de Husserl: estabelecer uma ciência que chegue à essência de cada problema sem o que não é possível atuar sobre reais causas do mesmo. Reside, neste particular, a principal distinção entre a redução cartesiana e a redução fenomenológica: O valor das relações entre o cognoscível e o cognoscente. Para Descartes, as relações entre sujeito e objeto são puramente cognitivas enquanto, para Husserl, estas relações definem os múltiplos modos como sujeito e objeto se afetam mutuamente. Para ser mais claro, a questão aqui é: Que problematização científica pode ser verdadeiramente rigorosa ao anular as relações de causa e efeito entre objeto cognoscível e sujeito cognoscente?

Veja-se o “exemplo de um som” (A Ideia da Fenomenologia, 1907): “Um som dura” é uma premissa dada em relação ao som na sua dimensão temporal. Tem-se o objeto “som” e seu fenômeno perceptivo associado, qual seja, a “duração”. A duração do som é, portanto, uma das manifestações do som sem as quais é impossível perceber o próprio som porquanto *“as coisas não estão nelas como num envólucro ou num recipiente”* (HUSSERL, 1990, pag. 32). Assim como não é possível isolar a manifestação do som do estudo do som, não é possível estudar a manifestação do som sem compreender as percepções humanas em relação ao som. E, por sua vez, as percepções humanas sobre o som derivam das relações humanas com o som, sendo as últimas estabelecidas através das experiências (HUSSERL, 1990). Nesta perspectiva, a atitude fenomenológica culmina em *“uma conexão de disciplinas científicas”* (HUSSERL, 1990, pag. 46) já que um único campo do saber não é capaz de conferir análises verdadeiramente completas ao estudo de objetos complexos. Desta feita, segundo Morin (2003), a partir de Husserl a ciência finalmente começou a ser complexificada.

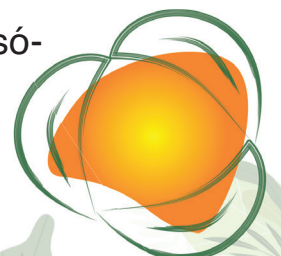


Uma distinção entre a complexidade e complexidade ambiental

Mesmo sabendo que a complexidade e a complexidade ambiental reconhecem a realidade como um sistema complexo que extrapola a capacidade de compreensão da ciência tradicional (LEFF, 2005, pag. 147; MORIN, 2003, pag. 90) é pertinente identificar aspectos que possam diferenciá-las. A complexidade de Edgard Morin está mais associada à transdisciplinaridade e metadisciplinaridade (SANTOS & SOMMERMAN, 2009, pag. 15) enquanto a complexidade ambiental de Enrique Leff está mais associada à interdisciplinaridade (SATO & CARVALHO, 2005, pag. 12).

Morin inicia sua articulação problematizando o paradigma da simplificação demonstrando que “objetos não podem ser isolados na medida em que sua própria existência depende de interações com outros objetos e com seu meio” (MORIN, 2005, pag. 112). Para irromper com as muralhas que provocam este isolamento, Morin propõe o desenvolvimento de uma ciência aberta para a ciência – a ciência transdisciplinar – bem como o desenvolvimento de uma ciência para além das disciplinas – a ciência metadisciplinar (MORIN, 2003, pag. 114). Assim, as ciências deixariam de ser entidades herméticas, sem perder, no entanto, suas particularidades. Pelo que acima discorreu-se, o pensamento de Morin culmina em uma ultra complexificação da realidade (MORIN, 2003, pag. 114) e por isto ele foi julgado como “alguém que se deixa invadir pela desordem e que finalmente dissolve qualquer objetividade no seio da subjetividade” (MORIN, 2003, pag. 141).

Por sua vez, Leff rejeita as distopias do reducionismo. Entretanto, ele inicia a articulação da complexidade ambiental apresentando a crise ambiental como uma consequência direta do paradigma da simplificação. E mesmo ratificando que a complexidade ambiental não pretende colocar ordem no mundo, a epistemologia ambiental de Leff se distingue pelo extraordinário ordenamento metodológico em seu processo de complexificação do ambiente (SATO & CARVALHO, 2005, pag. 13). O percurso das obras Saber Ambiental, Racionalidade Ambiental, Epistemologia Ambiental e Complexidade Ambiental é marcado por uma reflexão de linguagem filosófica densa sobre os princípios epistemológicos e pedagógicos para apreender a complexidade ambiental.



Complexidade: queda das muralhas entre as disciplinas acadêmicas; estabelecimento de relações entre a ciência e o mundo não formalizável.

A complexidade pode ser entendida como um movimento cujo sentido vai ao contrário do reducionismo. Se de um lado o reducionismo busca a fragmentação máxima possível de um objeto de estudo tendo como meta a especialização, do outro a complexidade busca restaurar suas conexões, suas relações com o mundo para uma compreensão mais abrangente e completa. “Por isto, a complexidade é a união entre a unidade e a multiplicidade” (MORIN, 2003, pag. 38) sem a qual é impossível dar conta da realidade, entendida como complexidade:

Complexus significa o que foi tecido junto; de fato, há complexidade quando elementos diferentes são inseparáveis constituintes do todo (como o econômico, o político, o sociológico, o psicológico, o afetivo, o mitológico), e há um tecido interdependente entre o objeto de conhecimento e seu contexto, as partes do todo, o todo e as partes, as partes entre si (MORIN, 2003, pag. 38).

Ledo engano é ajuizar a complexidade como lei absoluta ou como “*uma poção mágica*” (MORIN, 2003, pag. 10) que dará respostas instantâneas a todos os problemas epistemológicos da ciência. Deve ficar claro que a ciência foi dominada pelo paradigma reducionista – fragmentista por mais de trezentos anos e somente no século XX a segunda revolução científica – que leva em consideração os conjuntos organizados ou sistemas (MORIN, 2003, pag. 89) – logrou êxito. Desta forma, dois aspectos precisam ser considerados. Em primeiro lugar, trata-se da incursão de uma atitude filosófica recém surgida em uma ciência estruturada há séculos. Em segundo lugar, o pensamento complexo, nas palavras de Morin (2003), “*contêm, no âmago, uma complexidade insuportável para o pensamento disjuntivo/redutor*” (MORIN, 2003, pag. 90). Destarte, o desafio da complexidade é duro e a reforma do pensamento será lenta e gradativa (MORIN, 2005).

Aqueles que aceitarem tal desafio devem lançar mão, respectivamente, da transdisciplinaridade e da metadisciplinaridade

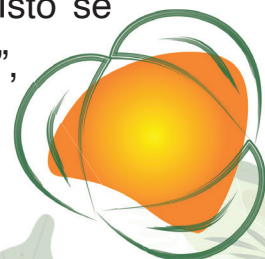


(MORIN, 2003). A transdisciplinaridade é a abertura de um canal de comunicação entre as diversas disciplinas. Este canal é regimentado pelo intercâmbio de experiências e estratégias cognitivas; pelo compartilhamento de domínios científicos, podendo culminar em uma multiplicidade de conhecimentos incrível (SANTOS & SOMMERMAN, 2009, pag. 62). Articule-se assim, a transdisciplinaridade promove, enfim, relações entre as diversas disciplinas científicas. Já a metadisciplinaridade rompe com o enclausuramento imposto pelo pensamento fragmentista e promove a abertura de um canal de comunicação entre as disciplinas acadêmicas e a miríade de conhecimentos espalhados no mundo não formalizável (MORIN, 2005, pag. 189) pois “o que está além da disciplina é necessário à disciplina para que não seja automatizada e esterilizada” (MORIN, 2003, pag. 115). Concerne à apreensibilidade daquilo que não pode ser mensurado ou quantificado graças às limitações dos métodos científicos; trata-se de “ecologizar as disciplinas, isto é, levar em conta tudo que lhes é contextual, inclusive as condições culturais e sociais” (MORIN, 2003, pag. 114). Para ser mais claro, a metadisciplinaridade promove, enfim, relações entre a ciência e o saber radicado no senso comum.

Em síntese, na transdisciplinaridade, as disciplinas atravessam as fronteiras estabelecidas entre si mesmas enquanto na metadisciplinaridade, as disciplinas ultrapassam as fronteiras entre a ciência e o mundo não formalizável sem, no entanto, desconsiderar o que já criaram (MORIN, 2003). Adicionalmente, cabe mencionar brevemente que, a despeito de não refutar a importância da interdisciplinaridade neste esquema dialético (MORIN, 2003, pag. 114), Morin entende que tal abordagem reforça as fronteiras disciplinares já existentes (MORIN, 2005, pag. 135).

Complexidade ambiental: a crise ambiental é uma crise epistemológica!

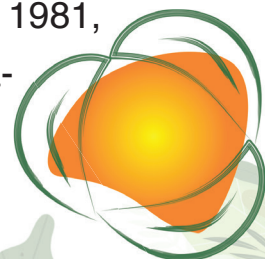
O divisionismo cartesiano, ao tratar o ambiente “*como se ele fosse formado de peças separadas a serem exploradas por diferentes grupos de interesses*” (CAPRA, 1982, pag. 30), dissolveu sua complexidade. Isto se manifesta cotidianamente em expressões como “meio econômico”, “meio intelectual” e “meio ambiente” – dentre tantas outras – que



carregam em si mesmas uma racionalidade setorialista, relativista, fragmentária, reducionista; melhor dizendo, a ideia de que existem meios distintos e isolados de outros meios quando, na verdade, é no ambiente que tudo se materializa, existe e interage. Tamanha subversão conceitual, além de revelar que a crise ambiental é apenas o reflexo de uma crise epistemológica mais antiga e mais profunda, coloca a questão dos recursos naturais à mercê de uma ótica tola e distorcida na qual a problematização científica se concentra na abordagem de efeitos colaterais e não de causas originais. Não por acaso, ao defender o emprego do conceito de meio, de escopo totalizante com tradição e robustez epistemológica, o geógrafo brasileiro Milton Santos (1925-2001) critica a prevalência hodierna do uso de termos reducionistas que contribuem com a obnubilação da complexidade ambiental e favorecem enfoques com interesses ideológicos ou meramente tópicos no entendimento da realidade. Não é surpreendente o fato de advir justamente da Geografia, ciência marcada pela compreensão da multiplicidade de relações entre os meios (natural, geográfico, técnico e técnico-científico-informacional), a crítica quanto aos equívocos do uso recorrente da referida semântica epistemológica enviesada e reducionista representada por conceitos como “meio ambiente”, que “*é um conceito vazio, uma excrescência, desprovido de sentido teórico profundo. Uma metáfora, portanto*” (SOUZA, 2009, pag. 101).

Estas reduções, no caso da questão do meio-ambiente, renovam o perigo já enunciado de sermos levados a elaborar uma cadeia causal que, no caso do planejamento tópico, pode levar ao absurdo de fazer com que, na produção do conhecimento, o efeito apareça precedendo a causa (SANTOS, 1994, pag. 149).

Para superar a crise epistemológica das ciências ambientais é preciso perceber que “el ambiente no es la ecología, sino la complejidad del mundo” (LEFF, 2006, pag. 5). A Política Nacional de Meio Ambiente instituída na Lei nº 6938 de 1981, por exemplo, que define meio ambiente como “conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas” (BRASIL, 1981, pag. 1), revela-se equivocada por uma visão ecologizante ao excluir, tacitamente, o fator humano da conceitualização central da temática

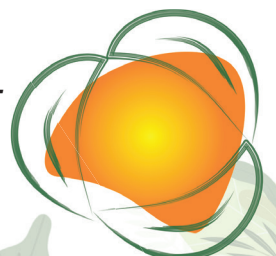


ambiental no Brasil. É pois, cerne, demonstrar que o ser humano é sim parte integrante deste organismo que se chama ambiente, não por mero achismo mas sim por uma relação sensível de causa e efeito em que, certamente, somos o elo mais frágil (LEFF, 2006).

Esta sensível relação, argumenta Leff (2006), no que diz respeito às intervenções humanas, é modulada pelo saber humano sobre si mesmo. Veja-se: Se o ser humano sabe que é um “ser do mundo” (LEFF, 2009, pag. 20), ele sabe que se o todo for afetado, ele será afetado e, conseqüentemente, respeitará os limites do todo. Por outro lado, julgando-se apenas um “ser no mundo” (LEFF, 2009, pag. 20), ele será igualmente afetado mas não terá consciência sobre como o desrespeito aos limites do todo o afeta. A questão aqui é: O senso humano de pertencimento ao ambiente fixa níveis de responsabilidades coletivas com a natureza. A ciência tradicional, tratando as relações entre sujeito e objeto como um subproduto disfuncional, desenvolveu-se sob a égide de uma racionalidade economizada irresponsável. Disto deriva a relação promiscua entre o sistema produtivo e o ambiente, fornecedor de matéria prima e, ao mesmo tempo, recebedor de resíduos (ANDRADE, 2008, pag. 10), a marginalização dos recursos abundantes, que não são objeto de conservação (CAPRA, 1982, pag. 186) e, por fim e não menos importante, a privatização dos recursos naturais em estado de escassez, que devem ser exauridos e alocados de forma eficiente (SMITH, 1996, pag. 251). Ao contrário do que se possa pensar, a ideia da escassez não intimida o sistema teórico das ciências econômicas. O axioma da “mão invisível” de Adam Smith (1723 - 1790) preconiza que cenários restritivos impulsionam o desenvolvimento tecnológico mediante a necessidade da descoberta de novos substratos para subsidiar as demandas do mercado.

Para Leff (2011), portanto, grande parte deste senso de pertencimento está no saber ambiental que pode ser achado nos extratos de conhecimentos gerados nas relações humanas com a natureza “*excluídos num processo de extermínio dos saberes não científicos – saberes errantes, ciganos, nômades*” (LEFF, 2011, pag. 318)

O saber ambiental busca conhecer o que as ciências ignoram, porque seus campos de conhecimento projetam



sobras sobre o real e avançam, disciplinando paradigmas e subjugando saberes. O saber ambiental, mais do que uma hermenêutica do esquecimento, mais do que um método de conhecimento do consabido, é uma inquietude do nunca sabido, que falta saber sobre o real, conhecimento que emerge do que ainda não é (LEFF, 2009, pag. 18).

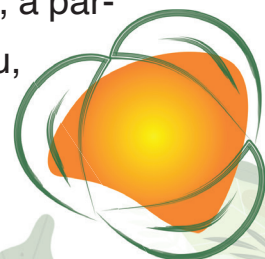
O pensamento da complexidade ambiental é a tentativa de compreensão da realidade a partir da incorporação deste saber ambiental a uma racionalidade ambiental capaz de considerar a diversidade ontológica do real; capaz de carregar valores oriundos à heterogeneidade étnica e cultural presentes no mundo. Assim, a complexidade ambiental supera os limites da racionalidade científica tradicional e redimensiona os horizontes epistemológicos das ciências ambientais.

La complejidad ambiental genera lo inédito en el encuentro con lo Otro, en el enlazamiento de seres diferentes y la diversificación de sus identidades. En la complejidad ambiental subyace una ontología y una ética opuestas a todo principio de homogeneidad, a todo conocimiento unitario, a todo pensamiento global y totalizador (LEFF, 2011, pag. 49).

O cenário que Leff (2011) desenha é marcado pelo encontro entre o científico e o não-científico; pelo cruzamento de saberes singulares que sejam capazes de “*dar curso a lo inédito*” (LEFF, 2011, pag. 49). Por isto, a complexidade ambiental requer estratégias pedagógicas eficazes para a construção de uma racionalidade ambiental.

O saber ambiental, crítico e complexo, vai se construindo num diálogo de saberes e num intercâmbio interdisciplinar de conhecimentos; vai constituindo um campo epistêmico que problematiza os paradigmas estabelecidos para construir uma nova racionalidade social (LEFF, 2005, pag. 13).

No âmbito das estratégias pedagógicas, a interdisciplinaridade, a partir de sua peculiar capacidade de lançar um olhar interdependente ou, como queira, de identificar as temáticas ambientais presentes no



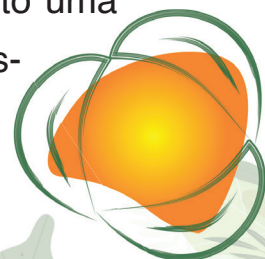
núcleo de cada área do conhecimento, desvela-se como o caminho epistemológico adequado para dirigir o diálogo de saberes:

A interdisciplinaridade é uma chamada para a complexidade, a restabelecer as interdependências e inter-relações entre processos de diferentes ordens de materialidade e racionalidade, a internalizar as externalidades (condicionamentos, determinações) dos processos excluídos dos núcleos de racionalidade que organizam os objetos de conhecimento das ciências – de certos processos ônticos e objetivos (LEFF, 2011, pag 319).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Discutir a crise ambiental no plano filosófico a partir de uma releitura crítica e interdisciplinar de alguns dos teóricos da epistemologia e da filosofia não torna possível o estabelecimento de um discurso conclusivo e definitivo sobre a referida temática. Seria fatuidade tal pretensão considerando que a percepção do ambiente e da realidade são questões não elucidadas desde os pré-socráticos que inflamam a filosofia até os dias atuais. No entanto, isto não impede de se propor que, no debate sobre a ciência, a crise do conhecimento seja vista com mais profundidade nas academias.

Neste sentido, dentre tudo o que deve ser visto e revisto, três aspectos precisam ser destacados. O primeiro é o entendimento de que existem novas estruturas (inter-trans e meta disciplinares) à disposição da dialética da construção científica. Elas potencializam o intercâmbio teórico às disciplinas e conseqüente aproximação entre campos do conhecimento distanciados em função do reducionismo. Este clareamento é essencial para a complexificação. O segundo é que a rejeição às distopias do reducionismo não pode ser confundida com uma rejeição ou demonização do reducionismo. Rejeitar as distopias é rejeitar a esterilidade epistemológica que o isolamento do objeto de estudo impõe à pesquisa. Neste sentido, a complexidade não rejeita o diálogo com o cartesianismo ou com qualquer outra forma de conhecimento uma vez que a complexificação não pode ser alcançada mediante os esforços de um único campo do saber. O terceiro e último aspecto é a



percepção de que fomentar a complexidade não é utopia, é sim um grande desafio: poucos querem discuti-la e pouquíssimos querem realizá-la. Exatamente por isto, fica nítida a impressão de que as ciências ambientais se afundam ainda mais em sua crise epistemológica. Mesmo que surjam alguns teóricos propositivos em relação à causa, pouco ou quase nada é percebido em termos práticos. Em outras palavras, as disciplinas acadêmicas seguem herméticas e os diversos campos do saber se distanciam mais. Estranhamente, a ciência ignora a existência de um caminho para fugir da crise e não parece disposta a agir propositivamente diante do cenário estabelecido.

AGRADECIMENTOS

Às merendeiras da “Escola Estadual Cônego Braga” Dona Inhá, Dona Marisia Miranda e Chiquinha, pela acolhida às crianças do distrito de Monsenhor Horta, município de Mariana, estado de Minas Gerais. Ao “Sô” Elísio Fernandes e Dona Dorinha Fernandes que, ao longo de suas valorosas existências, derramaram saber ambiental aos sedentos por conhecimento.

REFERÊNCIAS

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.

CAPRA, Fritjof. **O ponto de mutação.** São Paulo: Círculo do Livro, 1982.

CASTAÑON, G. **Introdução à epistemologia.** São Paulo: EPU, 2007.

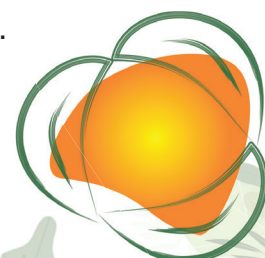
COMTE, Auguste. **Discurso sobre o espírito positivo (Os Pensadores).** São Paulo: Abril Cultural, 1978.

DESCARTES, René. **Discurso do Método (Os Pensadores).** São Paulo: Abril Cultural, 1983.

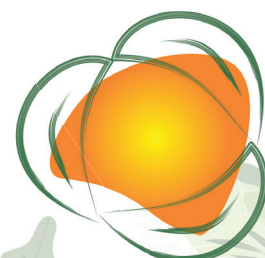
DESCARTES, René. **Meditações (Os Pensadores).** São Paulo: Abril Cultural, 1983.


DUTRA, Luiz Henrique de Araújo. **Introdução à Epistemologia.** São Paulo: Universidade do Estado de São Paulo, 2010.

DUTRA, Luiz Henrique de Araújo. **Introdução à teoria da ciência.** 2. ed. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.



- HUSSERL, Edmund. **A Filosofia como Ciência de Rigor**. Coimbra: Atlântida, 1965.
- HUSSERL, Edmund. **A ideia da fenomenologia**. Rio de Janeiro: Edições 70, 1990.
- LAUDAN, Larry. **Teorias do método científico de Platão a Mach**. Cad. Hist. Fil. Ci., Campinas, Série 3, v. 10, n. 2, p. 9 – 140, jul. – dez. 2000.
- LEFF, Enrique. **A complexidade Ambiental**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2010.
- LEFF, Enrique. **Aventuras de la Epistemologia Ambiental: de la articulacion de ciências al diálogo de saberes**. México, D.F: Siglo XXI Editores, 2006.
- LEFF, Enrique. **Complexidade, interdisciplinaridade e saber ambiental**. Revista Educação & Realidade. N° 14, p. 309 – 335, 2011.
- LEFF, Enrique. **Complexidade, Racionalidade Ambiental e Diálogo de Saberes**. Revista Olhar de professor. N° 34, p. 17 – 24, 2009.
- LEFF, Enrique. **Racionalidad Ambiental**. México, D.F: Siglo XXI Editores, 2004.
- LEFF, Enrique. **Saber Ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. 4. ed. Petrópolis: Vozes, 2005.
- MORIN, Edgard. **A cabeça bem feita**. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.
- MORIN, Edgard. **Ciência com consciência**. 8. ed. São Paulo: Bertrand Brasil, 2005.
- PALMER, Richard. **Hermenêutica**. Lisboa: Edições 70, 1989.
- SANTOS, Milton. **A questão do meio ambiente: desafios para construção de uma perspectiva transdisciplinar**. Revista GeoTextos. N° 1, p. 139 – 151. 1994.
- SANTOS, Akiko.; SOMMERMANN, Américo. **Complexidade e Transdisciplinaridade: Em busca da totalidade perdida**. 1. ed. Porto Alegre: Meridional, 2009.
- SATO, Michèle.; CARVALHO, Isabel Cristina Moura. **Educação Ambiental: Pesquisas e Desafios**. São Paulo: Artmed, 2005.
- SMITH, Adam. **A riqueza das nações (Os Pensadores)**. São Paulo: Nova Cultural, 1996.
- SOUZA, MARIA. **Meio ambiente e desenvolvimento sustentável. As metáforas do capitalismo**. Revista Cronos, Natal – RN. N° 2, p. 101 – 117. 2009.





AVALIAÇÃO DA RESTAURAÇÃO FLORESTAL DE UMA MATA CILIAR DEGRADA NO PERÍMETRO URBANO DE DIVINÓPOLIS – MINAS GERAIS

CHIRRANE DA SILVA FREITAS¹

FABRIZIO FURTADO DE SOUSA²

CATARINA TEIXEIRA³

ALYSSON RODRIGO FONSECA E SILVA⁴

CONSERVAÇÃO DE SOLOS E RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS (RAD)

RESUMO

Este trabalho objetivou avaliar o desenvolvimento da vegetação de uma área de mata ciliar em processo de restauração florestal, verificando-se a fitossociologia das espécies plantadas. A área estudada foi restaurada a 66 meses, possui 7020 m² de extensão e localiza-se às margens do rio Itapecerica, no perímetro urbano de Divinópolis/MG. Foram alocadas três parcelas de 27 x 26 m, amostrando-se todos os indivíduos do estrato arbóreo, com diâmetro à altura do peito (DAP) igual ou superior a 5,0 cm. As árvores foram identificadas *in loco*. Em cada árvore amostrada mediu-se o DAP e a altura total. Os dados coletados em campo foram utilizados no cálculo dos parâmetros fitossociológicos (densidade, frequência e dominância em seus valores absolutos e relativos e o Índice de Valor de Importância-IVI). Observou-se a presença de 70 espécies arbóreas e arbustivas, pertencentes a 56 gêneros, distribuídos em 27 famílias botânicas. *Inga uruguensis* é a espécie com maior densidade

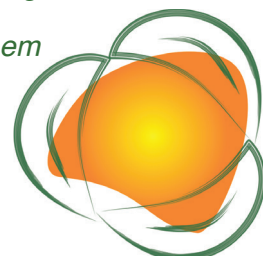
33

1 Bióloga. Universidade do Estado de Minas Gerais – Unidade Divinópolis, chirrane.freitas@gmail.com.

2 Prof. Dr. Universidade do Estado de Minas Gerais – Unidade Divinópolis, fabriziofurtado@gmail.com.

3 Profa. Dra. Universidade Federal do Triângulo Mineiro – Departamento Educação em Ciências, Matemática e Tecnologias, catarina.teixeira@uftm.edu.br.

4 Prof. Dr. Universidade do Estado de Minas Gerais – Unidade Divinópolis, alysson.silva@uemg.br.



relativa de indivíduos. As espécies de maior importância, segundo o IVI, são *Inga uruguensis*, *Triplaris americana*, *Citharexylum myrianthum*, *Inga laurina*, *Handroanthus roseo-alba*, *Syzygium cumini*, *Schizolobium parahyba*, *Cariniana estrellensis* e *Enterolobium contortisiliquum*.

Palavras-chave: APP; Composição florística; Fitossociologia; RAD; Restauração ecológica.

INTRODUÇÃO

As matas ciliares podem ser compreendidas como sistemas florestais estabelecidos naturalmente em faixas às margens dos rios e riachos, no entorno de lagos, represas e nascentes. De acordo com Attanasio *et al.* (2012) e Lima e Zakia (2004), esta tipologia de vegetação desempenha importantes funções ecossistêmicas, relacionadas à geração do escoamento direto em microbacia, à contribuição ao aumento da capacidade de armazenamento da água, à manutenção da qualidade da água na microbacia, através da filtração superficial de sedimentos, e à retenção, pelo sistema radicular da mata ripária, de nutrientes liberados dos ecossistemas terrestres (efeito tampão), além de proporcionar estabilidade das margens, equilíbrio térmico da água e formação de corredores ecológicos. Apesar de sua importância e da proteção legal, as matas ciliares sofrem pressão antrópica por uma série de fatores, tais como: crescimento imobiliário urbano, abertura de estradas e implantação de culturas agrícolas e de pastagens (MARTINS, 2014). Esta pressão antrópica frequentemente resulta na degradação ambiental destes ecossistemas. Mas, em razão dos relevantes serviços ambientais que desempenham, sua restauração se torna imprescindível.

Todavia, a restauração de sítios degradados não é um processo simples. Pois, muitas das vezes, após os distúrbios e juntamente com sua vegetação, estes sítios tiveram seus meios bióticos de regeneração eliminados, impedindo, assim, seu retorno espontâneo ao estado anterior à perturbação (BRANCALION; GANDOLF; RODRIGUES, 2015), tornando-se necessária a intervenção antrópica para que sejam superados os impedimentos existentes à regeneração natural. Além disso, no caso das matas ciliares, devido ao seu tamanho reduzido ou a sua faixa estreita, tem-se ainda o fato



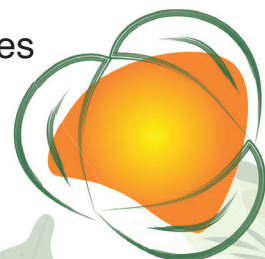
delas sofrerem impactos causados pela presença da luz, que favorece o crescimento de espécies pioneiras não arbóreas (gramíneas e trepadeiras), pela ausência de animais polinizadores e dispersores de sementes de espécies arbóreas, bem como de animais que controlam o crescimento das espécies não arbóreas (NÓBREGA *et al.*, 2007).

Em condições naturais, as florestas são formadas por meio do processo de sucessão ecológica, onde grupos de espécies adaptadas às condições de maior luminosidade colonizam as áreas abertas, e crescem rapidamente, fornecendo o sombreamento necessário para o estabelecimento de espécies mais tardias na sucessão (CHAZDON, 2016; GUREVITICH; SCHEINER; FOX, 2009; PUIG, 2008; RICHARDS,

1957). Segundo Santos *et al.* (2004), é comum na literatura a classificação de espécies arbóreas em grupos sucessionais, principalmente quanto às exigências de luz. Uma destas classificações é a proposta por Budowski (1965), em que as árvores são categorizadas nos seguintes grupos: pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e clímax. A tolerância das espécies ao sombreamento aumentaria das pioneiras para as clímax.

Segundo Ribeiro e Schiavini (1998), o processo de restauração de matas ciliares depende de vários fatores, dentre os quais destacam-se: o grau de modificação em relação ao ambiente natural, as espécies a serem utilizadas, a obtenção de propágulos, a distribuição dessas espécies no novo ambiente e a participação de comunidades humanas.

Portanto, a escolha correta de espécies é fundamental na restauração de matas ciliares. Martins (2014) recomenda adotar alguns critérios básicos na seleção de espécies para restauração de matas ciliares: (a) plantar espécies nativas com ocorrência em matas ciliares da região; (b) plantar o maior número possível de espécies buscando alta diversidade; (c) combinar espécies pioneiras de rápido crescimento junto com espécies não pioneiras (secundárias tardias e climácicas); (d) plantar espécies atrativas à fauna; e (e) respeitar a tolerância das espécies à umidade do solo. Ainda, de acordo com Kageyama e Gandara (2004), espécies naturalmente presentes numa região tem maior chance de sucesso na restauração, pois,



estas espécies evoluíram ali e por isso têm maior probabilidade de encontrar no local seus agentes de polinização e de dispersão, favorecendo, assim, sua reprodução e sua regeneração natural.

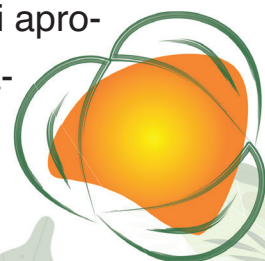
Assim, os processos de restauração estão intrinsecamente relacionados com a vegetação (YOUNG, 2000) e muitos estudos de avaliação do sucesso das iniciativas de restauração vegetal se concentram na avaliação e dinâmica da comunidade (JANSEN, 1997; LEOPOLD *et al.*, 2001; SIQUEIRA, 2002; SOUZA, 2000). Logo, estudos fitossociológicos são utilizados para analisar a estrutura de uma floresta, caracterizando a comunidade vegetal pelas relações de grandeza entre as espécies nela existentes (FREITAS; MAGALHÃES, 2012).

Os métodos de restauração implicam o conhecimento do ecossistema, sendo a fitossociologia importante para descrever a vegetação, permitindo analisar sua estrutura e identificar espécies com potencial de uso na restauração de áreas em cada região, uma vez que cada espécie apresenta um intervalo diferente de tolerância para os fatores ambientais (AVILA *et al.*, 2011; NÓBREGA *et al.*, 2007). Rodrigues e Gandolfi (2004) também consideram que as áreas restauradas constituem-se em verdadeiros laboratórios para estudos de ecologia.

Deste modo, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o desenvolvimento da vegetação de uma área de mata ciliar urbana restaurada, verificando a fitossociologia das espécies plantadas, fornecendo assim informações relevantes para as restaurações a serem realizadas futuramente..

METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido no município de Divinópolis, Região Centro-Oeste do estado de Minas Gerais, domínio fitogeográfico do Cerrado e suas várias graduações. O local de estudo constitui-se de uma faixa de preservação permanente às margens do rio Itapecerica localizada no perímetro urbano do município e que foi restaurada a 66 meses. A área possui aproximadamente 7.020 m² e encontra-se nas seguintes coordenadas: latitude 20°10'06,6" sul e longitude 44°53'49,2" oeste.



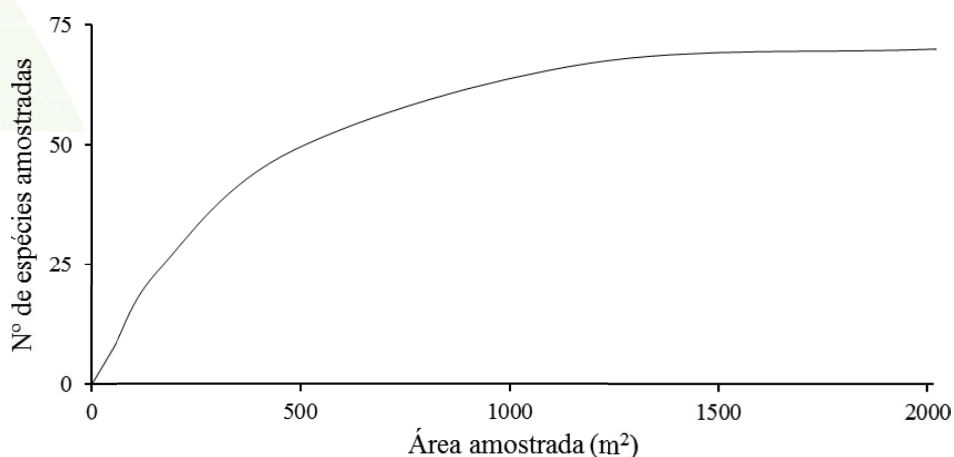
Para verificar a condição da cobertura vegetal da área em restauração, foram amostradas três parcelas de 26 x 27 m. Em campo foram mensurados a altura total e o diâmetro a altura do peito (DAP), medido a 1,30 m a partir do nível do solo. Todas as árvores com DAP igual ou superior a 5,0 cm foram avaliadas. A identificação das espécies foi realizada *in loco*. Para a verificação da suficiência amostral da vegetação foi realizada a análise da curva do número de espécies amostradas x área amostrada.

Para análise da estrutura da vegetação, estimou-se os seguintes parâmetros fitossociológicos: frequência absoluta (FA), densidade absoluta (DA), densidade relativa (DR), dominância absoluta (DoA), dominância relativa (DoR), Índice de Valor de Importância (IVI) e área basal (AB), conforme metodologia proposta por Müller-Domboise ElleMBERG (1974).

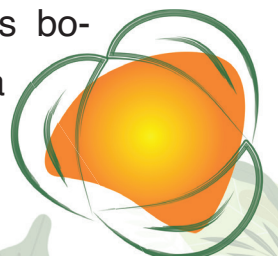
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que as parcelas amostradas foram suficientes para representar a composição florística da área analisada, sendo possível observar tendência à estabilização na curva espécie-área a partir 1000 m² (Figura 01). Para Avila *et al.* (2011), o número de espécies amostradas é estimado suficiente quando a curva tende a estabilização.

Figura 01:
Curva espécie-área dos indivíduos amostrados.



Foram amostrados 401 indivíduos, sendo 70 espécies arbóreas e arbustivas, pertencentes a 56 gêneros, distribuídos em 27 famílias botânicas (Tabela 01). Neste trabalho verificou-se uma riqueza maior que a encontrada por Teixeira, Braga e Sousa (2013), em



outra área recuperada às margens do rio Itapecerica, onde foram amostrados apenas 207 indivíduos pertencentes a 26 espécies numa extensão de 8.400 m².

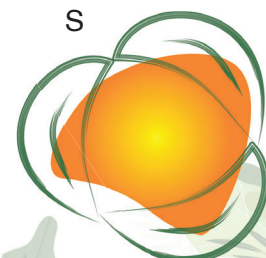
As famílias mais representativas no estudo foram Anacardiaceae e Fabaceae. Segundo Rodrigues e Nave (2004), a Fabaceae é a família com maior riqueza florística em trabalhos realizados em mata ciliar no Brasil. Das espécies identificadas, 11 são exóticas (E) ou sem classificação (SC) de grupo ecológico.

Tabela 01: Espécies, família, nome popular e grupo ecológico de árvores e arbustos amostrados em um fragmento de mata ciliar em Divinópolis-MG.

Família	Espécie	Nome popular	Grupo ecológico
Anacardiaceae	<i>Astronium concinnum</i> Schott	Gonçalo-alves	C
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Aroeira	S
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	Manga	SC, E
Anacardiaceae	<i>Tapirira obtusa</i> (Benth.) J. D .Mitch.	Pau-pombo	SI
Bignoniaceae	<i>Handroanthus roseo alba</i> (Ridl) Sand.	Ipê amarelo	ST
Bignoniaceae	<i>Zeyheriata berculosa</i> (Vell.)Bur.	Ipê-tabaco	S
Bombacaceae	<i>Bombacopsis glabra</i> (Pasq.) A. Rob	Castanha-da-praia	SI
Bombacaceae	<i>Chorisia speciosa</i> St. Hil.	Paineira	S
Boraginaceae	<i>Cordia superba</i> Cham.	Grão-de-galo	C
Brassicaceae	<i>Crateva tapia</i> L.	Tapiá	S
Calophyllaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i> var. antillanum (Britt.) Standl.	Guanandi	ST
Cecropiaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trec.	Embauba	P
Chrysobalanaceae	<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch.	Oití	SI
Combretaceae	<i>Terminalia argentea</i> Mart. & Succ.	Capitão-do-campo	P
Dilleniaceae	<i>Dillenia indica</i> L.	Árvore-do-dinheiro	SC,E
Euphorbiaceae	<i>Croton urucurana</i> Baill.	Sangra-dagua	P
Euphorbiaceae	<i>Joanesia princeps</i> Vell.	Cutieira	P, SI
Fabaceae	<i>Adenantha pavonina</i> L.	Olho-de-Pavão	SC,E
Fabaceae	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Angico-branco	ST



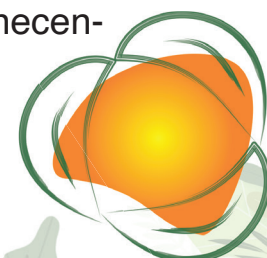
Família	Espécie	Nome popular	Grupo ecológico
Fabaceae	<i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan	Angico-vermelho	P, SI
Fabaceae	<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg.	Angico-amarelo	P, ST
Fabaceae	<i>Bauhinia variegata</i> L.	Pata-de-vaca	SC,E
Fabaceae	<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart. Ex Tul.	Pau-ferro	SC
Fabaceae	<i>Caesalpinia peltophoroides</i> Benth..	Sibipiruna	SC
Fabaceae	<i>Clitoria fairchildiana</i> R.A. Howard	Sombreiro	P
Fabaceae	<i>Delonix regia</i> (Hook.) Raf.	Flamboia	SC,E
Fabaceae	<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith	Pororoca	P
Fabaceae	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	Tamboril	P
Fabaceae	<i>Erythrina falcata</i> Benth.	Eritrina	P
Fabaceae	<i>Erythrina velutina</i> Willd.	Eritrina-mungulu	P, ST
Fabaceae	<i>Holocalyx balansae</i> Mich.	Alecrim-de-campinas	C
Fabaceae	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Jatobá-da-mata	C
Fabaceae	<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	Ingá-branco	SI
Fabaceae	<i>Inga uruguensis</i> Hook. & Arn	Ingá-do-brejo	P, SI
Fabaceae	<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemao	Balsamo	ST
Fabaceae	<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J. F. Macbr.	Pau-Jacaré	P
Fabaceae	<i>Plathymenia foliosa</i> Benth	Vinhático	ST
Fabaceae	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake	Birosca	P
Fabaceae	<i>Tamarindus indica</i> L.	Tamarindo	SC,E
Lecythidaceae	<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	Jequitibá-branco	ST
Lecythidaceae	<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze	Jequitibá-rosa	C
Lythraceae	<i>Lafoensia glyptocarpa</i> Koehne	Mirindiba	SC
Lythraceae	<i>Lafoensia pacari</i> St. Hil.	Dedaleiro	P, SI
Malpighiaceae	<i>Malpighia glabra</i> L.	Acerola	SC,E
Malvaceae	<i>Basiloxylon brasiliensis</i> (Fr. Allem.) K. Schum.	Pau-rei	P
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Mutambo	P
Malvaceae	<i>Luehea divaricata</i> Mart.	Açoita-cavalo	P, SI
Malvaceae	<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	Monguba	SI
Malvaceae	<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A. Robyns	Imbiruçu	S



Família	Espécie	Nome popular	Grupo ecológico
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Cedro	SC
Meliaceae	<i>Guarea macrophylla</i> subsp. <i>tuberculata</i> (Vell.) T.D. Penn.	Marinheiro	SI
Meliaceae	<i>Swietenia macrophylla</i> King.	Mogno	C
Moraceae	<i>Ficus benjamina</i> L.	Figueira-benjamim	SC, E
Moraceae	<i>Morus nigra</i> L.	Amora	SC, E
Moringaceae	<i>Moringa oleifera</i> Lam.	Acácia-branca	SC
Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i> L.	Pitanga	C
Myrtaceae	<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	Goiabinha-do-Campo	ST
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	Goiaba	P
Myrtaceae	<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	Jambolão	SC, E
Myrtaceae	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	Jambo	SC, E
Nyctaginaceae	<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	Carne-de-vaca	P, SI
Polygonaceae	<i>Triplaris americana</i> L.	Pau-formiga	P
Rubiaceae	<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) K. Schum.)	Pau-mulato	SI
Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i> L. Nash ex Small	Saboneteira	ST
Verbenaceae	<i>Cytharexylum myrianthum</i> Cham.	Pau-viola	P

Em que: P = pioneira; S = secundária; SI = secundárias iniciais; ST = secundárias tardias; C = clímax; E = exótica; SC = sem classificação.

Nos resultados da avaliação fitossociológica (Tabela 02), as espécies que obtiveram o maior IVI foram: *Inga uruguensis* H. & A (58,973); *Triplaris americana* L. (14,194); *Citharexylum myrianthum* Cham (11,356); *Inga laurina* (Sw.) Willd. (10,212); *Handroanthus roseo-alba* (Ridl.) Sand. (7,900); *Syzygium cumini* L. (8,201); *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F. Blake. (8,997); *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze. (7,142) e *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. (6,950). Teixeira, Braga e Sousa (2013), também verificaram valores altos de IVI para *Inga uruguensis* e *Syzygium cumini*, que apresentaram, respectivamente IVI de 36,45 e 36,36. Segundo Oliveira e Amaral (2004), o IVI calculado para as espécies é um indicador da importância ecológica das mesmas, devido a influência relativa das espécies mais frequentes e dominantes nos processos de equilíbrio da flora e manutenção da fauna, fornecendo abrigo e alimentação.

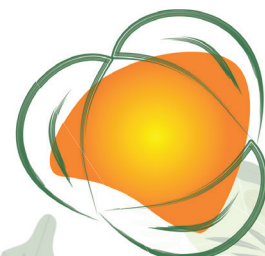


Segundo Lorenzi (2020), as espécies *Inga uruguensis*, conhecida popularmente como ingá-do-brejo, *Triplaris americana* (pau-formiga), *Citharexylum myrianthum* (pau-viola) e *Enterolobium contortisiliquum* (tamboril) pertencem ao grupo ecológico das pioneiras, são características de mata ciliar e apresentam preferência por solos bastante úmidos e até brejosos, possuindo desenvolvimento rápido. A espécie *Schizolobium parahyba* (birosca) também pertence ao grupo ecológico das pioneiras, são árvores com preferência por matas abertas e capoeiras, sendo uma das espécies nativas da região que, no levantamento, apresentou maior crescimento. Já as espécies *Handroanthus roseo-alba* (ipê-amarelo) e *Cariniana estrellensis* (jequitibá-branco) pertencem ao grupo das secundárias tardias e são, respectivamente, uma característica de afloramentos rochosos e calcários e a outra com preferência de solos úmidos e profundo.

Tabela 02:
Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas

Espécie	N	DA	FA	DoA	DR	FR	DoR	IVI	AB
<i>Inga uruguensis</i>	47	232,099	100,00	7,971	11,721	2,419	44,833	58,973	1,6142
<i>Triplaris americana</i>	36	177,778	100,00	0,497	8,978	2,419	2,797	14,194	0,1007
<i>Inga laurina</i>	24	118,519	100,00	0,321	5,985	2,419	1,808	10,212	0,0651
<i>Cytharexylum myrianthum</i>	20	98,765	100,00	0,702	4,988	2,419	3,949	11,356	0,1422
<i>Handroanthus roseo alba</i>	17	83,951	100,00	0,221	4,239	2,419	1,241	7,900	0,0447
<i>Syzygium cumini</i>	16	79,012	100,00	0,319	3,990	2,419	1,791	8,201	0,0645
<i>Cariniana estrellensis</i>	15	74,074	66,67	0,318	3,741	1,613	1,789	7,142	0,0644
<i>Sapindus saponaria</i>	15	74,074	100,00	0,110	3,741	2,419	0,619	6,779	0,0223
*Não identificadas	13	64,198	100,00	0,625	3,242	2,419	3,516	9,177	0,1266
<i>Licania tomentosa</i>	11	54,321	66,67	0,046	2,743	1,613	0,261	4,617	0,0094
<i>Guazuma ulmifolia</i>	10	49,383	100,00	0,298	2,494	2,419	1,678	6,591	0,0604
<i>Dillenia indica</i>	10	49,383	100,00	0,053	2,494	2,419	0,300	5,213	0,0108
<i>Syzygium jambos</i>	10	49,383	66,67	0,080	2,494	1,613	0,447	4,554	0,0161
<i>Eugenia unifloa</i>	9	44,444	100,00	0,110	2,244	2,419	0,617	5,280	0,0222

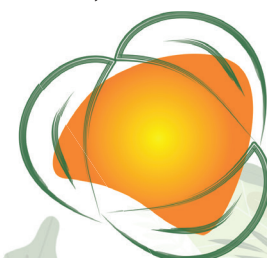
Continua...



...continuação

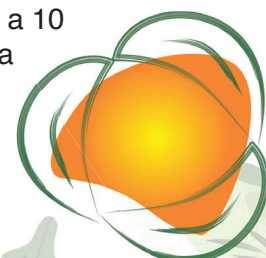
Espécie	N	DA	FA	DoA	DR	FR	DoR	IVI	AB
<i>Morus nigra</i>	9	44,444	100,00	0,058	2,244	2,419	0,328	4,991	0,0118
<i>Bauhinia variegata</i>	8	39,506	100,00	0,178	1,995	2,419	1,003	5,417	0,0361
<i>Myrocarpus frondosus</i>	7	34,568	66,67	0,257	1,746	1,613	1,447	4,806	0,0521
<i>Hymenaea courbaril</i>	7	34,568	100,00	0,102	1,746	2,419	0,572	4,737	0,0206
<i>Schizolobium parahyba</i>	6	29,630	66,67	1,047	1,496	1,613	5,888	8,997	0,2120
<i>Anadenanthera colubrina</i>	6	29,630	100,00	0,319	1,496	2,419	1,794	5,710	0,0646
<i>Mangifera indica</i>	6	29,630	100,00	0,173	1,496	2,419	0,975	4,890	0,0351
<i>Cordia superba</i>	6	29,630	100,00	0,129	1,496	2,419	0,725	4,641	0,0261
<i>Erythrina falcata</i>	5	24,691	66,67	0,021	1,247	1,613	0,119	2,979	0,0043
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	4	19,753	100,00	0,628	0,998	2,419	3,533	6,950	0,1272
<i>Cariniana legalis</i>	4	19,753	66,67	0,123	0,998	1,613	0,692	3,302	0,0249
<i>Caesalpinia ferrea</i>	4	19,753	66,67	0,002	0,998	1,613	0,014	2,624	0,0005
<i>Astronium concinnum</i>	4	19,753	33,33	0,120	0,998	0,806	0,678	2,482	0,0244
<i>Holocalyx balansae</i>	3	14,815	100,00	0,288	0,748	2,419	1,622	4,790	0,0584
<i>Joanesia princeps</i>	3	14,815	66,67	0,156	0,748	1,613	0,875	3,236	0,0315
<i>Bombacopsis glabra</i>	3	14,815	66,67	0,122	0,748	1,613	0,686	3,047	0,0247
<i>Guapira opposita</i>	3	14,815	66,67	0,053	0,748	1,613	0,300	2,661	0,0108
<i>Croton urucurana</i>	3	14,815	33,33	0,122	0,748	0,806	0,689	2,243	0,0248
<i>Pachira aquatica</i>	3	14,815	33,33	0,050	0,748	0,806	0,283	1,838	0,0102
<i>Luehea divaricata</i>	3	14,815	33,33	0,027	0,748	0,806	0,150	1,704	0,0054
<i>Calophyllum brasiliensis</i>	3	14,815	33,33	0,010	0,748	0,806	0,056	1,610	0,002
<i>Chorisia speciosa</i>	2	9,877	33,33	0,529	0,499	0,806	2,977	4,282	0,1072
<i>Adenanthera pavonina</i>	2	9,877	66,67	0,146	0,499	1,613	0,822	2,934	0,0296
<i>Anadenanthera peregrina</i>	2	9,877	66,67	0,099	0,499	1,613	0,558	2,670	0,0201
<i>Ficus benjamina</i>	2	9,877	66,67	0,093	0,499	1,613	0,525	2,637	0,0189
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	2	9,877	33,33	0,176	0,499	0,806	0,989	2,294	0,0356
<i>Tapirira obtusa</i>	2	9,877	66,67	0,026	0,499	1,613	0,147	2,259	0,0053
<i>Dialium guianense</i>	2	9,877	66,67	0,015	0,499	1,613	0,083	2,195	0,003

Continua...



Espécie	N	DA	FA	DoA	DR	FR	DoR	IVI	AB
<i>Psidium guajava</i>	2	9,877	66,67	0,010	0,499	1,613	0,058	2,170	0,0021
<i>Caesalpinia peltophoroides</i>	2	9,877	66,67	0,007	0,499	1,613	0,042	2,153	0,0015
<i>Tamarindus indica</i>	2	9,877	66,67	0,005	0,499	1,613	0,031	2,142	0,0011
<i>Plathymenia foliosa</i>	2	9,877	33,33	0,114	0,499	0,806	0,642	1,947	0,0231
<i>Hovenia dulcis</i>	2	9,877	33,33	0,030	0,499	0,806	0,167	1,472	0,006
<i>Swietenia macrophylla</i>	2	9,877	33,33	0,019	0,499	0,806	0,108	1,413	0,0039
<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	2	9,877	33,33	0,013	0,499	0,806	0,072	1,377	0,0026
<i>Lafoensia pacari</i>	2	9,877	33,33	0,009	0,499	0,806	0,053	1,358	0,0019
<i>Zeyheria tuberculosa</i>	2	9,877	33,33	0,006	0,499	0,806	0,036	1,341	0,0013
<i>Moringa oleifera</i>	1	4,938	33,33	0,176	0,249	0,806	0,992	2,047	0,0357
<i>Delonix regia</i>	1	4,938	33,33	0,119	0,249	0,806	0,669	1,725	0,0241
<i>Pseudobombax grandiflorum</i>	1	4,938	33,33	0,106	0,249	0,806	0,597	1,653	0,0215
<i>Terminalia argentea</i>	1	4,938	33,33	0,106	0,249	0,806	0,597	1,653	0,0215
<i>Guarea macrophylla</i>	1	4,938	33,33	0,076	0,249	0,806	0,428	1,483	0,0154
<i>Clitoria fairchildiana</i>	1	4,938	33,33	0,063	0,249	0,806	0,353	1,408	0,0127
<i>Cecropia pachystachya</i>	1	4,938	33,33	0,045	0,249	0,806	0,256	1,311	0,0092
<i>Cedrela fissilis</i>	1	4,938	33,33	0,031	0,249	0,806	0,172	1,228	0,0062
<i>Crateva tapia</i>	1	4,938	33,33	0,029	0,249	0,806	0,161	1,217	0,0058
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	1	4,938	33,33	0,023	0,249	0,806	0,128	1,184	0,0046
<i>Lafoensia glyptocarpa</i>	1	4,938	33,33	0,021	0,249	0,806	0,117	1,172	0,0042
<i>Astronium graveolens</i>	1	4,938	33,33	0,017	0,249	0,806	0,097	1,153	0,0035
<i>Erythrina velutina</i>	1	4,938	33,33	0,005	0,249	0,806	0,031	1,086	0,0011
<i>Malpighia glabra</i>	1	4,938	33,33	0,002	0,249	0,806	0,011	1,067	0,0004
<i>Basiloxylon brasiliensis</i>	1	4,938	33,33	0,001	0,249	0,806	0,006	1,061	0,0002
<i>Psidium cattleianum</i>	1	4,938	33,33	0,000	0,249	0,806	0,003	1,059	0,0001
Total	401	1980,28	4133,3	17,780	100	100	100	300	3,6005

Em que: N: = número de indivíduos; DA = densidade absoluta; FA = frequência absoluta; DoA = dominância absoluta; DR = densidade relativa; DoR = dominância relativa; IVI = Índice de Valor de Importância; AB = área basal. * Não identificadas = são 13 indivíduos pertencentes a 10 espécies diferentes, as mesmas não foram possíveis serem identificadas devido à falta de flor e fruto na época avaliada.



Inga laurina (ingá-branco) foi a terceira espécie com maior número de indivíduos, segundo Lorenzi (2020), ela apresenta características de matas úmidas, sendo considerada pertencente ao grupo ecológico das secundárias iniciais. De acordo com Gandolfi, Leitão-Filho e Bezerra (1995), as espécies secundárias iniciais ocorrem em condições de sombreamento médio ou baixa luminosidade. Sendo importantes para recuperação da mata ciliar, uma vez que as espécies pioneiras irão apenas dar o suporte para as secundárias se desenvolverem no processo.

Syzygium cumini (jambolão) que foi a quinta espécie com maior número de indivíduos, trata-se de uma árvore exótica, originária da Índia e Sri Lanka, não possui classificação no grupo ecológico, sendo de origem tropical, pode ser cultivada em todo território brasileiro, principalmente em regiões de solos úmidos e apresentam crescimento rápido (LORENZI; BACHER; TORRES, 2018). Porém, deve-se priorizar o plantio de espécies nativas nas áreas a serem restauradas (MARTINS, 2014 ;KAGEYAMA; GANDARA, 2004).

O estudo mostrou que das nove espécies com maior valor de IVI, quatro são pioneiras, uma é exótica e as demais secundárias, o que indica um estágio intermediário de desenvolvimento sucessional. Mas, por outro lado, possuem crescimento rápido e representaram maiores DA e DoA.

De acordo com Avila et al. (2011), os estudos fitossociológicos auxiliam nas estratégias de restauração, permitindo identificar a estrutura da vegetação levando em consideração as condições ambientais. No entanto, existem muitas lacunas de conhecimento acerca do desenvolvimento e da sustentabilidade dos plantios de restauração florestal.

Segundo Siqueira e Mesquita (2007), com a ausência de uma prática de monitoramento sistemático dessas áreas restauradas, perde-se a oportunidade única de aumentar o conhecimento sobre os inúmeros processos e fatores envolvidos na recolonização e restabelecimento de comunidades vegetais e animais. Sendo assim, ainda são necessários novos estudos os quais contribuam efetivamente na escolha de modelos de restauração que levem em consideração as funções ambientais e sociais das matas ciliares.



CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitiram concluir que houve uma maior representação de indivíduos nas famílias Anacardiaceae e Fabaceae, sendo que algumas das espécies das famílias citadas são exóticas e para recuperação de áreas degradadas faz-se necessário o uso de espécies nativas mesmo sendo de desenvolvimento rápido e atrativas a fauna.

As espécies de maior importância, segundo o IVI, são *Inga uruguensis*, *Triplaris americana*, *Citharexylum myrianthum*, *Inga laurina*, *Handroanthus roseo-alba*, *Syzygium cumini*, *Schizolobium parahyba*, *Cariniana estrellensis* e *Enterolobium contortisiliquum*

REFERÊNCIAS

ATTANASIO, C. M.; GANDOLFI, S.; ZAKIA, M. J. B.; VENIZIANI JÚNIOR, J. C. T. A;

LIMA, W. P. importância das áreas ripárias para a sustentabilidade hidrológica do uso da terra em microbacias hidrográficas. **Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 4, p. 493-501, 2012.

AVILA, A. L.; ARAUJO, M.M.; LONGHI, J. S.; GASPARIN, E. Caracterização da vegetação e espécies para recuperação de mata ciliar, Ijuí, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 2, p. 251-260, abr/jun. 2011.

BUDOWSKI, G. Distribution of tropical american rain forest species in the light of sucessional processes. **Turrialba**, San José, v. 15, n. 1, p. 40-42, 1965.

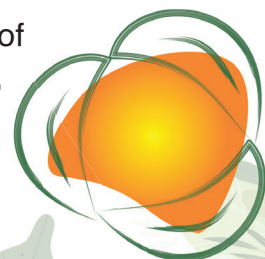
CHAZDON, R. L. **Renascimento de florestas**: regeneração na era do desmatamento. São Paulo:Oficina de Textos, 2016.

FREITAS, W.K.; MAGALHÃES, L.M.S. Métodos e parâmetros para estudo da vegetação com ênfase no estrato arbóreo. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 19, n. 4, p. 520-540, out./dez. 2012.

GANDOLFI, S.; LEITÃO-FILHO, H. F; BEZERRA, C. L. F. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivos-arbóreas de uma floresta mesófila semidecídua no município de Guarulhos, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 55, p. 753-767, 1995.

GUREVITCH, J.; SCHEINER, S. M.; FOX, G. A. **Ecologia vegetal**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed,2009.

JANSEN, A. Territorial on vertebrate community structure as an indicator of success of a tropicalrain forest restoration project. **Restoration Ecology**, v.5, n.2, p. 115-24, 1997.



KAGEYAMA, P.; GANDARA, F.B. Recuperação de áreas ciliares. *In*: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. (Eds.) **Matas ciliares**: conservação e recuperação. 2. ed. São Paulo: EDUSP/FAPESP, 2004. p. 249-270.

LIMA, W.P.; ZAKIA, M.J.B. Hidrologia de matas ciliares. *In*: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. **Matas ciliares**: conservação e recuperação. 2. ed. São Paulo: EDUSP/ Fapesp, 2004. p.33-44.

LORENZI, H.; BACHER, L.B.; TORRES, M. A. V. **Árvores e arvoretas exóticas no Brasil**: madeiras ornamentais e aromáticas. Nova Odessa: Editora Plantarum, 2018.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil, vol. 1. 8. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2020.

LEOPOLD, A.C.; ANDRUS, R.; FINKELDEY, A.; KNOWLES, D. Attempting restoration of wet tropical forest in Costa Rica. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.142, p. 243-49, 2001.

MARTINS, S.V. **Recuperação de matas ciliares**. 3. ed. Viçosa, MG: Aprenda Fácil. 2014.

MÜLLER-DOMBOIS, D.; ELLEMBERG, H. **Aims and methods for vegetation ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1974.

NÓBREGA, A. M. F.; VALERI, S. V.; PAULA, R. S.; SILVA, S. A.; RÊGO, N. H. Uso da

fitossociologia na avaliação da efetividade da restauração florestal em uma várzea degradada dorio Mogi Guaçu, SP. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 75, p. 51-63, set. 2007

OLIVEIRA, A.N.; AMARAL, I.L. Florística e fitossociologia de uma floresta de vertente na Amazonia central, Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 34, n. 1, p. 9-35, 2004.

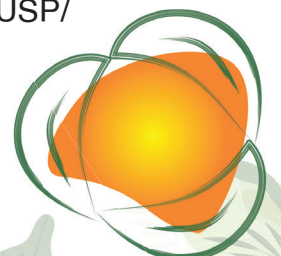
RIBEIRO, J. F.; SCHIAVINI, I. Recuperação de matas de galeria: interação entre a oferta ambiental e a biologia das espécies. *In*: RIBEIRO, J. F. **Cerrado**: matas de galeria. Planaltina:EMBRAPA-CPAC, 1998. p.137-153.

RICHARDS P. W. **The tropical rain forest**: an ecological study. Cambridge: CambridgeUniversity Press, 1957.

RODRIGUES, R.R.; NAVE, A.G. Heterogeneidade florística das matas ciliares. *In*: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Eds.) **Matas ciliares**: conservação e recuperação. 2ed. São Paulo: EDUSP/FAFESP, 2004. p. 45 - 71

RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para recuperação de florestasciliares. *In*: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. (Eds.) **Matas ciliares**: conservação e recuperação. 2 ed. São Paulo: EDUSP/ FAPESP, 2004. p. 235-248

SANTOS, J. H. S; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A.; SOUZA, A. L.; SANTOS, E. S.;



MEUNIER, I. M. J. Distinção de grupos ecológicos de espécies florestais por meio de técnicas multivariadas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 387-396, jun. 2004.

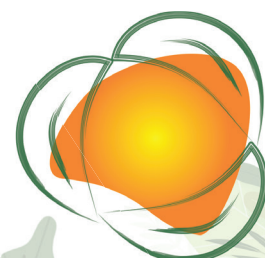
SIQUEIRA, L.P. de. **Monitoramento de áreas restauradas no estado de São Paulo, Brasil**. Dissertação de Mestrado em Recursos Florestais, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 128 p., 2002.


SIQUEIRA, L.P.; MESQUITA, C.A.B. **Meu pé de Mata Atlântica: experiências de recomposição florestal em propriedades particulares no Corredor Central**. Rio de Janeiro: Instituto Bio Atlântica, 2007. 188 p.

SOUZA, F.M. **Estrutura e dinâmica do estrato arbóreo e regeneração natural em áreas restauradas. Piracicaba**. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba: 2000. 69 p.

TEIXEIRA, C., BRAGA, F. A., SOUSA, F.F. Avaliação fitossociológica das espécies plantadas nas margens do rio Itapeçerica em Divinópolis, MG. **MG. BIOTA**. Belo Horizonte, v.6, n. 1, abr/jun./2013.

YOUNG, T.P. Restoration ecology and conservation biology. **Biological Conservation**, Essex, v.92, p. 73–83, 2000.





ANÁLISE TEMPORAL DO USO E COBERTURA DA TERRA NO ENTORNO DE UM FRAGMENTO FLORESTAL NO BIOMA MATA ATLÂNTICA

HETIANY FERREIRA DA COSTA¹
BRUNA HENRIQUE SACRAMENTO²
AMAZONINO LEMOS DE CASTRO³
CAMILLE VASCONCELOS SILVA⁴
LETÍCIA TONDATO ARANTES⁵
ROBERTO WAGNER LOURENÇO⁶

ECOLOGIA AMBIENTAL

48

RESUMO

O estudo da mudança do uso da terra tornou-se essencial para o entendimento da dinâmica da ocupação espacial, além do auxílio no planejamento de ações com finalidade de garantir a preservação dos fragmentos florestais, principalmente os da Mata Atlântica que são extrema importância devido sua alta biodiversidade. Assim, o objetivo do trabalho foi realizar uma análise espaço-temporal do uso da terra no entorno de um fragmento florestal situado

1 Aluna do Curso de doutorado em Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Instituto de Ciência e Tecnologia, hetiany.fc@gmail.com.

2 Aluna do Curso de doutorado em Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Instituto de Ciência e Tecnologia, brunahsacramento@gmail.com.

3 Prof. Me. da Universidade Federal do Amazonas, Departamento de Engenharia Ambiental, alcastro@ufam.edu.br.

4 Aluna do Curso de mestrado em Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Instituto de Ciência e Tecnologia, camille.vasconcelos@unesp.br.

5 Aluna do Curso de doutorado em Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Instituto de Ciência e Tecnologia, leticia.tondato@unesp.br.

6 Prof. Dr. da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Departamento de Engenharia Ambiental, roberto.lourenco@unesp.br.



no bioma Mata Atlântico. Para isso foram realizados o mapeamento e retificação – por interpretação visual – do uso da terra através de ortofoto do sensor *Vexcel Ultracam* e imagens do satélite Landsat 7 e CBERS 4-A, para os anos de 2010, 2000 e 2020, respectivamente. O fragmento florestal é classificado como “muito grande” e apresentou um decréscimo de 0,13%. Os Mapas e o quantitativo do uso da terra mostraram que nos três anos estudados, a área do entorno é majoritariamente ocupada por vegetação (mais de 70%), seguido por áreas de campo (cerca de 14%). As áreas urbanizadas apresentaram um crescimento de 18% e diminuição de 3% das áreas ocupadas por cultura temporária. O fragmento florestal e a alta ocupação espacial de vegetação são importantes aliados na manutenção da biodiversidade; e mesmo com o baixo nível de alteração no cenário do uso da terra é importante que haja monitoramento do fragmento e seu entorno visto o aumento das áreas antropizadas.

Palavras-chave: Análise Espacial; Remanescente Florestal; Floresta Ombrófila Densa; Geoprocessamento.

INTRODUÇÃO

Os ecossistemas florestais ofertam diversos serviços ecossistêmicos, como regulação climática, proteção ciliar de recursos hídricos etc. Dentre esses, as florestas tropicais são consideradas extremamente importantes devido à alta biodiversidade, sua complexidade ecossistêmica, produtividade e ciclos biológicos e químicos (MALHI *et al.*, 2010).

A Mata Atlântica é um dos biomas brasileiros e detém cerca de 35% da biodiversidade do país e abrigam cerca de 70% da população brasileira (TAFFARELLO *et al.*, 2017). Esta floresta tropical que, originalmente, ocupava cerca de 130 milhões de hectares do território brasileiro, atualmente possui apenas 12% de cobertura florestal remanescente, disposto em fragmentos florestais com adjacências de áreas degradadas, pastagens, agricultura, silvicultura e áreas urbanas (JOLY *et al.*, 2014; MORELLATO; HADDAD, 2000; REZENDE *et al.*, 2018).

O processo de fragmentação ocorre com a redução da área ocupada pela vegetação e aumento do isolamento do fragmento florestal. Os impactos negativos da fragmentação florestal são diversos e podem ser a nível de mancha (efeitos de borda, exploração madeireira e queimadas), como em nível de paisagem (isolamento e, conseqüentemente, interrupção do fluxo gênico) (FILGUEIRAS *et al.*, 2019). Esse processo transforma



florestas antigas em unidades pequenas e isoladas, cercadas por uma matriz inóspita. Desta forma, são importantes análises da paisagem que permitam avaliar esta matriz e, assim, compreender a dinâmica de mudanças do entorno de remanescentes florestais. E mesmo altamente fragmentada, a Mata Atlântica ainda é uma das regiões com maior biodiversidade, sendo considerada um dos *hotspots* de biodiversidade mundial.

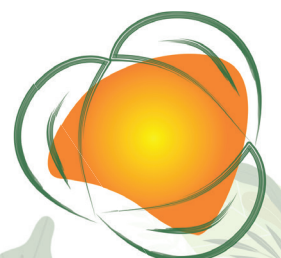
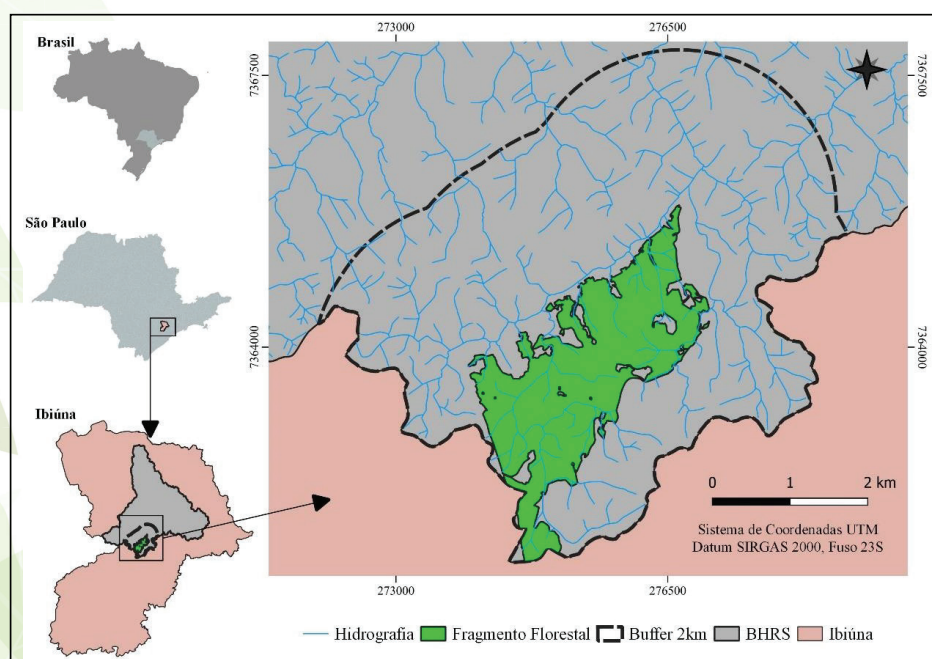
O mapeamento dessas mudanças do uso da terra, através do uso do geoprocessamento, se tornou essencial para o entendimento da dinâmica de ocupação, e conseqüente fragmentação florestal, e auxiliam no planejamento territorial e na elaboração de ações que garantem a preservação e uso sustentável dos recursos naturais (ORTIZ; FREITAS, 2005).

Diante do exposto, objetivou-se realizar uma análise espaço-temporal do uso da terra no entorno de um fragmento florestal da Mata Atlântica.

METODOLOGIA

O fragmento florestal estudado está localizado a sudoeste da Bacia Hidrográfica do Rio Sorocabuçu (BHRS), a qual está localizada no município de Ibiúna, à sudeste do Estado de São Paulo, Brasil (Figura 1).

Figura 01:
Mapa de localização do fragmento florestal estudado.



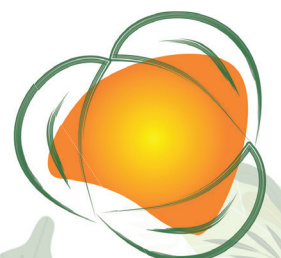
O fragmento florestal possui uma extensão territorial de cerca de 472 ha e 33,5 km de perímetro, altitude variando entre 848 m e 1.100 m e relevo fortemente ondulado, estando, em sua totalidade, no domínio bioma Mata Atlântica e pertencente à fitofisionomia Floresta Ombrófila Densa (FOD), que conta atualmente, com grande parte da sua extensão caracterizada por formação secundária, heterogênea e com médio estágio de regeneração. Sua classificação climática é Cwb de 50 a 80% (DUBREUIL *et al.*; 2017).

A região abrange muitos empreendimentos de agricultura familiar voltados para atividades de produção agropecuária (MAIA JÚNIOR; LOURENÇO, 2020).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a extração do fragmento florestal utilizado como área de estudo, e análise do seu entorno, foi inicialmente realizado o mapeamento do uso terra utilizando a ortofoto do sensor *Vexcel Ultracam* referente ao mês de junho de 2010, em composição cor verdadeira, cedida pelo Instituto Cartográfico do Estado de São Paulo (IGC, 2010). Para interpretação das classes de uso da terra foi aplicado o método de interpretação visual, sendo as classes definidas segundo o Manual do Uso da Terra (IBGE, 2013).

Para a extração do fragmento florestal para o ano de 2000 e análise do seu entorno, foi também realizado o mapeamento do uso da terra do ano de 2000, aplicando o procedimento de retificação apoiadas por imagens do *Google Earth Pro 7.3* (GOOGLE LLC, 2019), bem como o satélite Landsat 7 de agosto de 2000, Órbita/Ponto 219/076. Para o ano de 2020 foi utilizado a imagem do satélite CBERS 4-A de agosto de 2020, Órbita/Ponto 203/143. As imagens do Landsat 7 foram obtidas no catálogo do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS, 2010) e do CBERS 4-A do site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2020). Ambas foram projetadas para o Sistema de Projeção UTM Zona 23 Sul e Datum SIRGAS 2000; bem como utilizadas em cor verdadeira.



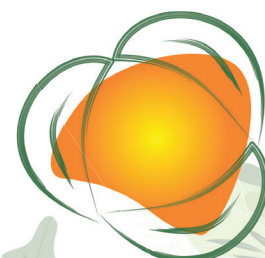
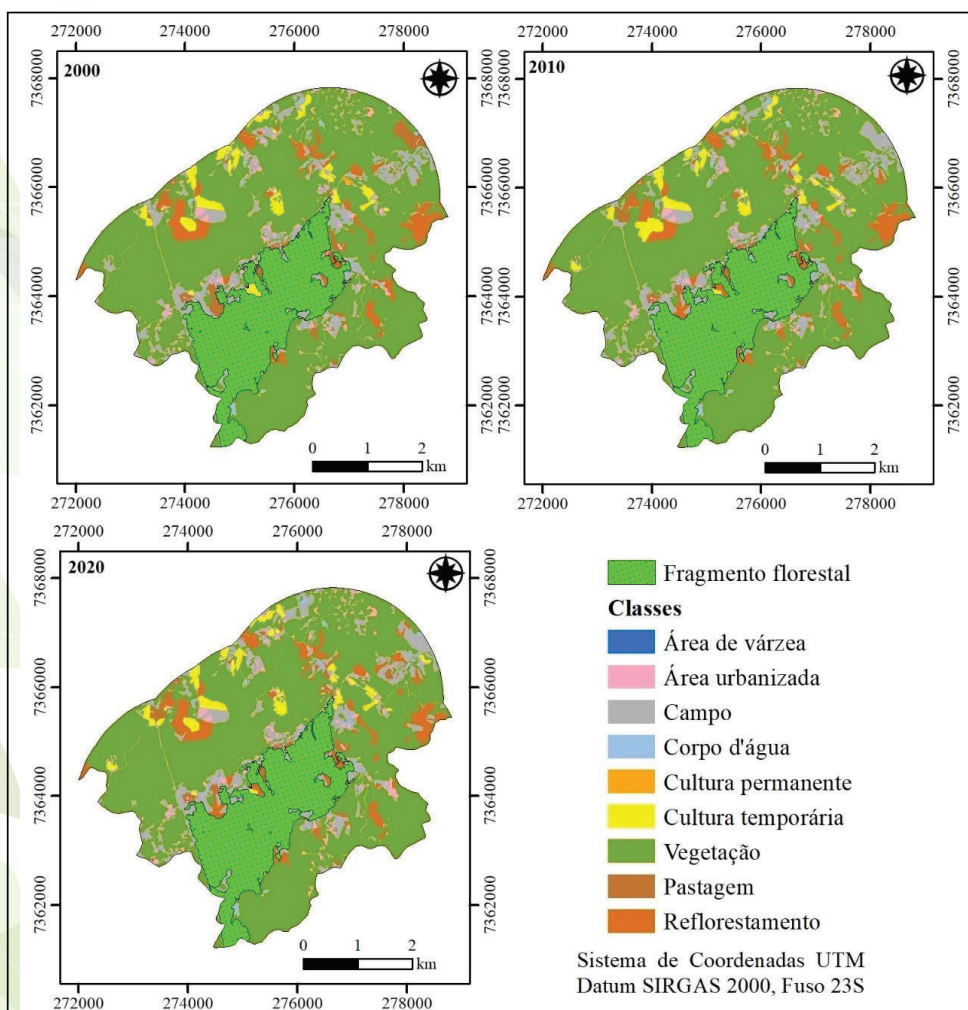
Após a seleção do fragmento florestal, foi gerado um *buffer* de 2 km em torno do limite do fragmento para análise temporal e espacial do uso da terra e cobertura vegetal no seu entorno.

Todos os procedimentos descritos anteriormente foram executados em ambiente ArcGIS 10.6 (ESRI, 2016).

RESULTADOS DISCUSSÃO

O Mapa uso da terra e cobertura vegetal para 2000, 2010 e 2020 é mostrado na Figura 02, sendo possível observar que ao longo do período estudado, o entorno do fragmento florestal é ocupado majoritariamente por vegetação, enquanto as outras classes encontram-se espalhadas.

Figura 02:
Mapa de uso da terra e cobertura vegetal no entorno do fragmento florestal para os anos 2000, 2010 e 2020.

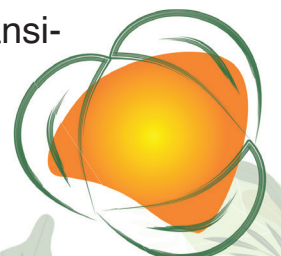


De acordo com PIROVANI *et al.* (2014), o fragmento pode ser caracterizado como de grandes dimensões, apesar de ter apresentado um decréscimo de 0,13% de 2000 a 2020 (Tabela 01). Mesmo mantendo-se entre 2000 e 2010 com uma área de 473,07 ha, notou-se para o ano de 2020 uma diminuição de 0,61 ha (total de 472,46 ha). Fragmentos florestais de 50 ha ou mais, são de extrema importância, uma vez que são responsáveis pela manutenção da biodiversidade e de processos ecológicos, bem com a ciclagem e recomposição de nutrientes e minerais dentro e no seu entorno (FORMAN; GODRON, 1986; VIDAL *et al.*, 2007).

Os valores obtidos confirmam o resultado visual, onde as áreas ocupadas por vegetação são responsáveis de 70% da cobertura da área total nos três períodos. Tal fato, assim como a grande área do fragmento florestal está relacionado ao histórico de ocupação da área de estudo, bem como pelas características físicas, ou seja, áreas com maior altitude e relevo mais acentuado (AMORIM *et al.*, 2019). Segundo Oliveira *et al.* (1997), locais com tais características costumam apresentar maior preservação se comparado com locais com menor altitude e relevo mais plano, uma vez que nestas áreas o custo da implantação de atividades antrópicas é mais elevado.

Ainda sobre as áreas com vegetação do entorno, mostra-se um aumento entre 2000 e 2010, mas entre 2010 e 2020 houve uma diminuição de 1,81% área em relação à 2010, que deixou a classe com menos área ocupada que o do período original (1516,1 ha, 1525,26 ha e 1497,68 ha, respectivamente), sendo a maior perda de área entre os dois períodos (Tabela 01).

A segunda classe com maior representatividade são as áreas de campo, com porcentagem variando entre 13,8% e 14,6% no entorno do FF; as quais estão distribuídas por toda a área e nota-se a sua alta presença no limite do fragmento florestal, contribuindo para o efeito de borda e para futuros processos de fragmentação (SANTOS *et al.*, 2017). Outra classe que chama atenção pela proximidade ao fragmento, são as áreas de reflorestamento (crescimento de 10,24% entre 2000 e 2020), porém sua presença gera discussão. Por um lado, afirma-se que esses ecossistemas favorecem a presença e trânsi-



to de dispersores, por outro, têm-se que sua presença auxilia no empobrecimento nutricional do solo (OLIVEIRA *et al.*, 2012).

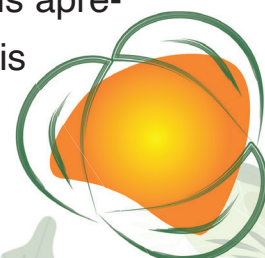
Tabela 01:
Quantitativo das classes de uso e cobertura da terra no entorno do fragmento florestal para os anos 2000, 2010 e 2020

Classe	2000		2010		Classe	
	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
FF	473,07	-	473,07	-	472,46	-
AV	0,37	0,02	0,37	0,02	0,77	0,04
AU	51,82	2,44	50,69	2,39	61,17	2,88
C	292,52	13,78	303,59	14,30	309,73	14,59
CA	22,89	1,08	19,94	0,94	22,67	1,07
CP	1,47	0,07	0	0,00	0,00	0,00
CT	65,02	3,06	64,95	3,06	63,21	2,98
P	45,67	2,15	24,63	1,16	28,29	1,33
R	126,51	5,96	132,94	6,26	139,46	6,57
V	1516,1	71,43	1525,26	71,87	1497,68	70,55
T s/FF	2122,37	100	2122,37	100	2122,98	100
T c/FF	2595,44	-	2595,44	-	2595,44	-

FF = Fragmento Florestal; AV = Área de várzea; AU = Área urbanizada; C = Campo; CA = Corpo d'água; CP = Cultura permanente; CT = Cultura temporária; P = Pastagem; R = Reflorestamento; V = Vegetação; T= Total; c/ = com e; s/ = sem.

Um crescimento preocupante são os das áreas urbanizadas. Entre 2000 e 2020 sua evolução foi de cerca de 18%. Sua presença, principalmente quando próxima ao fragmento florestal, são altamente prejudiciais uma vez que impedem o fluxo gênico, conectividade entre outros fragmentos florestais, além de sua presença incentivar à continuação da degradação ambiental (GUIMARÃES; PENHA, 2009).

Quanto às classes do uso da terra relacionados a atividade agropecuária, têm-se a diminuição das três classes (cultura permanente e temporária e pastagens). A cultura permanente esteve presente apenas em 2000 (com 1,47 ha; as culturas temporárias mostraram diminuição de cerca 3% entre 2000 e 2020 (65,02 ha e 63,21 ha, respectivamente) e as pastagens apresentou diminuição de aproximadamente 38% entre 2000 e 2020. Tais diminuições vão contra ao encontrado por Maia Júnior e Lourenço



(2020) para a BHRS, ou seja, bacia hidrográfica onde o fragmento florestal está localizado, dado que os pesquisadores encontraram o aumento das culturas temporárias e pastagens entre os anos 2008 e 2018; relacionadas com as características físicas do local.

CONCLUSÕES

Devido à sua extensão, o fragmento florestal é considerado um importante aliado na manutenção da biodiversidade, proteção à recursos hídricos, entre outros processos ambientais. No intervalo entre 2000 e 2020, o fragmento florestal não sofreu perda significativa, mas recomenda-se que haja medidas de preservação e de acompanhamento do mesmo, dado a perda e à heterogeneidade de classes de uso na sua borda.

O cenário do uso da terra para o seu entorno também não teve grandes alterações, mas o aumento das áreas urbanizadas possui certo grau de relevância e devem ser monitorados visto que as áreas cobertas por vegetação, apesar de extensas, foram reduzidas.

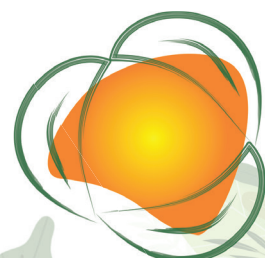
Deste modo, as ferramentas de » geoprocessamento e os procedimentos metodológicos adotados mostraram-se eficientes no sentido de expor o grau de intervenção antrópica no local a partir da análise espaço-temporal do uso da terra do fragmento florestal e seu entorno, podendo essas informações auxiliar em planos de gestão e desenvolvimento local, visando a preservação e conservação das florestas da área de estudo.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

REFERÊNCIAS

AMORIM, A. T.; SOUSA, J. A. P.; LOURENÇO, R. W. Indicador dos estágios de sucessão de fragmentos florestais do bioma Mata Atlântica. **Revista Brasileira de Cartografia**, vol.71, n.3, pp.756-780, 2019.



DUBREUIL, V.; FANTE, K. P.; PLANCHON, O.; SANT'ANNA NETO, J. L. Les types de climats annuels au Brésil: une application de la classification de Köppen de 1961 a 2015 **EchoGéo**, v. 41, p. 01-27, 2017.

ESRI. ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE. ArcGIS v. 10.6. 2016.

FILGUEIRAS, B. K. C.; MELO, D. H. A.; ANDERSEN, A. N.; TABARELLI, M.; LEAL, I. R. Cross-taxon congruence in insect responses to fragmentation of Brazilian Atlantic forest. **Ecological Indicators**, v. 98, p. 523-520, 2019.

FORMAN, R.T.T.; GODRON, M., 1986. **Landscape ecology**, 1 ed. Wiley & Sons, New York. G

GOOGLE LLC. Google Earth Pro, v. 7.3, Mountain View, 2019.

GUIMARÃES, N. A.; PENHA, J. W. Mapeamento das áreas de risco de inundação com a utilização do modelo digital de elevação hidrologicamente consistente: Estudo de caso em Muriaé-MG. **Revista Agrogeoambiental**, v. 1, n. 2, p. 46-52, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Manual técnico de uso da terra**. 3ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. 171 p.

INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO – IGC. Ortofoto Leste de SP. 2010. Disponível em: <<http://datageo.ambiente.sp.gov.br/>>. Acesso em: abr. 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. Satélite CBERS 4-A, São José dos Campos, SP. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/>. Acesso em: abr. 2021.

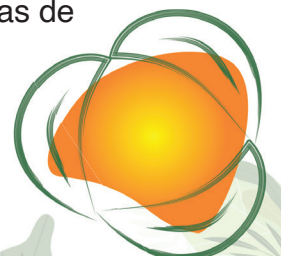
JOLY, C. A.; METZGER, J. P.; TABARELLI, M. Experiences from the Brazilian Atlantic Forest: ecological findings and conservation initiatives. **New phytologist**, v. 204, n. 3, p. 459-473, 2014.

MAIA JÚNIOR, L. P.; LOURENÇO, R. W.; Impactos das Mudanças no Uso e Cobertura da Terra Sobre a Variabilidade do Albedo na Bacia Hidrográfica do Rio Sorocabuçu (Ibiúna - Sp). **Revista Brasileira de Climatologia**, [S.l.], v. 27, p. 443 - 462, 2020.

MALHI, Y; SILMAN, M; SALINAS, M; BUSH, M; MEIR, P; SAATCHI, S. Elevation gradients in the tropics: laboratories for ecosystem ecology and global change research. **Global Change Biology**, v. 16, n. 12, p. 3171-3175, 2010.

MORELLATO, L. P. C.; HADDAD, C. F. B. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. **Biotropica**, v. 32, n. 4b, p. 786-792, 2000.

OLIVEIRA, A.H.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; AVANZI, J.C.; DA SILVA, M. A.; LIMA, G. C.; ARAÚJO, E.F. Escoamento superficial e perdas de solo em florestas de eucalipto no Rio Grande do Sul, RS. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, XXXIII., 2012, Uberlândia. **Anais...** p.1- 4.



OLIVEIRA, L.M.T.; SILVA, E.; BRITES, R.S.; SOUZA, A.L. Diagnóstico de fragmentos florestais nativos, em nível de paisagem, Eunápolis-BA. **Revista Árvore**, vol. 21, n. 4, 1997. pp. 501-510.

ORTIZ, J. L.; FREITAS, M. I. C. Mapeamento do uso da terra, vegetação e impactos ambientais por meio de sensoriamento remoto e geoprocessamento. **Geociências**, v. 24, n. 1, p. 91-104, 2005.

PIROVANI, D. B.; SILVA, A. G.; SANTOS, A. R.; CECÍLIO, R. A.; GLERIANI, J. M.; MARTINS, S. V. Análise Espacial de Fragmentos Florestais na Bacia do Rio Itapemirim, ES. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 38, n. 2, p. 271-281. 2014.

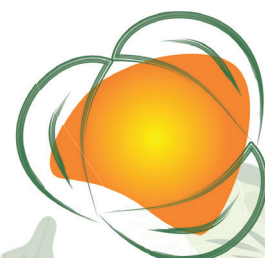
REZENDE, C. L.; SCARANO, F. R.; ASSAD, E. D.; JOLY, C. A.; METZGER, J. P.; STRASSBURG, B. B. N.; TABARELLI, M.; FONSECA, G. A.; MITTERMEIER, R. A. From hotspot to hopespot: An opportunity for the Brazilian Atlantic Forest. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 16, n. 4, p. 208-214, 2018.

SANTOS, J.F.C.; MENDONÇA, B.A.F.; ARAÚJO, E.J.G.; ANDRADE, C.F. Fragmentação florestal na Mata Atlântica: o caso do município de Paraíba do Sul, RJ, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, vol. 15, n. 3, 2017. pp. 151-158.

TAFFARELLO, D.; CALIJURI, M. C.; VIANI, R. A. G.; MARENGO, J. A.; MENDIONDO, E.M. Hydrological services in the Atlantic Forest, Brazil: An ecosystem-based adaptation using ecohydrological monitoring. **Climate Services**, v. 8, p. 1-16, 2017.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY – USGS. LANDSAT-7, ETM+ SLC-on, **Earth Explorer**, Reston, VA. Disponível em: <http://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: abr. 2021.

VIDAL, M.; PIVELLO, V.; MEIRELLES, S.; METZGER, J. Produção De Serapilheira Em Floresta Atlântica Secundária Numa Paisagem Fragmentada (Ibiúna, SP): Importância Da Borda E Tamanho Dos Fragmentos. **Revista Brasileira De Botânica**. V.30, n.3, p.521-532, jul.-set. 2007.





COVID-19 E AGROECOLOGIA: ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA ESQUEMATIZADA

THIAGO COSTA FERREIRA¹
GILCEAN SILVA ALVES²
CLAUDIOMIR SILVA SANTOS³
FABRICIO SANTOS RITA⁴

AÇÕES ANTRÓPICAS SOBRE O MEIO AMBIENTE

RESUMO

Pesquisas bibliométricas podem ser úteis para gerenciar os processos de fomento e visualização de saberes, por meio da sumarização e categorização dos processos de planejamento e execução de projetos e pesquisas científicas. Assim, sendo em virtude da atualidade da temática do Covid-19 e do seu reflexo em todos os campos da produção humana, tal temática foi ligada à proposta da Agroecologia, por meio de uma análise bibliométrica, sendo este o objetivo desta pesquisa. Para tal produção, os dados foram obtidos na plataforma *Web of Science* (WoS), dentro do espaço temporal de 2000 e 2021; com a utilização das palavras “agroecolog*” e “Covid-19”. Os dados obtidos foram categorizados com perspectivas de quantificação da produção, regionalidade e temáticas. Assim, foram encontrados 27 documentos diferentes, estes com uma média de citação de 4,07 por item/ano, com um número total de 110 citações que interligam estes trabalhos em outros com uma média de 90 citações em cada item e um h-index de 6. Os trabalhos mais citados tem como temática a ligação estreita entre a Agroecologia e o enfrentamento ao Covid-19. Com maiores produções na área de Agricultura, no ano de 2021, a instituição *California University System*, vários autores tiveram uma produção relevante, o país melhor colocado foi o EUA e o periódico *Journal of Peasant Studies* foi

58

1 Dr. em Agronomia, Pesquisador bolsista no Instituto Nacional do Semiárido – Grupo de Desertificação e Agroecologia, thiago.ferreira@insa.gov.br;

2 Dr. em Agronomia, Professor no Instituto Federal da Paraíba – Campus de João Pessoa, email@gmail.com.

3 Prof. Dr. IFSULDEMINAS – e mail: claudiomirsilvasantos@gmail.com

4 Prof. Dr. IFSULDEMINAS– e mail: fabriciosantosrita@gmail.com



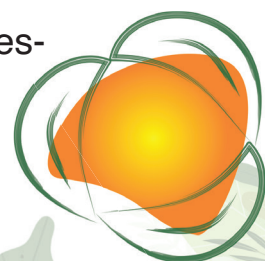
o mais relevante nesta pesquisa. As principais palavras-chave foram Desertificação, Semiárido, Seca, Degradação e Antropização. Os principais temas abordados foram diversidade, saúde e mudanças climáticas. Os artigos em sua totalidade abordam a temática do enfrentamento a Covid-19, em termos produtivos e de consumo, em observância e relação com as bases científicas propostas por esta ciência.

Palavras-chave: Meio Ambiente; Saúde, Conhecimento, Científica.

INTRODUÇÃO

Agroecologia, como ciência atual, baseia-se em saberes antropológicos em virtude de ações, ferramentas e conceitos que visam a produção agrícola, a sustentabilidade e a segurança e política alimentar, sustentabilidade e ação social, segundo descrevem Altieri e Nichols (2020 a), (2020 b) e (2020 c). Estes conhecimentos basilares são confrontados com os saberes da atualidade, permitindo uma matriz de diálogo, sugestões produtivas e de consumo e uma maior viabilidade de questões sociais ao processo de produção e consumo no mundo, conforme é descrito por Conti *et al.* (2020). Também, esta ciência, faz uso de saberes filosóficos, para além da sociedade atual, aos quais foram produzidos por diversos ramos da ciência, de acordo com os escritos de Córdoba (2021). Tal ciência tem por bases fundamentais a responsabilidade de promover a sustentabilidade do setor agropecuário e a promoção qualidade de vida aos envolvidos neste processo, de acordo com Gliessman (2020). Para Canfield *et al.* (2021), são envolvidos nestes processos vários atores sociais, delimitando saberes que são úteis para a produção nos agroecossistemas e o consumo de seus produtos.

Permeando assim, portanto, por saberes sociais, a Agroecologia, segundo afirmam Córdoba *et al.* (2021) e Danthu *et al.* (2020), ao qual são produzidas inúmeras ligações que permitem a associação a uma discussão mais apurada, implicando num melhor embasamento nos processos de segurança nutricional e alimentar e sobrevivência. Provendo ações, ou pelo menos baseando estas, no sentido da resiliência, por meio do entendimento de como as populações, como personagem-interventores ativos, podem corres-



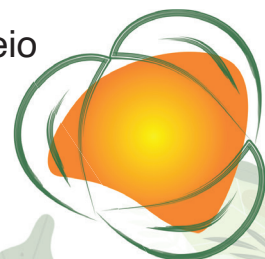
ponder frente a adversidades ambientais, sociais e econômicas, segundo ilustram Gandini et al. (2021) e Gemmill-Herren (2020).

Dentre estes processos ocorrentes no antropoceno recente, com reflexos na atualidade e no futuro, tem sido destacada na literatura a pandemia de Covid-19, conforme afirmam Cordoba *et al.* (2021), Gandini *et al.* (2021), Gemmill-Herren (2020) e Danthu *et al.* (2020). Esta pandemia, tem como agente causal um vírus do grupo dos Coronavírus, denominado de SAR-COV-2, que sofreu mutações e passou de um vírus infectante em animais de diversas espécies, sem maiores danos, para um vírus de grande importância na saúde humana, conforme descrevem Altieri e Nichols (2020 a), (2020 b) e (2020 c).

Biologicamente, este vírus é constituído de RNA (material genético) envelopado por uma cápsula proteica, disseminado pelo mundo após seu primeiro relato como patógeno humano na província de Wuhan, na China, conforme afirmam Gliessman (2020) e Canfield *et al.* (2021). Populações do mundo inteiro foram afetadas por este agente patogênico, causador, dentre outros processos de problemas respiratórios, que podem se agravar, levando em muitos casos a perda de funções importantes no corpo e a morte, segundo afirmam Jha et al. (2021), Jumba et al. (2020) e Loker *et al.* (2020).

Em meio a crise global promovida por este agente, os processos produtivos ligados a um exacerbado consumo, massificação da produção, mudanças climáticas, entre outros, permeiam a base que fomentou a erupção deste processo em todo o mundo, segundo Jah *et al.* (2020). Sendo assim, conforme descrevem Altieri e Nichols (2020 a), (2020 b) e (2020 c), a Agroecologia pode ser uma fonte de conhecimentos importantes para a (re)construção da realidade pós Covid-19, também uma fonte de métodos e técnicas que descrevem os possíveis motivos desta pandemia.

Mediante estes fatores descritos, já afirmando de acordo com Canfield *et al.* (2021), teóricos em Agroecologia de várias partes do mundo, produziram materiais científicos que interligam as temáticas apresentadas anteriormente. A reunião desses conteúdos, por meio de ações de gestão de conhecimentos, pode ser uma necessidade de reunião de conhecimento, por meio de métodos de reunião de dados, como por exemplo, uma revisão



bibliométrica, conforme descrevem Mongeon e Paul-Hus (2016) e Kannan e Thanuskodi (2019). Esta análise permite que sejam melhor visualizados os conhecimentos publicados em uma determinada área, em vista espacial e temporal, permitindo questionamentos e ponderações sobre a quantidade, qualidade e autorias das informações publicadas, segundo afirmam Van Eck e Waltman (2010) e Huang *et al.* (2020).

Portanto, a pesquisa bibliométrica pode ser útil para que sejam melhor gerenciados os processos de produção de conhecimentos, em qualquer área do conhecimento científico, sendo assim o objetivo deste artigo foi sumarizar em virtude de uma análise bibliométrica a temática da Covid-19 e Agroecologia.

METODOLOGIA

Para a produção desta pesquisa bibliométrica os dados foram obtidos na plataforma *Web of Science* (WoS), dentro do espaço temporal de 2000 e 2021; no final de Junho de 2021, em análise sistêmica tendo em vista as expansões SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, CPCI-S, CPCI-SSH, ESCI; com a utilização das palavras “*covid-19*” e “*agroecolog**”. Os dados obtidos foram categorizados com a seguinte perspectiva: áreas de pesquisa, locais de produção, frequência de publicações, agências de fomento, mais importante autores e coautores, periódicos, temáticas de trabalho e dados bibliométricos. A busca ocorreu em 30/06/2021, no sítio do *WoS* por meio da permissão da Plataforma Capes, via registro do Instituto Nacional do Semiárido (MCTI – Brasil).

Os meios de produção de dados desta pesquisa foram baseados nos escritos de Mongeon e Paul-Hus (2016) e Kannan e Thanuskodi (2019). Estes foram analisados por meio do programa VOSviewer, com a especificação de pelo menos 2 incidências de palavras, conforme metodologia propostas por Van Eck e Waltman (2010) e Huang *et al.* (2020).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

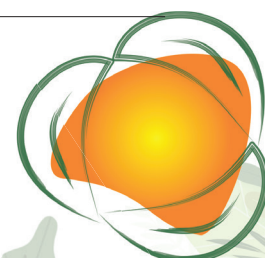
Os dados obtidos foram categorizados com perspectivas de quantificação da produção, regionalidade e temáticas. Assim, foram



encontrados 27 documentos diferentes, estes com uma média de citação de 4,07 por item/ano, com um número total de 110 citações que interligam estes trabalhos em outros com uma média de 90 citações em cada item e um h-index de 6. Os artigos citados nesta pesquisa estão descritos na Tabela 1, e seu resumo esquemático descrito a seguir.

Tabela 1. Dez artigos mais citados, segundo os dados obtidos para esta pesquisa.

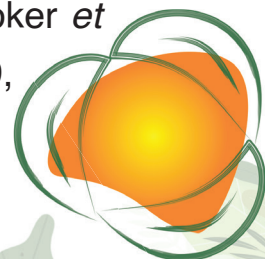
Título	Autores	Título da fonte
Agroecology and the reconstruction of a post-COVID-19 agriculture	Altieri e Nicholls (2020)	<i>Journal Of Peasant Studies</i>
From biomedical to politico-economic crisis: the food system in times of Covid-19	van der Ploeg (2020)	<i>Journal Of Peasant Studies</i>
Agroecology and the emergence of a post COVID-19 agriculture	Altieri e Nicholls (2020)	<i>Agriculture And Human Values</i>
This food crisis is different: COVID-19 and the fragility of the neoliberal food security order	Clapp et al. (2020)	<i>Journal Of Peasant Studies</i>
Reconstructing tourism in the Caribbean: connecting pandemic recovery, climate resilience and sustainable tourism through mobility justice	Mini (2021)	<i>Journal Of Sustainable Tourism</i>
Informal food chains and agrobiodiversity need strengthening-not weakening-to address food security amidst the COVID-19 crisis in South America	Zimmerer et al. (2020a)	<i>Food Security</i>
Indigenous Smallholder Struggles in Peru: Nutrition Security, Agrobiodiversity, and Food Sovereignty amid Transforming Global Systems and Climate Change	Zimmerer et al. (2020b)	<i>Journal Of Latin American Geography</i>
Urban food sovereignty: urgent need for agroecology and systems thinking in a post-COVID-19 future	Loker e Charles (2020)	<i>Agroecology And Sustainable Food Systems</i>
Closing the circle: an agroecological response to covid-19	Gemmill-Herren (2020)	<i>Agriculture And Human Values</i>
The clove tree and its products (clove bud, clove oil, eugenol): prosperous today but what of tomorrow's restrictions?	Danthu et al. (2020)	<i>Fruits</i>



A temática central é intimamente ligada a necessidade da utilização de saberes da Agroecologia, como sendo uma ciência basilar e coerente, no qual os saberes que podem evitar futuros e problemas como do Covid-19 segundo descrevem Altieri e Nichols (2020 a), (2020 b) e (2020 c). Altieri e Nichols (2020 a), (2020 b) e (2020 c) afirmam que sem a prática ecológica tanto produtiva, quanto de consumo, em relação principalmente aos recursos naturais e meios de produção outras catastrofes poderão ocorrer em um futuro próximo. Segundo Conti et al. (2020), a Agroecologia interliga os saberes de maneiras responsáveis e convenientes, em razão do equilíbrio entre o uso e a restauração e a conversação ambiental. Para Córdoba (2021), a base filosófica desta ciência permite que sejam esclarecidos diversos pontos relativos ao antropoceno, suas mudanças e problemáticas. Problemáticas estas, descritas por Gliessman (2020), como sendo intimamente ligada a condição de produção de bens e de serviços, vigente na atualidade, e para Canfield *et al.* (2021) é bastante claro que a humanidade, como um todo é um ator importante neste processo.

Córdoba *et al.* (2021) e Danthu *et al.* (2020), afirmam que a soberania alimentar, no mundo, bem como ações de políticas de proteção e consumo, devem estar alinhadas para que problemas como o do Covid-19 sejam melhor geridos, caso aconteçam no futuro. Principalmente, com respaldo no que descrevem Gandini *et al.* (2021) e Gemmill-Herren (2020), aos quais estes fatores devem ser observados em consonância com cada uma das particularidades que uma dada região geográfica apresenta. Pois, de Córdoba *et al.* (2021), Gandini *et al.* (2021), Gemmill-Herren (2020) e Danthu *et al.* (2020), a melhor forma de serem construídos protocolos de decisão seria manejar a produção em agroecossistemas de maneira coerente com a regionalidade, implicando em métodos e formas de consumo também.

Altieri e Nichols (2020 a), (2020 b) e (2020 c) descrevem que tem sido crescente e recorrente a ocorrência destas zoonoses nos últimos séculos, que assumem, assim, proporções mundiais, conforme afirmam Gliessman (2020) e Canfield *et al.* (2021). Jha *et al.* (2021), Jumba et al. (2020) e Loker *et al.* (2020) afirmam que em meio a crise global, como a do Covi-19,

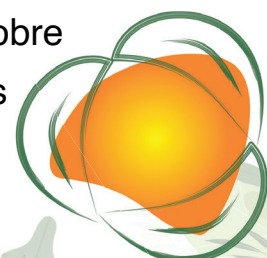


a proteção a segurança alimentar e social deve ser um processo importante, haja vista que são a base da sociedade.

Em relação a regiões geográficas, foram descritas algumas em específico na pesquisa, sendo estas o Caribe, descrito por Mimi (2020); Sul-america, em que os autores Cordoba *et al.* (2020), Gras e Valeria (2020), Sauer (2020), Tittonnell (2020), Zimmerer *et al.* (2020a) e Zimmerer *et al.* (2020 b) discorrem sobre as particularidades de trabalho nesta região; sobre ações no continente Africano, Conti *et al.* (2020), Jumba *et al.* (2020), Middendorf *et al.* (2020) e Jha *et al.* (2020), fazem suas ponderações. Para é areas europeias, Perrin *et al.* (2021) e Zone (2021) descrevem importantes dados e propostas. Em relação ao estudo em áreas urbanas de produção, Loker e Charles (2020) fazem suas considerações. Os demais artigos, tratam de maneira global a questão do Covid-19 e Agroecologia, conforme exemplificado por Altieri e Nichols (2020 a), (2020 b) e (2020 c), Gliessman (2020), Canfield *et al.* (2021), Jha *et al.* (2021), Jumba *et al.* (2020) e Loker *et al.* (2020).

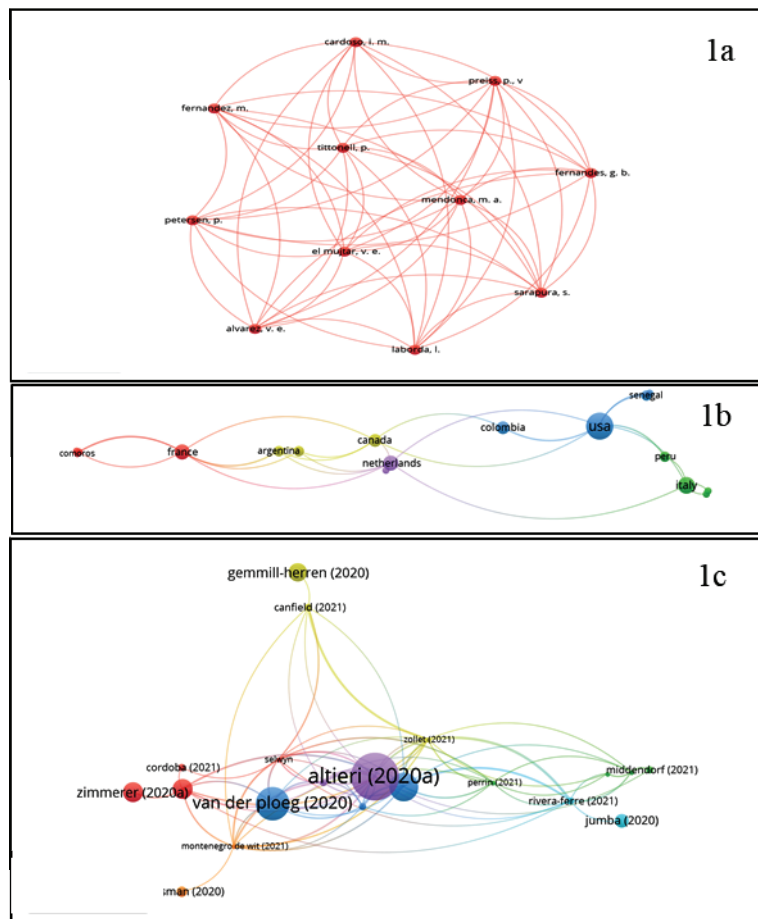
Com maiores produções na área de Agricultura, conforme pode ser exemplificado em Altieri e Nichols (2020 a), (2020 b) e (2020 c), Gliessman (2020). O ano de 2021, foi o mais relevante, conforme pode ser exemplificado pelos artigos Canfield *et al.* (2021), Conti *et al.* (2021), Corboa *et al.* (2021), De Wit (2021), Gras e Hernandez (2021) e Midderndorf (2021). A instituição California University System, foi pronundiada como a maior produtora de conhecimento, com os artigos de Altieri e Nichols (2020 a), (2020 b) e (2020 c). Vários autores tiveram uma produção relevante, sendo destacada a produção dos autores Altieri e Nichols (2020 a), (2020 b) e (2020 c) e Gliessman (2020), pela sua alta taxa de citação, dentro desse periodo examinado. O periódico Journal of Peasant Studies foi o mais relevante nesta pesquisa, com a publicação dos artigos de De Wit (2021) e Sauer (2020).e valores, não deixe dúvida sobre comparações.

Em vista a rede de autores citados, tendo como base a análise do Vos-Vier, existe uma semelhança dentre o universo amostrado, sobre a quantidade de citações e interligações, perfazendo um só clado (Figura 1a). Sobre os países, podem ser visualizados os clados ligados aos Estados

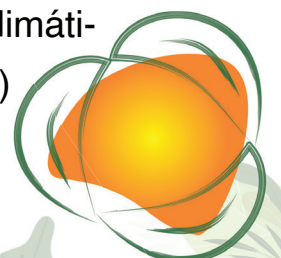


Unidos (Azul), ligado a proposta dos artigos de Altieri e Nichols (2020 a), (2020 b) e (2020 c); em verde, uma centralidade na Itália, com Zollet *et al.* (2021); em roxo, com a Holanda; amarelo com Canadá e vermelho com a França, em centralidades, como sendo clados secundários (Figura 1b). Tendo como semelhantes de artigos, em citação, na Figura 1c, pode ser vista centralidade do artigo de Altieri e Nichols (2020 a), em vermelho; de maneira secundária, os artigos de Clapp e Moseley (2020), em amarelo; Van der Ploeg (2020), em azul, e Jumba *et al.* (2020) e Gemmill-Herren (2020), em verde.

Figure 1 Gráficos de ligação de autores (a), países (b) e citações (c) para pesquisa bibliométrica com a utilização das palavras “*COVID-19*” e “*agroecolog**”, busca no sítio do WoS e temporalidade de 2020-2021.

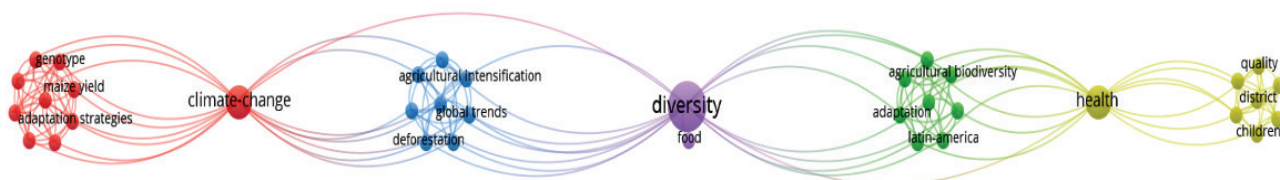


Os principais temas pesquisados são: na centralidade o termo diversidade, Altieri e Nichols (2020 a), (2020 b) e (2020 c); desmatamento, em azul, com os artigos Sauer (2020), Tittonnell (2020), Zimmerer *et al.* (2020a) e Zimmerer *et al.* (2020 b), em vermelho, os artigos ligados a mudanças climáticas Conti *et al.* (2020), Jumba *et al.* (2020), Middendorf *et al.* (2020) e Jha *et al.* (2020); representado pelos artigos em verde ecologia



política e adaptação, segundo autores como Gandini *et al.* (2021), Gemmill-Herren (2020) e Danthu *et al.* (2020); em amarelo, saúde, crianças e insetos, por artigos como Cordoba *et al.* (2021), Gandini *et al.* (2021), Gemmill-Herren (2020) e Danthu *et al.* (2020) (Figura 2).

Figure 2. Gráficos de ligação de temáticas para pesquisa bibliométrica com a utilização das palavras “*covid-19*” e “*agroecolog**”, busca no sítio do *WoS* e temporalidade de 2019-2021.



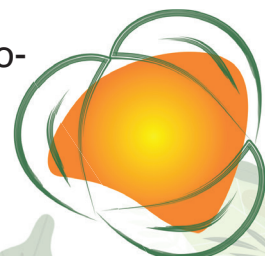
Os principais palavras chave, temos: na centralidade o termo diversidade, Altieri e Nichols (2020 a), (2020 b) e (2020 c); desmatamento, produção agrícola e monocultura, em azul, com os artigos Sauer (2020), Tittonnell (2020), Zimmerer *et al.* (2020a) e Zimmerer *et al.* (2020 b); em vermelho, os artigos ligados a mudanças climáticas, estratégias de convívio e resiliência, com os artigos de Conti *et al.* (2020), Jumba *et al.* (2020), Middendorf *et al.* (2020) e Jha *et al.* (2020); representado pelos artigos em verde, agricultura, biodiversidade América Latina, segundo autores como Gandini *et al.* (2021), Gemmill-Herren (2020) e Danthu *et al.* (2020); em amarelo, saúde, crianças e insetos, por artigos como Cordoba *et al.* (2021), Gandini *et al.* (2021), Gemmill-Herren (2020) e Danthu *et al.* (2020) (Figura 3).

Figure 3. Gráficos de ligação de palavras-chaves para pesquisa bibliométrica com a utilização das palavras “*covid-19*” e “*agroecolog**”, busca no sítio do *WoS* e temporalidade de 2020-2021.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa realizada no *WoS* com a busca palavras “*agroecolog**” e “*Covid-19*”, entre 2000-2021, foram encontrados 27 docu-



mentos diferentes, estes com uma média de citação de 4,07 por item/ano, com um número total de 110 citações que interligam estes trabalhos em outros com uma média de 90 citações em cada item e um h-index de 6. Os trabalhos mais citados tem como temática a ligação estreita entre a Agroecologia e o enfrentamento ao Covid-19. Com maiores produções na área de Agricultura, no ano de 2021, a *instituição California University System*, vários autores tiveram uma produção relevante, o país melhor colocado foi o EUA e o periódico *Journal of Peasant Studies* foram os mais relevantes nesta pesquisa. As principais palavras-chave foram Desertificação, Semiárido, Seca, Degradação e Antropização. Os principais temas abordados foram diversidade, saúde e mudanças climáticas. Os artigos em sua totalidade abordam a temática do enfrentamento a Covid-19, em termos produtivos e de consumo, em observância e relação com as bases científicas propostas por esta ciência.

REFERÊNCIAS

ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. Agroecology and the emergence of a post COVID-19 agriculture. **Agriculture and Human Values**, v. 37, n. 3, p. 525-526, 2020 a.

ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. Agroecology and the reconstruction of a post-COVID-19 agriculture. **Journal of Peasant Studies**, v. 47, n. 5, p. 881-898, 2020 b.

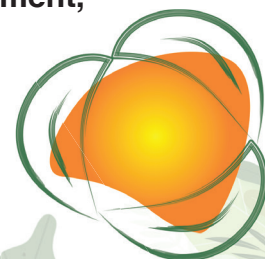
ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. Agroecology: Challenges and opportunities for farming in the Anthropocene. **International Journal of Agriculture and Natural Resources**, v. 47, n. 3, p. 204-215, 2020 c.

CANFIELD, M.; ANDERSON, M. D.; MCMICHAEL, P. UN Food Systems Summit 2021: Dismantling Democracy and Resetting Corporate Control of Food Systems. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 5, p. 15, 2021.

CLAPP, J.; MOSELEY, W. G. This food crisis is different: COVID-19 and the fragility of the neoliberal food security order. **Journal of Peasant Studies**, v. 47, n. 7, p. 1393-1417, 2020.

CONTI, M. V. et al. Novel Foods and Sustainability as Means to Counteract Malnutrition in Madagascar. **Molecules**, v. 26, n. 8, p. 12, 2021.

CORDOBA, D.; PEREDO, A. M.; CHAVES, P. Shaping alternatives to development: Solidarity and reciprocity in the Andes during COVID-19. **World Development**, v. 139, p. 10, 2021.



DANTHU, P. et al. The clove tree and its products (clove bud, clove oil, eugenol): prosperous today but what of tomorrow's restrictions? **Fruits**, v. 75, n. 5, p. 224-242, 2020.

DE WIT, M. M. What grows from a pandemic? Toward an abolitionist agroecology. **Journal of Peasant Studies**, v. 48, n. 1, p. 99-136, 2021.

GANDINI, G.; HIEMSTRA, S. J. Farm animal genetic resources and the COVID-19 pandemic. **Animal Frontiers**, v. 11, n. 1, p. 54-56, 2021.

GEMMILL-HERREN, B. Closing the circle: an agroecological response to covid-19. **Agriculture and Human Values**, v. 37, n. 3, p. 613-614, 2020.

GLIESSMAN, S. Confronting Covid-19 with agroecology. **Agroecology and Sustainable Food Systems**, v. 44, n. 9, p. 1115-1117, 2020.

GRAS, C.; HERNANDEZ, V. Global agri-food chains in times of COVID-19: The state, agribusiness, and agroecology in Argentina. **Journal of Agrarian Change**, v. 21, n. 3, p. 629-637, 2021.

HUANG, I.; LIM, M.N.; PRANATA, R. Diabetes mellitus is associated with increased mortality and severity of disease in COVID-19 pneumonia—a systematic review, meta-analysis, and meta-regression. **Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews**, v. 14, n. 4, p. 395-403, 2020.

JHA, P. K. *et al.* Projecting potential impact of COVID-19 on major cereal crops in Senegal and Burkina Faso using crop simulation models. **Agricultural Systems**, v. 190, p. 12, 2021.

JUMBA, F. R. *et al.* COVID 19: Lets act now: the urgent need for upscaling agroecology in Uganda (2020). **International Journal of Agricultural Sustainability**, v. 18, n. 6, p. 449-455, 2020.

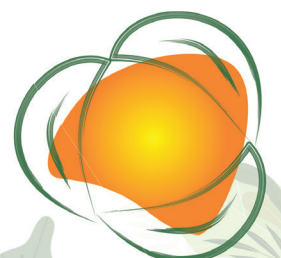
KANNAN, P.; THANUSKODI, S. Bibliometric analysis of library philosophy and practice: A study based on Scopus Database. **Library Philosophy and Practice**, p. 1-13, 2019.

LOKER, A.; FRANCIS, C. Urban food sovereignty: urgent need for agroecology and systems thinking in a post-COVID-19 future. **Agroecology and Sustainable Food Systems**, v. 44, n. 9, p. 1118-1123, 2020.

MIDDENDORF, B. J. *et al.* Smallholder farmer perceptions about the impact of COVID-19 on agriculture and livelihoods in Senegal. **Agricultural Systems**, v. 190, p. 11, 2021.

MONGEON, P.; PAUL-HUS, A. The journal coverage of Web of Science and Scopus: a comparative analysis. **Scientometrics**, v. 106, n. 1, p. 213-228, 2016.

PERRIN, A.; MARTIN, G. Resilience of French organic dairy cattle farms and supply chains to the Covid-19 pandemic. **Agricultural Systems**, v. 190, p. 10, 2021.



RIVERA-FERRE, M. G. *et al.* The two-way relationship between food systems and the COVID19 pandemic: causes and consequences. **Agricultural Systems**, v. 191, p. 14, 2021.

SAUER, S. Interview with Joao Pedro Stedile, national leader of the MST - Brazil. **Journal of Peasant Studies**, v. 47, n. 5, p. 927-943, Jul 2020.

SHELLER, M. Reconstructing tourism in the Caribbean: connecting pandemic recovery, climate resilience and sustainable tourism through mobility justice. **Journal of Sustainable Tourism**, v. 29, n. 9, p. 1436-1449, Sep 2021.

TITTONELL, P. *et al.* Emerging responses to the COVID-19 crisis from family farming and the agroecology movement in Latin America & ndash; A rediscovery of food, farmers and collective action. **Agricultural Systems**, v. 190, p. 16, 2021.

VAN DER PLOEG, J. D. From biomedical to politico-economic crisis: the food system in times of Covid-19. **Journal of Peasant Studies**, v. 47, n. 5, p. 944-972, 2020.


VAN ECK, N.J.; WALTMAN, L. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. **scientometrics**, v. 84, n. 2, p. 523-538, 2010.

WEB OF SCIENCE. **Research: “agroecolog*” e “Covid-19”, between 2000-2021**. Disponível em: http://wcs.webofknowledge.com/RA/analyze.do?product=WOS&SID=6FCZirv8RE49JsxK25D&field=TASCA_JCRCategories_JCRCategories_en&yearSort=false e acesso em: 30.06.21.

ZIMMERER, K. S. *et al.* Indigenous Smallholder Struggles in Peru: Nutrition Security, Agrobiodiversity, and Food Sovereignty amid Transforming Global Systems and Climate Change. **Journal of Latin American Geography**, v. 19, n. 3, p. 74-111, 2020.

ZOLLET, S. *et al.* Towards Territorially Embedded, Equitable and Resilient Food Systems? Insights from Grassroots Responses to COVID-19 in Italy and the City Region of Rome. **Sustainability**, v. 13, n. 5, p. 24, 2021.





CONTRIBUIÇÃO DO BANCO DE FORMAS DORMENTES PARA A COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA ATIVA DE DOIS CORPOS D'ÁGUA NA SERRA DA MANTIQUEIRA

HUGO DE MELLO BATISTA¹

KARIN DE PAULA REIS²

MARIA JOSÉ DOS SANTOS-WISNIEWSKI³

REAPROVEITAMENTO, REUTILIZAÇÃO E TRATAMENTO DE RESÍDUOS

RESUMO

A diapausa é um processo utilizado pelo zooplâncton para manutenção da comunidade durante períodos de estresse ambiental. Os organismos reconhecem alterações na coluna d'água através de receptores hormonais e produzem formas dormentes que são direcionadas pela coluna para o sedimento e podem ficar viáveis por grandes períodos. O objetivo deste estudo foi conhecer as espécies zooplanctônicas do banco de formas dormentes de dois pequenos corpos d'água na Serra da Mantiqueira. O sedimento foi coletado em julho de 2014 e os ovos separados e mantidos por 30 dias em água de fonte natural reconstituída para eclosão. Foram registradas 32 espécies dos três principais grupos zooplanctônicos: Cladocera (15), Rotifera (14) e Copepoda (3). A diferença na riqueza de espécies entre os bancos no sedimento (26 e 12) pode estar relacionada à maior heterogeneidade ambiental devido a presença de macrófitas que possibilitam o desenvolvimento de maior variedade de espécies. Foram registradas espécies das famílias *Chydoridae* e *Macrothricidae*, típicas de região litorânea e das famílias *Daphnidae*, *Bosminidae* e *Moinidae*, que são características de região limnética. O banco de formas

70

1 MsC. Universidade Federal de Alfenas – Departamento de Ciências da Natureza, hugomello@globocom.

2 Lab. de Comunidades Aquáticas da Controle Analítico, karinreis@hotmail.com.

3 Profa. Dr. Universidade Federal de Alfenas – Departamento de Ciências da Natureza, czw@gmail.com.



dormentes é uma importante reserva genética para o repovoamento da coluna d'água após períodos de estresse nestes corpos d'água que, devido a altitude e isolamento geográfico, são locais propícios para o desenvolvimento de espécies endêmicas. Também, identificar a comunidade zooplanctônica passiva destes locais permitiu conhecer as espécies potencialmente disponíveis para colonizar a coluna d'água após períodos de instabilidade ambiental e contribui para estudos relacionados ao zooplâncton de regiões tropicais de altitude.

Palavras-chave: Diapausa; Ovos; Sedimento; Zooplâncton, Dormência.

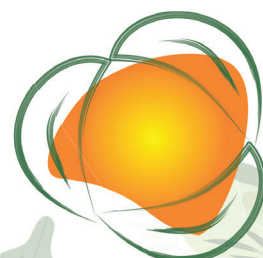
INTRODUÇÃO

A produção de formas dormentes pela comunidade zooplanctônica, denominada diapausa, está relacionada a fatores bióticos e abióticos e é controlada por um mecanismo hormonal que induz a produção do ovo quando fatores geradores de estresse, como alteração na temperatura ou diminuição de alimento (ALEKSEEV et al., 2006). A diapausa é uma estratégia de sobrevivência da comunidade e garante da preservação dos indivíduos através do tempo e do espaço (quando são transportados por vetores animais) (ALEKSEEV et al., 2006; PIETRZAK; SLUSARCZYK, 2006).

Os ovos precisam passar por um período refratário antes de eclodirem (STROSS, 1987) e sua viabilidade depende de fatores fisiológicos e morfológicos (FRYER; SMYLY, 1954), mas podem continuar viáveis por longos períodos de tempo (HAIRSTON; OLDS, 1987). A quebra de dormência é necessária para que ocorra a eclosão e nem todos os ovos presentes no sedimento adquirem os estímulos necessários para o início do processo e acabam se acumulando por grandes intervalos de tempo, formando o banco de ovos (SANTANGELO, 2009). A eclosão só ocorre quando os ovos estão em fase competente e em condições favoráveis (GRICE; MARCUS, 1981).

O objetivo deste estudo foi conhecer as espécies zooplanctônicas do banco de formas dormentes de dois pequenos corpos d'água na Serra da Mantiqueira, contribuindo com estudos sobre a comunidade passiva.

METODOLOGIA



As amostras foram coletadas em de julho de 2014, no Lago Guanabara (21°S 58'56" / 45°W 20'46") e no Açude São Vicente (21°S 59'21" / 45°W 38'45"), na Serra da Mantiqueira. O Lago Guanabara, um sistema artificial, com grande influência antrópica, está localizado na cidade de Lambari e é utilizado para recreação, turismo e despejo de esgoto sanitário e está a 886 metros de altitude. O Açude São Vicente localiza-se na zona rural do município de Careaçú, tem uma grande quantidade de gramíneas ao seu redor e presença de macrófitas; é uma área onde a ação antrópica está em estágio inicial e está a uma altitude de 847 m.

As amostras de sedimento foram obtidas com testemunhador Kajak-Brinkhusrt (K- B corer) em 4 pontos de cada corpo d'água, distribuídos em regiões litorânea e limnética. Os ovos foram separados do sedimento pela técnica de flotação por açúcar (ONBÉ, 1978; MAIA-BARBOSA et al, 2003), colocados em recipientes de 1 L para a eclosão e mantidos em câmara de incubação sob uma temperatura de 25°C ±2 e fotoperíodo controlado (12 horas claro/12 horas escuro). Foi utilizada água reconstituída a partir da água de uma fonte natural (Saliba) com características como pH em torno de 5,9, oxigênio dissolvido com variação de 6,2 mg L⁻¹. A eclosão dos ovos foi acompanhada durante 30 dias e os organismos identificados foram armazenados em frascos de polietileno, fixados com formol 4% e depositados na coleção de amostras do Laboratório de Limnologia da Unifal-MG.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os corpos de água estudados possuem pequenas dimensões e estão expostos a grandes variações nas características físicas e químicas da água, por perturbações em seu entorno, causando instabilidade e alterações constantes no ambiente, o que pode estimular a produção dos ovos (SANTANGELO, 2009). Na Tabela 1 são apresentadas as espécies zooplanctônicas eclodidas das formas dormentes do sedimento.

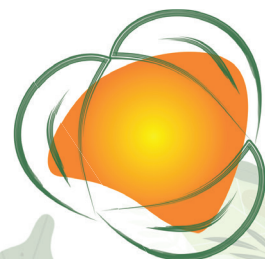


Tabela 1:
Espécies zooplantônicas observadas da eclosão das formas dormentes em laboratório.

	Lago Guanabara	Açude São Vicente		Lago Guanabara	Açude São Vicente
Cladocera			Rotifera		
<i>Alona ossiani</i> Sinev, 1998		x	<i>Brachionus calyciflorus</i> Pallas, 1766		x
<i>Alonella dadayi</i> Birge, 1910	x		<i>Brachionus falcatus</i> Zacharias, 1898	x	x
<i>Bosmina freyi</i> De Melo & Hebert, 1994	x	x	<i>Brachionus mirus</i> Daday, 1905		x
<i>Bosminopsis deitersi</i> Richard, 1895		x	<i>Cephalodella</i> sp.	x	
<i>Ceriodaphnia cornuta rigaudi</i> Sars, 1885	x	x	<i>Colloteca</i> sp.		x
<i>Ceriodaphnia silvestrii</i> Daday, 1902	x	x	<i>Hexarthra</i> sp.		x
<i>Chydorus eurynotus</i> Sars, 1901		x	<i>Kellicottia bostoniensis</i> (Rousselet, 1908)		x
<i>Daphnia ambigua</i> Scourfield, 1947		x	<i>Keratella americana</i> Carlin, 1943	x	
<i>Daphnia gessneri</i> Herbst, 1967	x	x	<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)		x
<i>Diaphanosoma birgei</i> Korinek, 1981	x	x	<i>Keratella tropica</i> (Apstein, 1907)		x
<i>Ephemeroporus hybridus</i> (Daday, 1905)		x	<i>Lecane pyriformis</i> (Daday, 1905)	x	
<i>Ephemeroporus tridentatus</i> Bergamin, 1939		x	<i>Lecane</i> sp.		x
<i>Macrothrix squamosa</i> Sars, 1901	x	x	<i>Monommata</i> sp.		
<i>Moina minuta</i> Hansen, 1899	x		<i>Platyonus patulus</i> (Müller, 1786)		x
<i>Simocephalus serrulatus</i> (Koch, 1841)		x			
Copepoda					
Cyclopoida					
copepodito Cyclopoida		x			
nauplio Cyclopoida		x			
Calanoida					
copepodito Calanoida		x			

A menor riqueza de espécies eclodidas (12) foi registrada no Lago Guanabara, localizado no perímetro urbano, com grande entrada de efluentes e influência antrópica, o que pode diminuir o número de espécies presentes na coluna e, conseqüentemente, no banco de ovos do sedimento. No Açude São Vicente, que possui influência antrópica em menor intensidade, foram registradas 26 espécies. A presença de macrófitas neste corpo d'água, em conjunto com suas pequenas dimensões, podem ter contribuído para uma maior heterogeneidade espacial, possibilitando a coexistência de diversas espécies (NESSIMIAN; DE-LIMA, 1997).

O maior número de espécies de Cladocera pode sugerir que este grupo possui grandes chances de colonizar o ambiente inicialmente, que também são beneficiados pela pouca profundidade e presença de macrófitas nestes dois ambientes. A família Chydoridae, por exemplo, é favorecida por corpos de água rasos, pois pode viver no fundo do corpo d'água ou associada com a vegetação e possui apêndices que raspam e conduzem o alimento (FRYER; SMYLY, 1954).

Esta variabilidade observada na quantidade de eclosão entre táxons pode estar associada a estímulos específicos para o início do processo de diapausa na coluna d'água (GYLLSTRÖM; HANSSON,



2004). Além disso, a diferença no tempo de eclosão dos ovos permite que as espécies possam compartilhar recursos em uma escala temporal, possibilitando a coexistência das espécies em um determinado habitat (WATSON, 1986).

CONCLUSÕES

Conhecer a composição de espécies presentes no banco de formas dormentes deste corpo d'água possibilitou a interpretação do histórico da coluna d'água, com as espécies que participaram de seu desenvolvimento. Além disso, permitiu observar as espécies potencialmente disponíveis para repovoamento da coluna d'água após períodos de estresse ambiental.

REFERÊNCIAS

- De Meester L. & De Jagler H. (1993), Hatching of Daphnia sexual eggs. II. The effect of age and a second stimulus. *Freshwater Biology*, 30, 227-233.
- Fryer, G., Smyly, W.I.P. (1954). Some Remarks on the Resting Stages of Some Fresh Water Cyclopoid and Harpacticoid Copepods, *The Annals and Magazine of Natural History*, Vol. 7, pp. 65-72.
- Gyllström, M.; Hansson, L. A. (2004). Dormancy in freshwater zooplankton: Induction, termination and the importance of benthic-pelagic coupling. *Aquat. Sci.*, v. 66 , p.274–295.
- Grice, G.D., Marcus, N.H. (1981). Dormant eggs of marine copepods. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu.Rev.*, 19, 125–140.
- Hairston, N.G., Jr. and Caceres, C., Distribution of Crustacean Diapause: Micro- and Macroevolutionary Pattern and Process. *Hydrobiologia*, Vol. 320, pp. 27- 44 (1996).
- Hairston, N.G., Jr., Olds, E.J. (1987). Population Differences in the Timing of Diapause: A Test of Hypotheses, *Oecologia*, Vol. 71, pp. 339-344.
- Lacerda, L.D. ; Malm, O. (2008). Contaminação por mercúrio em ecossistemas aquáticos: uma análise das áreas críticas. *Estudos Avançados*, [S.l.], v. 22, n. 63, p. 173- 190. ISSN 1806-9592.
- Maia-Barbosa, P. M.; Eskinazi-Sant'anna, E. M.; Valadares, C. F.; Pessoa, G. C.D. (2003). The resting eggs of zooplankton from a tropical, eutrophic reservoir (Pampulha Reservoir, south-east Brazil). *Lakes & Reservoirs: Research and Management*. v. 8, p. 269-275.



Nessimian, J. L.; De-Lima, I. H. A. G. (1997). Colonização de três espécies de macrófitas por macroinvertebrados aquáticos em um brejo no litoral do estado do Rio de Janeiro. *Acta Limnologica Brasiliensia*. v. 9, p. 149-163.

Onbé, T. (1978). Sugar flotation method for sorting the resting eggs of marine cladocerans and copepods from sea-bottom sediment, *Bulletin of the Japanese Society Science and fisheries*, v. 44, p. 1411.

Pietrzak, B., Slusarczyk, M. (2006). The fate of ephippia—*Daphnia* dispersal in time and space. *Pol. J. Ecol.*, 54, 709–714.

Santangelo, G. M. (2009). Produção, Eclosão e Implicações Ecológicas e Evolutivas dos Estágios Dormentes do Zooplâncton. Publicação da Sociedade Brasileira de Limnologia.

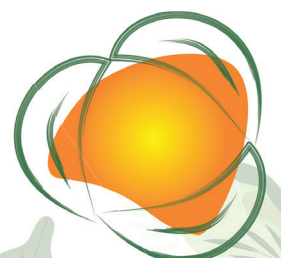
Scheffer, M., G. J. Van Geest, K. Zimmer, M. G. Butler, M. A. Hanson, S. Declerck, L. De Meester, E. Jeppesen & M. Sondergaard (2006), Small habitat size and isolation can promote species richness: secondorder effects on biodiversity in shallow lakes and ponds. *Oikos*, 112: 227-231.


Stross R.G. (1987). Photoperiodism and phased growth in *Daphnia* populations: coactions inperspective. In: *Daphnia* (eds. Peters RH & De Bernardi R), pp. 413-437. *Memorie dell'istitutoitaliano di Idrobiologia*, Pallanza.

Victor R. Alekseev, Jiang-Shiou Hwang, Mei-Hui Tseng (2006). Diapause in aquatic invertebrates: What's known and what's next in research and medical application. *Journal of Marine Science and Technology*, Vol. 14, No. 4, pp. 269-286.

Watson, N. H. F. (1986). Variability of diapause in copepods. Em Schriever, G., H. K. Schminke & C. -t. Shih (eds.) *Proc. 2nd Int. Conf. Copepoda*, Ottawa, Canada. *Syllogeus* 58: 509-513.

Watson, N. H. F.; B. N. Smallman (1971). The role of photoperiod and temperature in the induction and termination of an arrested development in two species of freshwater cyclopoid copepods. *Can. J. Zool.* 49: 855-862.





ASPECTOS DA ARBORIZAÇÃO URBANA DE PRAÇAS PÚBLICAS DO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA – PB

ANA MARIA FERREIRA COSME¹
ISABELLE MONTEIRO DE S. CÉSAR²
GILCEAN SILVA ALVES³
HERMES MACHADO FILHO⁴
RÔMULO HENRIQUE T. DO EGITO⁵

EDUCAÇÃO AMBIENTAL

RESUMO

A arborização de espaços públicos em zonas urbanas é bastante importante para a saúde pública e ambiental, para a melhoria da utilização dos espaços públicos e também do bem-estar social. As praças são espaços coletivos que se bem cuidados podem servir para a prática de diversas atividades, incluindo lazer, recreação entre outros. Um dos fatores importantes para que esses tipos de espaços possam ser utilizados é a presença de arborização, visto que um espaço com árvores traz diversos benefícios como sombra e conforto térmico. O presente trabalho teve como objetivo realizar o inventário florestal das principais praças da cidade de João Pessoa/PB. Para o estudo, foram avaliadas as espécies arbóreas, onde foram aferidas a altura e Diâmetro à Altura do Peito (DAP). Para a identificação as espécies foram fotografadas, e com ajuda de dados bibliográfica, identificadas com o nome popular e o nome científico, verificando também se a espécie era nativa ou exótica. Foram identificadas 200 (duzentas) espécies arbóreas, com altura superior a 1,80 m e com DAP maior que 0,15 cm em 07 praças na cidade de João Pessoa. Das espécies

76

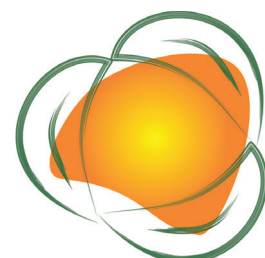
1 Gestora ambiental pelo IFPB Campus João Pessoa

2 Gestora ambiental pelo IFPB Campus João Pessoa

3 Prof. Dr. IFPB João Pessoa, E-mail: gilcean.alves@ifpb.edu.br

4 Dr. Em Botânica UFRPE, Técnico de laboratório no IFPB João pessoa

5 Aluno (s) do Curso (Mestrado em Gestão Ambiental), Instituto Politécnico de Coimbra, romuloegito2@hotmail.com.



identificadas 59,5% foram espécies exóticas e 40,5% espécies nativas. Concluímos que as praças em sua maioria apresentaram uma elevada presença de espécies arbóreas, sendo que destas, as espécies exóticas constituem a maioria encontrada. Além disso, observou-se que, que a maioria das praças passou por processo de revitalização nos últimos tempos.

Palavras-chave: Espaços verdes; inventário florestal; espécies exóticas.

INTRODUÇÃO

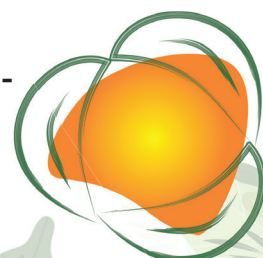
O processo de urbanização no Brasil iniciou-se em meados do século XVI, mas apenas a partir do século XX que esse processo começou a se desenvolver de forma mais acelerada, por meio da implementação de indústrias em diversas cidades e, também, em razão de políticas públicas, pois o processo de urbanização está ligado diretamente ao êxodo rural.

O crescimento urbano desordenado, em seus aspectos verticais e horizontais, impacta de forma significativa as áreas verdes existentes em cada espaço das cidades. Com isso, torna-se desafiador a arborização urbana e esteticamente adequada. Segundo Carvalho (1982), a arborização urbana causa efeitos positivos a sociedade, por ser um elemento natural que atua diretamente na melhoria dos espaços urbanos, ocasionando também a restauração das condições ambientais.

A arborização deve almejar desígnios de ornamentação, melhoria do clima e redução da poluição. É extremamente importante contemplar as árvores e dar – lhes o valor necessário. Para tanto, torna-se essencial o conhecimento quanto ao porte, comportamento de suas raízes, floras, flores, frutos e sementes.

Todo o complexo arbóreo de uma cidade quer seja plantado ou natural, compõe em termos globais a sua área verde. Todavia, costuma-se excluir a arborização ao longo das vias públicas como integrante de sua área verde, por se considerar acessória e ter objetivos distintos, já que as áreas verdes são destinadas principalmente à recreação e ao lazer e aquela tem a finalidade estética, de ornamentação e sombreamento (SILVA, 1997).

A arborização desempenha função de fundamental importância para qualidade de vida nos núcleos urbanos. Por seus múltiplos



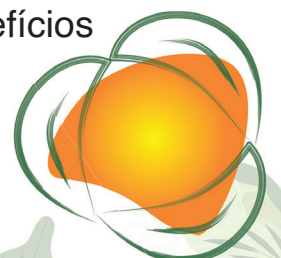
papeis, a árvore que nasce em meio urbano age diretamente sobre a poluição sonora, qualidade do ar, melhoria do microclima, além de compor abrigo aos animais existentes nas cidades.

A arborização é essencial a formação do verde urbano e exerce importante papel na conservação da característica ambiental das cidades, controlando expressivamente às condições microclimáticas. Sua importância vem devido à ausência de áreas verdes nas cidades, pois, há uma limitação dos espaços entre as árvores e as calçadas. Segundo Dantas et al (2010), a arborização apresenta vários aspectos positivos como a absorção da poeira e gases poluentes, atraem a fauna para essas regiões, melhoram as condições térmicas, entre outros.

Visto que as árvores agem diretamente no bem-estar físico e psíquico do homem, de modo que, as pessoas se tornam mais humanas e, consequentemente, auxiliam na saúde e no bem-estar das pessoas. As árvores também beneficiam o solo, impedindo a erosão e desenvolvendo-o com a preservação do húmus.

O manejo da arborização urbana é necessário para obter a eficiência e a eficácia no cultivo de cada espécie, assim como do conjunto arbóreo da cidade. De acordo com Cassaro e Elias (2012), a gestão da arborização tem início no plantio da árvore até o final de seu ciclo vital. Ainda segundo os autores esse processo é necessário para que os indivíduos consigam cumprir a sua função de melhoria ambiental.

As praças vêm sendo um espaço público urbano bastante utilizado, que propicia convivência e recreação para seus usuários. Os benefícios destes espaços provêm tanto da vegetação, que pode ser abrigada por elas, quanto de aspectos relacionados à sua existência, tais como a influência positiva no psicológico da população, proporcionada pelo contato com a área verde, ou pelo uso do espaço para o convívio social, dentre os benefícios à vegetação é a que mais contribui para o conforto ambiental, no qual se destacam: Formação de microclima; Retenção de partículas poluidoras; Barreira acústica; Melhoria estética das cidades; Efeitos sobre a saúde humana; Benefícios sociais, econômicos e políticos.



Nessa perspectiva, o presente trabalho teve como objetivo diagnosticar, a partir de uma caracterização, os aspectos da arborização urbana das praças do município de João Pessoa- PB. Bem como, analisar as espécies nativas, exóticas e quais delas predominam nas praças; verificar as condições radiculares, a altura e o diâmetro a altura do peito (DAP) de cada árvore; pesquisar sobre o ano de fundação e o estado de conservação destes espaços; estudar quais os motivos de se utilizar uma espécie exótica ao invés de nativa.

METODOLOGIA

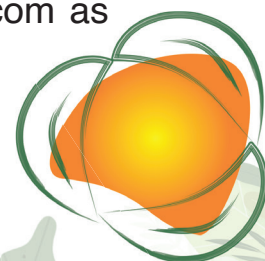
O presente estudo foi desenvolvido na cidade de João Pessoa/PB, que possui uma população de 761.438 habitantes distribuída em uma área de 211,475 Km², estando subdividido em 65 bairros. A capital Paraibana apresenta, dentro de sua malha urbana, vários fragmentos de Mata atlântica, Áreas de proteção Ambiental, Áreas de Preservação Permanente, um Jardim Botânico e um Parque Zoobotânico, além de 180 praças distribuídas em toda a cidade (PMJP, 2012).

O trabalho foi desenvolvido por meio de visitas *in loco*, para identificação das espécies, bem como para avaliação da situação em relação ao tipo, tamanho, poda, danos à estrutura, contato com fiação elétrica, etc. A coleta de dados iniciou-se no dia 25 de maio e foi concluída no dia 20 de julho de 2016.

Os bairros e praças escolhidos foram visitados e analisados quanto à situação de suas árvores e espaço para as raízes. Em seguida, as árvores foram classificadas e identificadas com o subsídio de bibliografia especializada. Em conjunto com isso, também houve a quantificação e análise quanto à origem fitogeográfica, sendo classificadas como exóticas ou nativas.

Neste estudo, foram analisadas duzentas (200) espécies arbóreas com altura superior a 1,80 (um metro e oitenta centímetros) e Diâmetro à Altura do Peito (DAP) maior que 0,15 centímetros, em 7 praças na cidade de João Pessoa/PB.

Os métodos de procedimento foram executados de acordo com as seguintes etapas:



Foram utilizados programas computacionais como: Google Earth, Street View, para identificar e marcar a localização das praças, além do Sistema de Informação Geográfica o QGIS 2.0, para a criação de um triângulo envolvente do Município de João Pessoa, com a identificação das respectivas áreas de estudos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Prefeitura Municipal de João Pessoa (2016), a cidade conta com um total de cento e oitenta praças (180) dentre as grandes e as pequenas, distribuídas entre as zonas norte, sul, leste e oeste. Dessa forma, esta pesquisa contemplou uma amostragem de 07 praças.

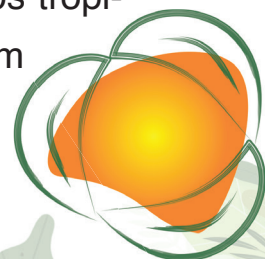
Praça Venâncio Neiva

A praça Venâncio Neiva, localiza-se no centro da cidade, também conhecida como Pavilhão do Chá, foi inaugurada em 21 de julho de 1917, obra de Pascoal Fiorilo, arquiteto e construtor italiano. Foi um espaço criado para a prática de patinação, mas atualmente está abandonado servindo de refúgio para moradores de rua. Mesmo assim, sua arborização configura uma mistura de árvores nativas e exóticas com algumas irregularidades, de formações e podas incorretas, como é o caso da *Senna spectabilis*, mais conhecida como Acácia.

Foram identificadas 73 indivíduos, distribuídos dentre as seguintes espécies exóticas: *Cassia ferrugínea* (Schrad) Schrad ex (DC) (Acácia Amarela, altura média 3,07 m); *Delonix regia* (Flamboyant, 5,13 m); *Mangifera indica* L. (Mangueira, 7,92 m) e *Terminalia catappa* L (Castanhola, 6,65 m).

Já as espécies nativas foram identificadas como: *Couroupita guianensis* Aubl. (Abricó de Macaco, com altura média de 6,12 m); *Licania tomentosa* (Oiti, 9,40 m); *Lithraea molleoides* (Vell.) Engl. (Aroeira vermelha, 5,57 m); *Senna spectabilis* (Acácia, 5,47 m); *Handroanthus albus* (Ipê amarelo, 6,73 m)

A Acácia é uma leguminosa usada para reduzir a umidade nos trópicos, principalmente em épocas de seca. A planta apresenta também grande potencial de uso em programas de reflorestamento e recu-

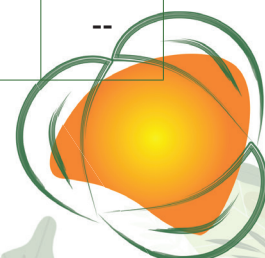


peração de áreas com solos pobres ou degradados, tais como as áreas de encostas e de mineração (SCHIAVO.; MARTINS,2003). Mesmo não apresentando nenhum tipo de pragas ou doenças, suas condições radiculares encontravam-se irregulares por estarem expostas e fora da estética da praça. As espécies mais abundantes na praça foram as de *Moquilea tomentosa* Benth. (Oiti) e *Delonix regia* (Flamboyant).

Tabela 01:
Controle de Verificação Arbóreo da Praça Venâncio Neiva

NOME CIÊNTEFICO	NOME POPULAR	ORIGEM: NATIVA OU EXÓTICA	PORTE DA ÁRVORE: PEQUENO: 5 A 10 M MÉDIO: 7 A 10 M GRANDE: 10 A 15M	DIÂMETRO DO TRONCO	CONDIÇÕES RADICULARES: NORMAL (N) EXPOSTA (E)	PRESENÇA DE PRAGAS OU DOENÇAS
<i>Cassia fistula</i> L.	Acácia Amarela	EX (Ásia)	3,07	0,51	N	--
<i>Couroupita guianensis</i> Aubl	Abricó de Macaco	NA	6,12	0,94	N	--
<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.	Flamboyant	EX (Africa)	5,13	1,91	N	--
<i>Moquilea tomentosa</i> Benth	Oiti	NA	9,40	2,55	N	--
<i>Mangifera indica</i> L	Mangueira	EX (Índia)	7,92	1,98	N	--
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	Aroeira Vermelha	NA	5,57	0,53	N	--
<i>Senna spectabilis</i> (DC.) H.S.Irwin & Barneby	Acácia	NA	5,47	0,91	N	--
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.)	Ipê Amarelo	NA	6,73	0,83	N	--
<i>Terminalia catappa</i> L.	Castanhola	EX (Malásia)	6,65	0,98	N	--

Fonte: CÉSAR; COSME, 2016.



Praça da Independência

Ainda no Centro da cidade, a Praça da Independência é considerada uma das praças mais antigas e mais arborizadas da capital Paraibana, ela foi inaugurada em 1922 durante as comemorações do centenário da independência brasileira.

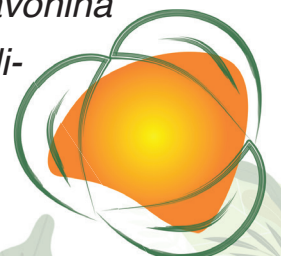
Figura 01:
Praça da Independência



A praça apresenta características de parque por suas amplas áreas verdes, como gramados e grande quantidade e diversidade arbórea. Além disso, o espaço possui, em sua totalidade 278 indivíduos, sendo identificados 25 tipos de espécies arbóreas, entre nativas e exóticas. Trata-se de uma praça bem estruturada, com vários exemplares arbóreos.

As espécies nativas foram identificadas como: *Anacardium occidentale* (Cajueiro, com altura média de 5,02 m); *Attalea speciosa* (Babaçu, 7,36 m); *Caesalpinia echinata* (Pau-Brasil, 10,51 m); *Clitoria fairchildiana* (Sombreiro, 8,36 m); *Couroupita guianensis* (Abricó de Macaco, 11,28 m); *Licania tomentosa* (Oiti, 4,35 m); *Pachira aquática* (Mongubo, 3,28 m); *Schinus molle* L. (Aroeira vermelha, 1,80 m); *Senna spectabilis* (Acácia, 5,07 m); *Handroanthus albus* (Ipê amarelo, 26,95 m) e *Tabebuia roseo-alba* (Ipê Branco, 15,78 m)

Enquanto as exóticas identificadas foram: *Adenantha pavonina* (Olho de pombo, com altura média de 7,46 m); *Azadirachta indica* (Nim, 5,78 m); *Cassia fistula* L (Acácia amarela); *Delonix regia*



(Flamboião, 3,97 m); *Eugenia malaccensis* (Jambeiro, 3,10 m); *Mangifera indica* L (Mangueira, 5,11 m); *Plumeria rubra* (Jasmim Vapor, 1,80 m); *Roystonea oleracea* (Palmeira Imperial, 8,50 m); *Spathodea campanulata* P. Beauv. (Espatódea, 8,89 m); *Stenolobium stans* (Ipê-de-jardim, 1,80 m); *Sterculia foetida* (Castanha-da-Índia, 12,47 m); (Jamelão, 8,11 m) e *Washingtonia Robusta* (Palmeira Washingtonia, 2,03 m)

As espécies que apresentaram maior quantidade de exemplares foram: *Handroanthus albus* (Ipê Amarelo); *Caesalpinia echinata* (Pau-Brasil); *Schinus molle* L. (Aroeira Vermelha) e *Couroupita guianensis* (Abriçó de Macaco).

Com relação às espécies exóticas identificadas no local, foram encontrados quatorze (14) tipos e, dentre eles, a que possui mais exemplares é a *Roystonea oleracea* (Palmeira Imperial). Este tipo de palmeira, imponente e muito robusta, de grande porte, que pode alcançar entre 30 e 40 metros de altura, é possível cultivá-la em clima subtropical, em centros urbanos e vales (SODRÉ, 2005).

Praça da Paz

A Praça da Paz está localizada no bairro dos Bancários, zona sul da cidade de João Pessoa e, sua inauguração se deu no ano de 2006, oferecendo a população pista de cooper, aparelhos de ginástica, playground, quiosque para alimentação, uma pequena biblioteca, um anfiteatro e espaço destinado à prática de esportes e a apresentação de atividades culturais.

Esta Praça possui uma quantidade expressiva de espécies arbóreas bem como apresentado abaixo, com um total de 144 indivíduos, ambos aparentando estar em boas condições fisiológicas e radiculares.

Dentre as espécies identificadas como nativas estão: *Anacardium occidentale* (Cajueiro, com altura média de 4,13 m); *Caesalpinia echinata* (Pau-Brasil, 4,59 m); *Caesalpinia férrea* (Pau-Ferro, 1,98 m); *Licania tomentosa* (Oiti, 3,17 m); *Schinus molle* L. (Aroeira vermelha, 4,87 m); *Senna spectabilis* (Acácia, 3,11 m); *Spondias purpúrea* (Ciriguela, 3,11m); *Tabebuia aurea* (Craibeira, 3,69 m) e *Handroanthus albus* (Ipê amarelo, 3,85 m)



As espécies exóticas encontradas foram: *Adenantha pavonina* (Olho de pombo, com altura média de 6,48 m); *Cocos nucifera* (Coqueiro, 2,80 m); *Erythrina indica picta* (Brasileirinho, 7,28 m); *Eugenia malaccensis* (Jambeiro, 4,73 m); *Ficus benjamina* (Ficus, 4,88 m); *Hibiscus tiliaceus* (Algodão da praia, 2,20 m); *Mangifera indica* L. (Mangueira, 7,43 m); *Prosopis juliflora* (Algaroba, 5,55 m); *Roystonea oleracea* (Palmeira imperial, 2,20 m); *Syzygium cumini* (Jamelão, 8,20 m); *Tamarindus indica* (Tamarindo, 9,00 m) e *Terminalia catappa* L (Castanhola, 7,27 m)

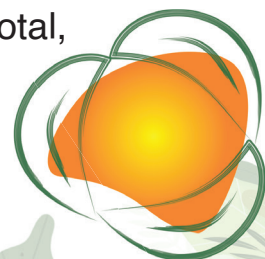
Em relação às espécies exóticas, conforme a tabela 04, a que apresenta o maior número de indivíduos é a *Terminalia catappa* L (Castanhola) é uma espécie originária da Índia e da Malásia. Esta árvore pode chegar a medir até 35m de altura, tem um desenvolvimento moderado. Observa-se que é muito comum o plantio desta espécie nas praças de João Pessoa. Esta espécie “é muito utilizada na Arborização urbana e com possibilidades de utilização na alimentação humana. É um fruto muito apreciado por morcegos” (SILVA, 2000).

Praça Chateaubriand de Souza Arnaud

A Praça Chateaubriand de Souza Arnaud, está localizada no bairro de Manaíra, zona leste da capital, e, segundo os dados da Prefeitura de João Pessoa (2016), possui uma área total de 24.607,02m².

Esta praça passou recentemente por uma reestruturação, hoje já finalizada, disponibilizando para a população um espaço de socialização e lazer, que serve de palco para eventos temporários realizados pela comunidade, tais como campeonatos esportivos, pequenas feiras e eventos, o local se caracteriza como espaço alternativo para alguns movimentos sociais ou culturais urbanos de nossa cidade (JOÃO PESSOA, 2016).

A mesma conta com 119 indivíduos arbóreos, distribuídos em suas duas quadras, sendo 20 espécies entre exóticas e nativas. Estes indivíduos, estão em ótimas condições radiculares, com ausência de pragas e apresentando poda correta e, em sua maioria, são de pequeno porte. Além disso, do total, 50% das espécies são exóticas.



As espécies nativas encontradas foram: *Acrocomia aculeata* (Macaíba, com média de 3,48 m); *Anacardium occidentale* (Cajueiro, 1,80 m); *Caesalpinia echinata* (Pau-Brasil, 1,80 m); *Cereus jamacaru* (Mandacaru, 1,80 m); *Clitoria fairchildiana* (Sombreiro, 1,80 m); *Licania tomentosa* (Oiti, 3,88 m); *Senna spectabilis* (Acácia, 2,59 m); *Spondias mombin* (Cajá, 1,80 m) e *Handroanthus albus* (Ipê amarelo, 2,00 m).

As espécies exóticas foram: *Azadirachta indica* (Nim, com uma média de 3,80 m); *Delonix regia* (Flamboiã, 2,50 m); *Ficus benjamina* (Ficus, 3,78 m); *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit (Leucena, 2,42 m); *Mangifera indica* L. (Mangueira, 1,80 m); *Prosopis juliflora* (Algaroba, 3,97 m); *Roystonea oleracea* (Palmeira imperial, 3,96 m); *Spathodea campanulata* P. Beauv. (Espatódea, 3,99 m); *Sterculia foetida* (Castanha-da-Índia, 4,10 m) e *Terminalia catappa* L. (Castanhola, 6,04 m).

Diante do estudo realizado, os indivíduos que apresentam maior incidência são os das espécies, *Azadirachta indica* (Nim), *Caesalpinia echinata* (Pau-Brasil) e *Anacardium occidentale* (Cajueiro).

Praça José Alves de Souza

“Esta praça é uma das mais antigas do bairro do Castelo Branco e conta com mais de seis mil metros quadrados” (ROCHA, 2016). A praça possui um quantitativo arbóreo de 43 indivíduos, sendo estes representados por 9 espécies sendo 5 exóticas e 4 nativas, das quais destaca-se a *Terminalia catappa* L. (Castanhola) que é uma espécie exótica com grande predominância no local.

As espécies nativas encontradas na praça foram: *Clitoria fairchildiana* (Sombreiro, com uma média de 5,38 m); *Schinus molle* L. (Aroeira vermelha, 2,50 m) e *Handroanthus albus* (Ipê amarelo, 3,87 m).

Já em relação as exóticas foram identificadas: *Adenantha pavonina* (Olho de Pombo, com uma altura média de 4,90 m); *Cocos nucifera* (Coqueiro, 3,75 m); *Pithecellobium Dulce* (Mata fome, 4,07 m); *Hibiscus tiliaceus* (Algodão da Praia, 3,88 m); *Prosopis juliflora* (Algaroba, 15,86 m); *Terminalia catappa* L (Castanhola, 4,57 m)



Praça Doutor Lauro Wanderley

A Praça Doutor Lauro Wanderley está localizada no bairro dos Funcionários I, zona sul da cidade de João Pessoa. É uma praça que serve como rotatória para veículos que chegam de outro bairro, como o bairro Oitizeiro.

Esta praça possui um tamanho médio, além de vários equipamentos para fins de recreação e lazer. Em sua estrutura, foi possível encontrar três espécies arbóreas, representadas por nove indivíduos, dentre os quais, apenas a *Pithecellobium dulce* (Mata – Fome), apresenta raiz exposta.

As espécies exóticas foram identificadas como: *Licuala grandis* (Palmeira Leque, com média de 2,53 m); *Pithecellobium Dulce* (Mata-fome, 4,80 m) e *Roystonea oleracea* (Palmeira imperial, 2,20 m)

A espécie *Pithecellobium dulce* (Mata – Fome) é exótica com floração nos meses de agosto a dezembro (OLIVEIRA, et al. 2010). Em estudos, Dantas et al (2010) mostram que, esta espécie tem crescimento rápido, podendo ultrapassar 2,5 metros em dois anos, sendo recomendado para ser utilizada em praças, parques, ruas, estacionamentos, quintais, dentre outros.

Praça Bela Vista ou Simeão Leal

A respectiva praça está localizada no bairro de Jaguaribe e passou por uma reforma no ano de 2007. Sua estrutura física é pequena e, por este motivo, não possui componentes direcionados a prática de exercícios e lazer.

A praça abriga, em seu espaço físico, sete (7) espécies exóticas e três (3) nativas, que em sua maioria, são de pequeno porte. Em análise, a espécie *Pithecellobium dulce* (Mata fome), apresentou o maior porte e a *Adenantha pavonina* (Olho de Pombo) o maior DAP.

As espécies nativas identificadas no estudo foram: *Schinus molle* L. (Aroeira vermelha, com uma média de 3,92 m); *Handroanthus albus* (Ipê amarelo, 4,80 m).

As espécies exóticas identificadas foram: *Adenantha pavonina* L (Olho de pombo, com altura média de 5,29 m); *Delonix regia* (Flamboiã, 5,12 m); *Hibiscus tiliaceus* (Algodão da praia, 3,81 m); *Mangifera indica* L.



(Mangueira, 1,80 m); *Pithecellobium Dulce* (Mata-fome, 13,91 m); *Roystonea oleracea* (Palmeira imperial, 6,91 m); *Spondias dulcis* (Cajarana, 4,30 m); *Terminalia catappa* L (Castanhola, 5,00 m)

A espécie *Adenantha pavonina*, L. (Olho de Pombo), segundo Matos (2008) é: pertencente à família *Leguminosae* (Fabaceae) subfamília Mimosoideae, é uma planta nativa da Ásia e África tropical, que foi transplantada para toda América tropical. No nordeste do Brasil se apresenta como árvore inerme e glabra de até 15 metros de altura e é empregada na arborização de parques e jardins.

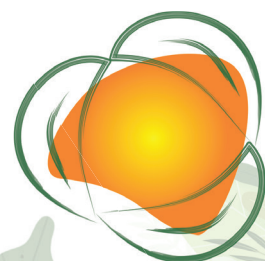
Esta espécie é encontrada na maioria das praças e nas principais avenidas da cidade de João Pessoa.

CONCLUSÕES

As praças do município de João Pessoa, em sua grande maioria, passaram por processos de restauração ou revitalização, tendo sido arborizadas sem um planejamento prévio das espécies utilizadas no processo.

Na presente pesquisa, dos indivíduos estudados, foram encontrados 59,5% de espécies exóticas e 40,5% de espécies nativas, indicando que, além de revitalização, manutenção e limpeza, as praças necessitam de um processo de rearborização, promovendo aos poucos, a substituição ou a implantação de espécies nativas nestes logradouros públicos. Pois, só plantar árvores, não é o bastante.

Além disso, foi possível perceber que, mesmo com uma diversidade grande de espécies utilizada nas arborizações, a quantidade de indivíduos exóticos supera o de indivíduos nativos, o que pode resultar a perda da biodiversidade do local e, em alguns casos, alteração estrutural de algumas áreas das praças. Por isso, o diagnóstico trouxe consigo a importância da Arborização Urbana sobre os aspectos ambientais, culturais, estruturais, paisagísticos e, principalmente, de saúde.



REFERÊNCIAS

CARVALHO, M. E. C. **As áreas verdes de Piracicaba**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro- SP, 1982.

DANTAS, C. I., et al. **Manual de Arborização Urbana**. UDUEPB, Campina Grande- PB, 2010.

JOÃO PESSOA. Secretaria Municipal de Meio Ambiente. **Plano de Arborização Urbana de João Pessoa**. Prefeitura Municipal de João Pessoa, 2012.

JOÃO PESSOA. Secretaria de Planejamento. **Diretoria de Planejamento Urbano-DIPLUR**, Resposta ao MEMO nº 027/2016 - COPAC-JP/SEPLAN, João Pessoa – PB, Enviado por e-mail: quinta-feira, 11 de agosto, as 13:21, 2016.

OLIVEIRA S. T. *et al*, **Determinação da Atividade Peroxidásica Presente na Polpa do Fruto do Mata-fome (Pithecellobium dulce Roxb.)** 33a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química. Águas de Lindóia – São Paulo, 2010. Disponível em <<http://sec.sbq.org.br/cdrom/33ra/resumos/T0685-1.pdf> > Acessado em: 12 de Jul. de 2016.

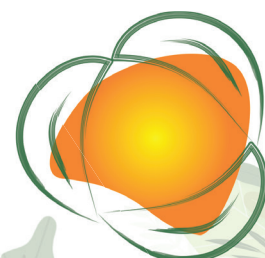
ROCHA, C. Prefeito entrega novo espaço de lazer e convivência para os moradores do Castelo Branco. João Pessoa-PB. 2016,< <http://www.polemicaparaiba.com.br/politica/prefeito-entrega-novo-espaco-de-lazer-e-convivencia-para-os-moradores-do-castelo-branco/> > Acessado em: 02 de Julho de 2016.

SCHIAVO, J.A.; MARTINS, M.A. Produção de mudas de acácia colonizadas com micorrizas e rizóbio em diferentes recipientes. **Pesq. agropec. bras.**, v. 38, n. 2, p. 173-178, fev. Brasília- DF, 2003.

SILVA, J. A. **Direito Urbanístico Brasileiro**, 2. ed. São Paulo. Malheiros, 1997.

SILVA, J. A. **Direito urbanístico brasileiro**. 3.ed. rev. e atual. Malheiros. São Paulo, 2000.

SODRÉ, J. B. Morfologia das Palmeiras como meio de Identificação e Uso Paisagístico. Monografia. Lavras - Minas Gerais / Brasil 2005. Disponível em <<http://www.ceapdesign.com.br/sodre.pdf>> Acessado em: 26 de Jun. de 2016.





PROJEÇÃO DE SISTEMA HÍBRIDO PARA UMA CIDADE PERUANA – REGIÃO DE LA LIBERTAD

TALITA VELOSO ALVES¹
KATIA YESICA TINEO CANALES²
SABRINA XAVIER DE CARVALHO³

ENERGIAS RENOVÁVEIS E POSSIBILIDADES DE APLICAÇÃO

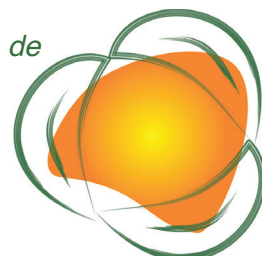
RESUMO

A utilização de sistemas híbridos se apresenta como uma solução viável para proporcionar desenvolvimento em comunidades isoladas ou com difícil acesso à energia elétrica. A combinação das fontes solar e eólica garante maior estabilidade no fornecimento quando combinados com um sistema de armazenamento. Diante disso, esse estudo foi realizado em um dos vinte estados mais pobres do Peru: La Libertad. Nele foi escolhida a cidade de Pacasmayo como principal foco do projeto, visto que as condições climáticas são favoráveis para instalação de painéis fotovoltaicos e aerogeradores, com Irradiação Global Horizontal acima de 5 kWh/m² e ventos acima de 6 m/s, com uma área total de 1.127 km². Para tal, foi utilizado o software iHoga para a simulação e dimensionamento de energia solar e eólica com a utilização de armazenamento. O software foi desenvolvido por pesquisadores em Zaragoza na Espanha e tem como principal objetivo simular e otimizar sistemas híbridos isolados de geração de energia elétrica por fontes renováveis. Com o trabalho espera-se encontrar um resultado positivo para a instalação do sistema híbrido e proporcionar melhor qualidade de vida para a população do município escolhido. Assim, o projeto será uma contribuição para os indicadores dos Objetivos de

1 Aluna do Curso de Mestrado em Engenharia de Energia – Universidade Federal de Itajubá – Campus Itajubá, talita.veloso21@hotmail.com.

2 Aluna do Curso de Mestrado em Engenharia de Energia – Universidade Federal de Itajubá – Campus Itajubá, keyti84.ktc@gmail.com

3 Aluna do Curso de Mestrado em Engenharia de Energia – Universidade Federal de Itajubá – Campus Itajubá, sabrinaxaviera@gmail.com.



Desenvolvimento Sustentável (ODS) da região, sobretudo os que se referem a “energia limpa e sustentável” e “cidades e comunidades sustentáveis”.

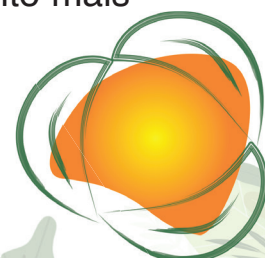
Palavras-chave: Renováveis; Pacasmayo; Desenvolvimento.

INTRODUÇÃO

Segundo a Agência Internacional de Energia (IEA, 2021), 11% da população mundial não tem eletricidade, sendo o maior percentual encontrado nos países em desenvolvimento. Da mesma forma, a demanda mundial por energia está aumentando continuamente. No entanto, as reservas de combustível fóssil que atualmente suprem a maior parte das necessidades de energia do mundo estão diminuindo rapidamente (TAWFIK *et al.*, 2018). Além disso, o impacto ambiental derivado do uso de combustíveis fósseis, não é mais possível deixar de considerá-lo como um fator importante em um contexto de sustentabilidade (MIKATI *et al.*, 2012).

As energias renováveis poderiam ser a solução para esses problemas, entre as quais estão a energia solar fotovoltaica, uma das tecnologias mais consolidadas, e a energia eólica, que também é uma tecnologia madura e comprovada com uma extensa cadeia de abastecimento global. Essas energias renováveis, incluindo a hidráulica, biocombustíveis e outras, estão no centro da transição para um sistema de energia menos intensivo em carbono e mais sustentável (IEA, 2021). Estas têm muitas vantagens, mas elas também apresentam alguns desafios importantes no sistema de fornecimento. Um dos recursos mais exigentes é a variabilidade incontrolável da fonte. (TAWFIK *et al.*, 2018).

Os sistemas híbridos de energia podem ser uma alternativa para geração de eletricidade, o que significa gerar energia a partir de duas ou mais fontes, geralmente de origem renovável, compartilhando o mesmo ponto de conexão. Dessa forma, uma usina de geração híbrida pode utilizar, por exemplo, energia fotovoltaica quando o sol está brilhando e de outra fonte, como a eólica, quando o clima não está bom, garantindo um abastecimento mais estável e eficiente (IBERDROLA, 2021).

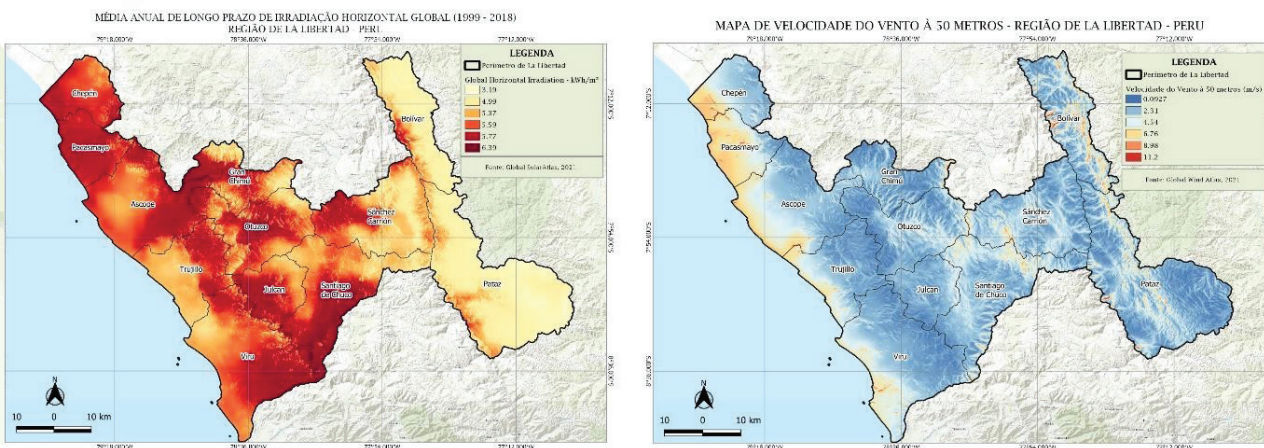


Assim, o objetivo deste estudo foi desenvolver um sistema híbrido eólico-solar fotovoltaico na cidade em desenvolvimento: Pacasmayo da província de La Libertad no Peru. Considerando duas abordagens: a manual, realizada através de cálculos de um trabalho de referência e a tecnológica, utilizando de recursos disponíveis em softwares.

METODOLOGIA

O local selecionado para o sistema híbrido de energia renovável está localizado no distrito de Pacasmayo, próximo à capital de La Libertad, no Peru tem Latitude de $-7,402$ (sul) e Longitude $-79,572$ (oeste). A região apresenta condições favoráveis para instalação de painéis solares, alguns pontos de velocidade do vento ideais para eólica, conforme Figura 01.

Figura 01: Distribuição de Radiação Horizontal Global em kWh/m² e distribuição de velocidade do vento à 50 metros em m/s para região de La Libertad.



Segundo Gutty e Meza (2019), cerca de 25.000 habitantes dependem da pesca artesanal em Pacasmayo, direta e indiretamente, sendo 1.800 destes pesquisadores ativos. A atividade contribui com 1,2% do produto interno bruto (PIB), com tendência de crescimento. De acordo com cálculos realizados pelos autores, a demanda para refrigeração de uma unidade voltada para esse fim seria de 281 kW/dia. A unidade em questão teria uma área de 9.697 m². A estrutura compõe zona de serviços gerais, zona de frios, zona de manipulação, área de serviços complementares, zona comercial e administrativa.



Para realizar a simulação do sistema híbrido deste trabalho foram consideradas duas ferramentas de cálculo:

A primeira trata-se da execução de cálculos de forma manual a partir de dados de entrada fornecidos pela literatura (RENEWABLES NINJA, 2019). e características climáticas locais medidas via satélite aplicando a metodologia apresentada por Duffie e Beckman (2013) e Pinho de Galdino (2014).

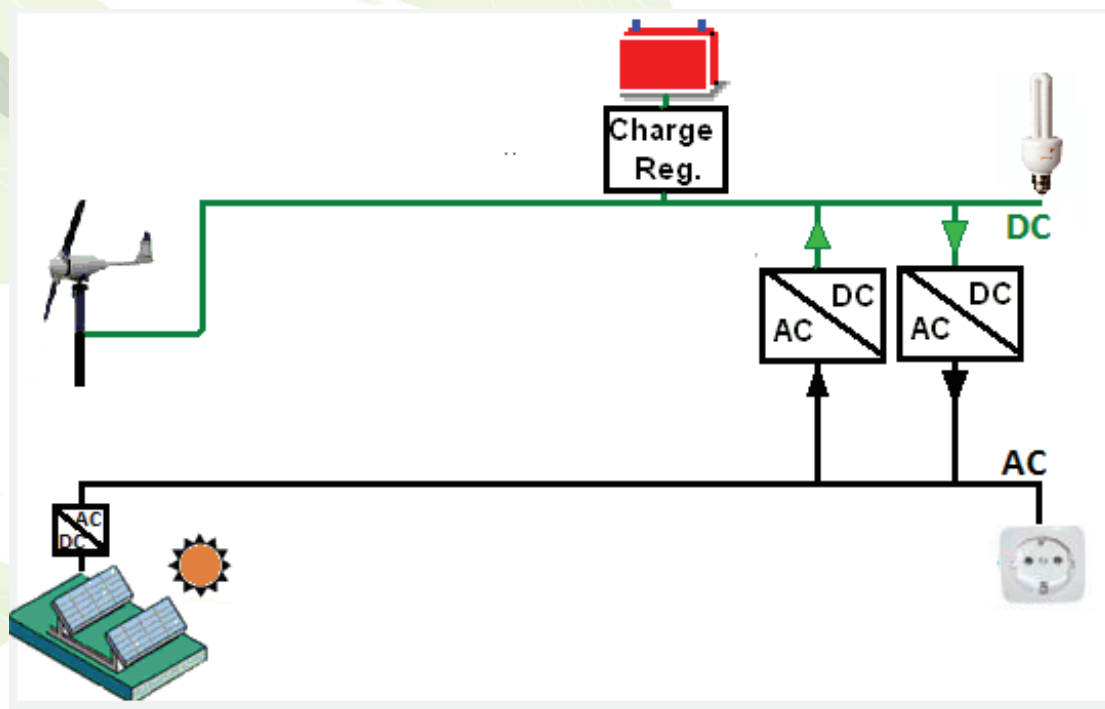
A segunda, trata-se da utilização de um software de análise e otimização de sistema híbrido. Existem diversos programas criados para esse fim, mas especificamente neste trabalho foi utilizado o iHoga, desenvolvido pela Universidade de Zaragoza (Espanha), cuja análise é realizada por algoritmo genético.

As simulações manuais foram realizadas considerando os dias extremos de inverno e verão para o local, sendo estes: 12 de janeiro e 21 de junho. Os dados de entrada para o cálculo de potência do sistema fotovoltaico seguiram as especificações do modelo de painel fotovoltaico Canadian Solar – Max Power CS6X – 320. Para o cálculo do sistema eólico para Pacasmayo, foi considerada a velocidade do vento à 100 metros de altura do site Global Wind Atlas, sendo 8,04 m/s. A turbina segue um modelo de turbina de eixo-horizonta de três pás. A potência que o vento transfere para o rotor foi calculada através da curva de potência fornecida pelo fabricante, relacionando a velocidade do vento com a potência em kW. Para esse estudo, foi considerada a turbina eólica G114/2000 Gamesa (Espanha).

A partir da ideia do sistema manual, foi utilizado o modelo de simulação e otimização de um sistema híbrido de energia pelo software iHoga. No sistema foram utilizados os componentes: módulos fotovoltaicos, turbinas eólicas, banco de baterias e inversor (Figura 02). O software avalia todas as combinações possíveis de componentes e estratégias de controle durante um ano em intervalos de uma hora. Caso a simulação atenda as restrições, calcula-se o custo presente da rede (*Net Present Cost – NPC*) ao longo da vida útil de 25 anos do sistema, movendo os custos para o primeiro ano, considerando a inflação e taxas de juros.



Figura 02:
Esquema do Sistema híbrido analisado pelo iHoga.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos cálculos realizados manualmente, foi possível obter os valores de potência fotovoltaica projetada ao longo dos dias analisados (Figura 02). Nota-se que os valores encontrados para o mês de janeiro sofrem maior alteração, especialmente nos horários de radiação mais intensa. Isso destaca as perdas que ocorrem por calor no sistema, podendo estar relacionada com a inclinação adotada para o painel. Para o modelo proposto, foram escolhidas 50 unidades de painéis para atender as necessidades da região selecionada. Para complementar o sistema, foi calculada a instalação de apenas uma turbina eólica, que segundo as especificações do fabricante, terá uma potência média de 1382 kW para a velocidade do vento avaliada no local.

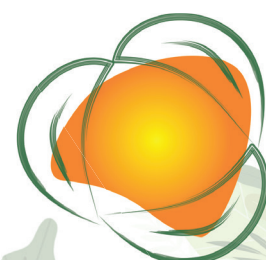
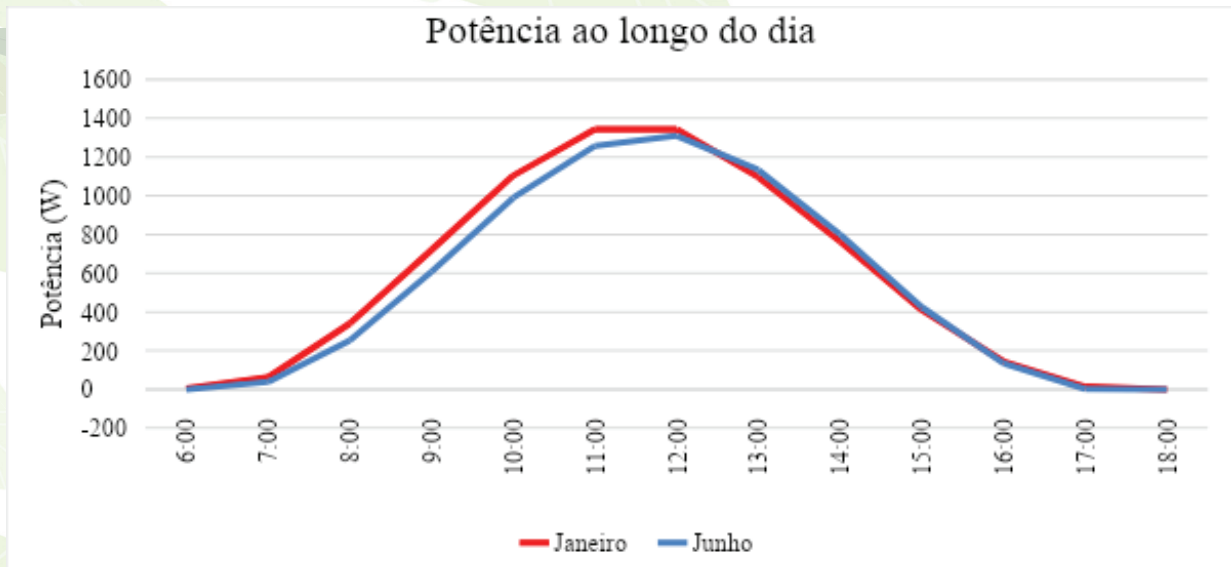
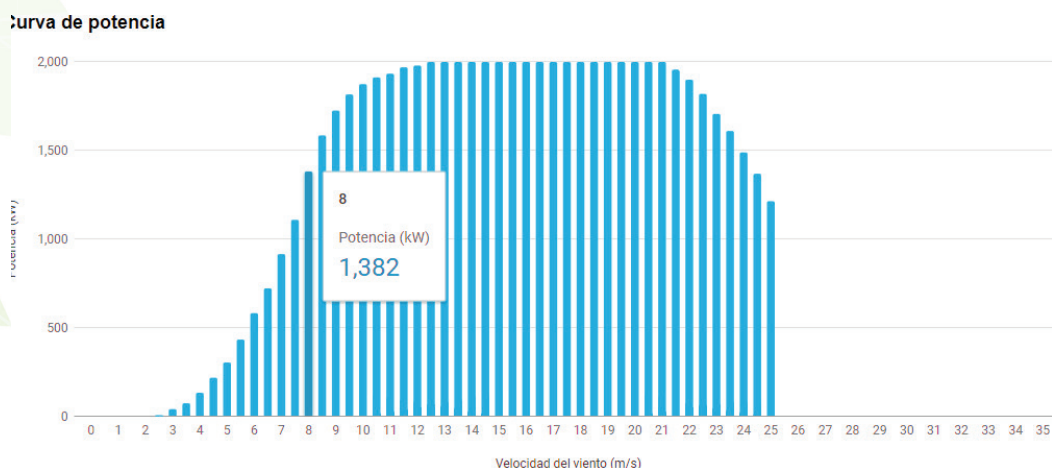


Figura 02:
Potência calculada para o sistema fotovoltaico ao longo de um dia

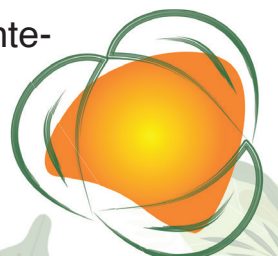


Para complementar o sistema, será adicionada turbina eólica que, segundo as especificações do fabricante, terá uma potência média de 1382 kW para a velocidade do vento média avaliada no local de 8,02 m/s (Global Wind Atlas, 2021). Na Figura 03 é possível avaliar a variação da curva de potência conforme velocidade do vento. Assim, diante das limitações de tamanho do sistema, foi escolhido utilizar apenas uma turbina.

Figura 03:
Curva de potência para a turbina eólica analisada.



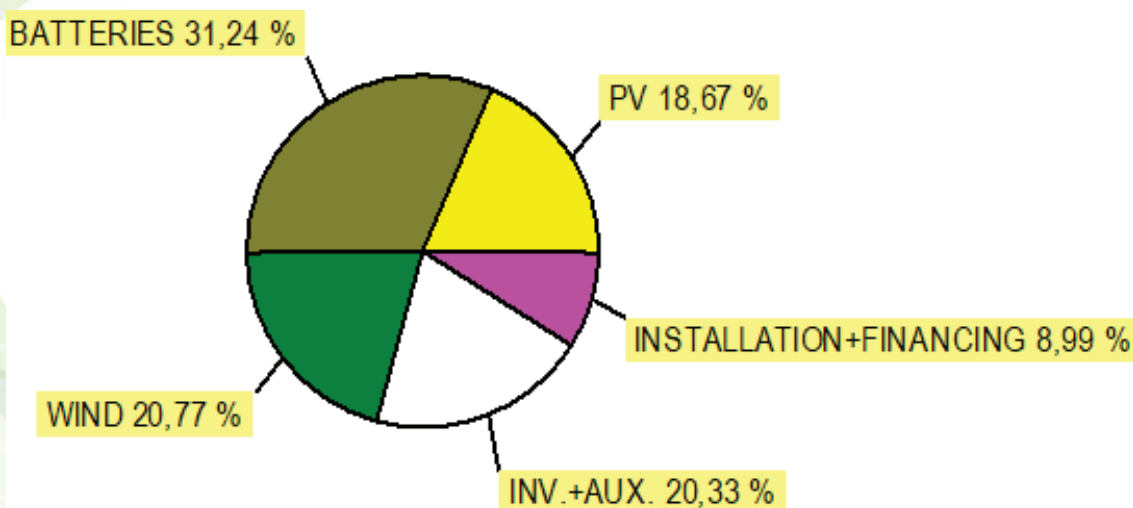
No software iHoga, a primeira etapa selecionou a localização da instalação similar ao realizado pelo dimensionamento manual. Diferentemente dos cálculos realizados manualmente, o iHoga considera as médias mensais de Irradiação em kWh/m². Também foi realizado o



ajuste de angulação do painel para 22,402°, como utilizado no trabalho Após a realização dos cálculos pelo próprio sistema, o iHoga analisou as melhores soluções para os padrões selecionados e a opção de melhor aproveitamento será de um custo total de 39 449,60 euros com emissões estimadas de 338,43 kgCO₂ ao ano. Com o sistema de armazenamento escolhido, a planta contará com 7 dias de funcionamento automático sem necessidade de nova geração.

Em relação aos investimentos, o programa apresenta a relação de proporção de custos (Figura 04). Nota-se que a maior parte dos custos está associada às baterias, portanto, indica que estas sejam substituídas por outra forma de armazenamento que seja compensatória para o local e financeiramente.

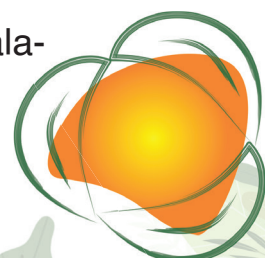
Figura 04:
Custos totais do sistema



O programa apresenta um balanço de energia durante um ano de funcionamento do sistema. A energia de carga geral será de 1324,9 kWh/ano totalmente renovável. A energia entregue pelos painéis fotovoltaicos será de 5641,7 kWh/ano e pela turbina eólica de 2667,3 kWh/ano. Para as baterias a energia de carga será de 293,5 kWh/ano e de descarga de 246,2 kWh/ano, com uma vida útil de 17,38 anos.

CONCLUSÕES

Diante do trabalho realizado foi possível perceber que a instalação de um sistema híbrido independente será de grande importância para a cidade de Pacasmayo, dado que este atenderia as necessi-



dades da população que sobrevive da pesca no local e necessita de resfriamento para armazenar os alimentos para comércio e consumo próprio.

Entretanto, após a análise efetuada com os cálculos e com o software de aprimoramento, nota-se que o sistema proposto precisa de adaptações para atender a população eficientemente. Os custos associados a utilização de baterias como armazenamento são elevados quando comparados aos demais custos do sistema. Existem outras formas de armazenamento que podem ser futuramente avaliadas para o local, como o Sistema de Ar comprimido, porém requerem uma análise mais detalhada de especificações geomorfológicas para as instalações.

Também foi possível avaliar que as instalações de energia eólica correspondem à cerca de 2% a mais dos custos do projeto em relação às instalações fotovoltaicas, porém corresponde por menos da metade da geração de energia ao fim do ano. Uma sugestão seria avaliar a possibilidade de utilizar apenas a fonte solar, visto que ela apresentou um bom retorno de custo-benefício.

De modo geral, foi possível perceber as oportunidades e fragilidades na criação de um sistema híbrido para uma região em desenvolvimento, mostrando caminhos para criar um sistema mais sustentável considerando as particularidades do local.

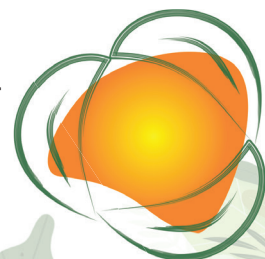
REFERÊNCIAS

DUFFIE, John A.; BECKMAN, William A. **Solar engineering of thermal processes**. John Wiley & Sons, 2013.

Global Wind Atlas. **GIS files and API access**. 2021. Disponível em: <https://globalwindatlas.info/download/gis-files>. Acesso em: 27 jun. 2021.

GUTTY, Carlos Fabian López; MEZA, Glenda Inés Saldaña. **Nuevo terminal portuario y centro de pesca artesanal, en el distrito de Pacasmayo**. 2019. 286 f. Tese (Doutorado) - Curso de Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Artes, Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, 2019. Disponível em: <https://hdl.handle.net/20.500.12759/6372>. Acesso em: maio 2021.

IBERDROLA. Energía Híbrida o cómo conseguir electricidad por hibridación. Available: <https://www.iberdrola.com/innovacion/energia-hibrida>. [Accessed: 29-



Jun-2021]. IEA - Renewables - Fuels & Technologie. [Online]. Disponível: <https://www.iea.org/fuels-and-technologies/renewables>. Acesso em: 04 jun. 2021

MATOS, Maiana Brito de. **Análise energética de um sistema híbrido eólico-fotovoltaico com armazenamento de energia elétrica através do hidrogênio e banco de baterias**. 2013. 127 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutora em Planejamento de Sistemas Energéticos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/263874>. Acesso em: 15 jun. 2021.

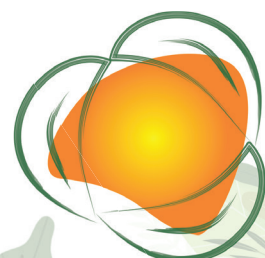
MIKATI, M.; SANTOS, M.; ARMENTA, C. Modelado y simulación de un sistema conjunto de energía solar y eólica para analizar su dependencia de la red eléctrica. **Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial**, v. 9, n. 3, p. 267-281, 2012.


PINHO, João Tavares; GALDINO, Marco Antonio. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**. Rio de Janeiro, v. 1, p. 47-499, 2014.

RENEWABLES NINJA. **Weather**. 2021. Disponível em: <https://www.renewables.ninja>. Acesso em: 25 mai. 2021

TAWFIK, T. M. et al. Optimization and energy management of hybrid standalone energy system: a case study. **Renewable Energy Focus**, v. 25, p. 48-56, 2018.

THE WIND POWER. **Gamesa: G114/2000**. 2018. Disponível em: https://www.thewindpower.net/turbine_es_860_gamesa_g114-2000.php. Acesso em: 27 jun. 2021





PROSPECÇÃO QUÍMICA DAS FOLHAS E CASCA DO CAULE DA *AZADIRACHTA INDICA* PRESENTE NO TRIÂNGULO MINEIRO

ANA LUÍZA FRANCO¹

LAIANE PEREIRA ROCHA²

TAÍS ARTHUR CORRÊA³

ELISÂNGELA APARECIDA DA SILVA⁴

QUÍMICA AMBIENTAL

RESUMO

O nim indiano (*Azadirachta indica*) é uma árvore nativa da Índia, introduzida no Brasil, conhecida por apresentar potencial farmacológico e diversas aplicações como, por exemplo, planta medicinal, repelente, praguicida e, assim, considerada uma valiosa fonte de compostos bioativos. Essas propriedades estão relacionadas à presença de metabólitos secundários como flavonoides, saponinas, antraquinonas etc., que estão distribuídos nas folhas, cascas, caule e frutos. Diante disso, objetivou-se investigar qualitativamente a presença de metabólitos secundários presentes nas folhas e na casca do caule do nim indiano inserido na região do Triângulo Mineiro por meio da prospecção química dos seus extratos alcoólicos e amostra seca. Para isso, as folhas e as cascas do caule do nim foram coletados, secos em estufa a 60°C e posteriormente triturados em moinho de facas. Em seguida foram preparados os extratos metanólicos e submetidos aos testes para identificação dos seguintes meta-

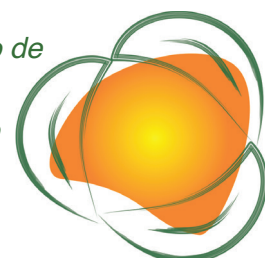
98

1 Discente do Programa de Mestrado em Ciências Ambientais da Universidade do Estado de Minas Gerais, Frutal, MG – alfranco285@gmail.com.

2 Discente do Curso de Tecnologia em Alimentos da Universidade do Estado de Minas Gerais, Frutal, MG- laianepereirarochoa20@gmail.com.

3 Profa. Dra. da Universidade do Estado de Minas Gerais, Frutal, MG – Departamento de Ciências Exatas e da Terra (DCET), tais.correa@uemg.br.

4 Profa. Dra. da Universidade do Estado de Minas Gerais, Frutal, MG – Departamento de Ciências Exatas e da Terra (DCET), elisangela.aparecida@uemg.br.



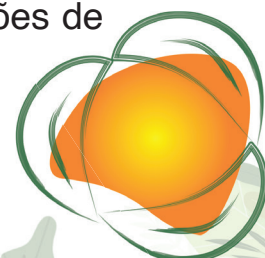
bólitos secundários: saponinas, alcaloides, flavonoides, taninos e antraquinonas, sendo a positividade considerada por formação de espuma, precipitação/turvação, mudança de cor e aparecimento de fluorescência. O extrato das cascas do caule apresentou resultado positivo para saponinas, antraquinonas e taninos, enquanto o extrato das folhas apresentou resultado positivo apenas para flavonoides, o que pode estar relacionado com suas propriedades antifúngica, anti-inflamatória, cicatrizante, antiviral, dentre outras. Outrossim, foi demonstrada a negatividade para alcaloides para ambas as amostras. Os resultados encontrados evidenciam algumas aplicabilidades do nim, tornando-se um estudo complementar para o desenvolvimento de drogas e agentes agroquímicos humanamente e ambientalmente seguros.

Palavras-chave: Nim Indiano; Cerrado; Triagem Fitoquímica; Metabólitos Secundários.

INTRODUÇÃO

A *Azadirachta indica* A. Juss. conhecida popularmente como nim indiano ou neem, tem sido amplamente estudada devido às suas diversas aplicações como, por exemplo, planta medicinal, repelente, praguicida e, assim, considerada uma valiosa fonte de compostos bioativos para utilização na medicina e na agropecuária (OGBUEWU et al., 2011). Estudos recentes revelaram que o nim também apresenta potencial atividade antiviral, além de ser utilizado no tratamento de sintomas clínicos associados à Covid-19, podendo agregar valor ao desenvolvimento de novas terapêuticas contra a SARS-CoV-2 (DA SILVA NETO et al., 2021).

De forma geral, seus efeitos benéficos podem ser atribuídos a metabólitos secundários, presentes em partes da planta (semente, folhas, casca e frutos) como, por exemplo, flavonoides, terpenoides, taninos, antraquinonas etc, o que colabora com a necessidade de serem constantemente investigados, afim de conhecer suas propriedades medicinais e/ou toxicológicas (DA SILVA NETO et al., 2020). Outro fator importante está na variação da composição química desses metabólitos devido aos efeitos do ecossistema, que envolvem inúmeros aspectos importantes, como as modificações das condições de cultivo, tratamento e diferenças genéticas.



Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo contribuir para o conhecimento fitoquímico da espécie *Azadirachta indica* por meio da investigação da presença de grupos de metabólitos secundários das folhas e casca do caule, considerando a espécie introduzida no município de Frutal-MG, inserido no Cerrado Mineiro, empregando a prospecção química das amostras secas e extratos alcóolicos, visto que, há poucos estudos que evidenciem a composição dessa espécie na região.

METODOLOGIA

O trabalho foi realizado no período de abril a junho de 2021, nas dependências da Universidade do Estado de Minas Gerais, Frutal, Minas Gerais. As cascas do caule e as folhas de *Azadirachta indica* foram coletadas no período da manhã, em terreno particular, coordenadas geográficas (Latitude 19°50'51".7092" S; Longitude 48°54'42.6348" W), Frutal-MG. Todo o material vegetal colhido foi higienizado, pesado, seco em estufa a 60°C, triturado em moinhos de facas e armazenado em dessecador.

As porções trituradas (massa 10g folhas e 20g caule) de *A. indica* foram submetidas à extração por maceração com 200 mL de metanol por 48h. Após essa etapa, os extratos foram filtrados, secos com sulfato de sódio, levados à capela para a evaporação de solvente, por meio de banho-maria (40°C) até a obtenção de 100 mL de solução final, envoltos em papel alumínio e armazenados em geladeira até a realização dos testes.

Para caracterização dos grupos de metabólitos secundários: saponinas, alcaloides, taninos, antraquinonas e flavonoides foram realizados testes qualitativos, em duplicata, observando desenvolvimento de coloração, espuma e/ou formação de precipitado característico (Tabela 1), conforme métodos adaptados de Simões (2019) e Da Silva Neto et al. (2020).

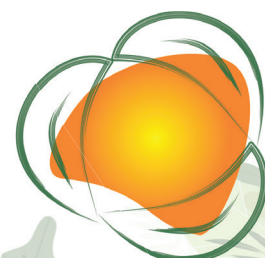


Tabela 1:
Ensaio e resultados positivos esperados para as classes de fitoquímicos analisadas.

Fitoquímicos	Ensaio	Resultados positivos
Saponinas	Fervura e agitação vigorosa	Índice de espuma persistente
Alcaloide	Reação de Mayer	Turvação ou formação de precipitado branco
Flavonoides	Reação de Taubouk	Desenvolvimento de fluorescência de coloração amarelo esverdeada na luz UV
Antraquinonas	Reagente de Born-trägerdireta	Desenvolvimento de coloração rósea- avermelhada
Taninos gerais	Reação com Cloreto férrico	Desenvolvimento de coloração: 1) verde-marrom para taninos condensados; 2) azul-preto para taninos hidrolisáveis
Taninos hidrolisáveis	Reação Acetato de Chumbo	Formação de precipitado branco

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os ensaios fitoquímicos empregando as amostras das folhas e da casca do caule do nim evidenciaram a diferenciação da constituição química dos materiais analisados de forma rápida, qualitativa e baixo custo. Cada parte da planta possui características químicas próprias, as quais são responsáveis pelas diferentes aplicações e suas peculiaridades. A Tabela 2 dispõe os resultados alcançados da prospecção química referente aos grupos de metabólitos secundários: saponinas, alcaloides, taninos, antraquinonas e flavonoides avaliados.

Tabela 2.
Classes de fitoquímicos avaliados nas folhas e cascas do caule de *A. indica*.

Fitoquímicos	Folha	Casca do caule
Saponinas	negativo	positivo
Alcaloide	negativo	negativo
Flavonoides	positivo	negativo
Antraquinonas	negativo	positivo
Taninos gerais	negativo	positivo
Taninos hidrolisáveis	negativo	positivo

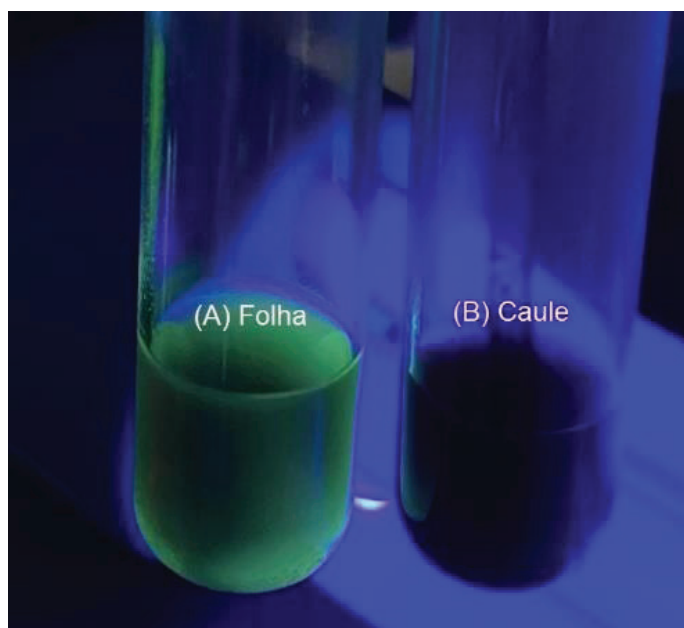
O caule apresentou resultado positivo para saponinas, antraquinonas, taninos gerais e taninos hidrolisáveis. Estes princípios



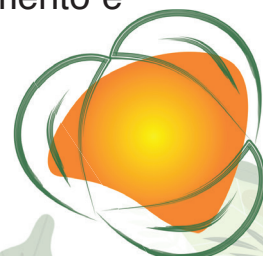
ativos têm ações: antioxidante, anti-inflamatória, antimicrobiana, imune estimulante, antiviral e antisséptica, além de estarem interligados às práticas medicinais modernas, principalmente para o vírus SARS-CoV-2 (DA SILVA NETO et al., 2021).

Diante dos testes realizados, para a folha foi encontrado resultado positivo apenas para flavonoides, observando o desenvolvimento de fluorescência de coloração amarelo esverdeada quando colocado sob luz UV (Figura 1). Tais resultados são corroborados por Galeane (2013), que complementa que essa classe de compostos é largamente distribuída nos vegetais superiores (angiospermas), podendo apresentar diversas funções na planta como: proteção contra insetos, fungos, vírus e bactérias; agentes alelopáticos e inibidores de enzimas.

Figura 1. Resultado do teste de Taubouk para o extrato metanólico das folhas (A) e da casca do caule (B).



A próxima etapa deste estudo consistirá na avaliação fitoquímica dos frutos e caracterização anatômica das folhas, que poderão contribuir com mais informações sobre a composição química dos metabólitos secundários e possíveis efeitos do ecossistema sobre a planta, que envolvem outros aspectos importantes, como as modificações das condições de cultivo, tratamento e diferenças genéticas.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos experimentais mostraram-se positivos para diferentes classes de compostos, como: i) flavonoides (nas folhas); ii) saponinas, antraquinonas e taninos hidrolisáveis (casca do caule); observando resultado negativo para alcaloides para ambos os materiais avaliados. Deve-se levar em consideração que os fitoquímicos foram encontrados nas folhas e casca de caule colhidos no mês de março de 2021, em área inserida no domínio Cerrado, assim, podem variar de acordo com a época do ano, órgão analisado e localidade da coleta. Cumpre também assinalar que a pesquisa ainda está em processo de desenvolvimento e que mais dados e informações serão abordados e discutidos.


AGRADECIMENTO

Programa Institucional de Apoio à Pesquisa (PAPq) da UEMG.

REFERÊNCIAS

- OGBUEWU, I. P. *et al.* The Growing Importance of Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) in Agriculture, Industry, Medicine and Environment: A Review. **Research Journal of medicinal Plant**, v. 5, n. 3, p. 230-245, mar. 2011.
- DA SILVA NETO, I. F. *et al.* A review of the antiviral activity of the Indian Nim and its potential in front of the new coronavirus (SARS-CoV-2). **Journal of Biology & Pharmacy and Agricultural Management**, v. 17, n. 1, p.1-19, jan./mar. 2021.
- DA SILVA NETO, I. F. *et al.* Bioprospecção farmacológica: avaliação fitoquímica do nim indiano (*Azadirachta indica* A. Juss.). **Journal of Biology & Pharmacy and Agricultural Management**, v. 16, n. 2, p. 215-226, abr./jun. 2020.
- SIMÕES, C. M. O., SCHENKEL, E. P., MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. **Farmacognosia: do produto natural ao medicamento**. Artmed Editora, 2019.
- GALEANE, M. C. **Prospecção fitoquímica de ativos em extratos e frações originados de folhas de *Azadirachta indica* A. Juss. visando atividade antimicrobiana**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Estadual Paulista. “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Araraquara, 2013.





APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS NA PRODUÇÃO DE XILANASE POR *MYCELIOPHTHORA* *HETEROThALLICA*

EDUARDO DA SILVA MARTINS¹
MARIA EDUARDA DA MATA MARTINS²

REAPROVEITAMENTO, REUTILIZAÇÃO E TRATAMENTO DE RESÍDUOS (SÓLIDOS E LÍQUIDOS)

RESUMO

As xilanases formam um grupo de enzimas com diversas aplicações, sendo utilizadas nas indústrias de papel e celulose, alimentícias e de rações animais. O presente estudo objetivou avaliar a produção de xilanase pelo fungo termofílico *Myceliophthora heterothallica*, por cultivo em estado sólido de resíduos agroindustriais. Foram utilizados como substrato para a produção da enzima bagaço de cana-de-açúcar, palha de cana-de-açúcar, farelo de trigo, e uma mistura dos três substratos (1:1:1 p/p). O cultivo ocorreu por 10 dias. No melhor substrato e tempo de cultivo, foram avaliados também diferentes parâmetros fermentativos sobre a produção da enzima, tais como solução suplementar de nutrientes, pH, umidade e temperatura de incubação. A maior produção da xilanase ocorreu na mistura dos três substratos, após 4 dias de cultivo. A atividade da enzima foi maior nas seguintes condições: sem suplementação de nutrientes (água, em pH 5,0), temperatura de incubação do fungo a 40 °C, com umidade inicial do substrato em 80%. A enzima apresentou maior atividade na faixa de pH entre 5,0 e 6,5 com pico em pH 5,0 e mais de 90% de estabilidade em uma ampla faixa de pH (3,5 a 9,5). A temperatura ótima foi de 65 °C e a enzima apresentou 100% de estabilidade por 1h, até 60 °C. A utiliza-

104

1 Prof. Dr. Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) unidade Frutal, Departamento de Ciências e da Terra, eduardo.martins@uemg.br

2 Mestranda em Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Departamento de Ciência de Alimentos, dudahmartinsmm@gmail.com.



ção de resíduos agroindustriais proporcionou boa produção de xilanase pelo fungo, com a enzima apresentando elevada estabilidade a pH e temperatura, características desejáveis para aplicação em alguns processos industriais.

Palavras-chave: Enzima Xilanolítica; Fungo; Cultivo em Estado Sólido.

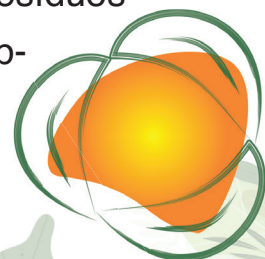
INTRODUÇÃO

Xilanases são enzimas hidrolíticas que clivam aleatoriamente as ligações β -1,4 do polissacarídeo xilana, principal componente da hemicelulose e um dos principais constituintes da parede celular vegetal (COLLINS; GERDAY; FELLER, 2005). Em conjunto com celulases e pectinases, as xilanases são responsáveis por cerca de 20 % do mercado mundial de enzimas, uma vez que apresentam uma diversificada aplicação industrial, incluindo a produção de alimentos, medicamentos, adoçantes, solventes, combustíveis e ainda, o branqueamento da polpa de papel (HO, 2018; SHARMA; KUMAR, 2013; WALIA et al., 2017).

O desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias visando a produção de xilanases com características bioquímicas adequadas à aplicação industrial tem sido o objetivo de muitos trabalhos. Há uma necessidade crescente da otimização de produtos e processos, minimizando custos e tempo, maximizando rendimento, produtividade e qualidade de bioprodutos (PRAJAPATI et al., 2018).

Os fungos termofílicos têm atraído especial atenção, uma vez que as enzimas produzidas por estes microrganismos podem apresentar maior termoestabilidade, permitindo a sacarificação da biomassa polissacarídica em temperaturas mais elevadas e reduzindo o tempo de reação e a viscosidade do substrato (BERKA et al., 2011).

Um dos fatores que mais afetam o custo de produção das enzimas é o substrato. Neste contexto, o uso de resíduos agroindustriais no cultivo de microrganismos, além de economicamente viável, pode ajudar a resolver problemas ambientais decorrentes do seu acúmulo no ambiente. Estes resíduos podem ser utilizados no cultivo em estado sólido assim como no submerso, para bactérias ou fungos (ALVIRA et al., 2010; STROPARO



et al., 2012; CARVALHO et al., 2017). Assim, o aproveitamento de resíduos agroindustriais torna-se atrativo, pois além de prevenir possíveis problemas relacionados ao seu acúmulo e manejo inadequados, pode reduzir os custos da produção enzimática, uma vez que geralmente são gerados em grandes quantidades. Para a região do Triângulo Mineiro, em Minas Gerais, os resíduos que mais se destacam são a palha e o bagaço de cana-de-açúcar, devido à grande quantidade de usinas sucroenergéticas na região. Mesmo atualmente sendo aproveitados para outros fins, como a geração de energia elétrica, ainda há excedentes, tornando viável seu aproveitamento para outras finalidades que agregam valor a estes materiais.

Diante do exposto, objetiva-se com este trabalho avaliar a produção de xilanase pelo fungo termofílico *Myceliophthora heterothallica* com o aproveitamento de resíduos agroindustriais, analisar a influência de diferentes parâmetros de cultivo sobre a produção da enzima e caracterizar a enzima quanto ao pH e temperatura ótimos e à estabilidade a estes fatores.

METODOLOGIA

Microrganismo

Foi estudado o fungo termofílico *Myceliophthora heterothallica*, proveniente do Laboratório de Bioquímica e Microbiologia Aplicada da Universidade Estadual Paulista, campus de São José do Rio Preto. A cultura pura foi mantida em tubos de ensaio contendo meio Agar Sabouraud, no Laboratório de Microbiologia da Universidade do Estado de Minas Gerais, unidade Frutal.

Pré-inóculo e cultivo em estado sólido (CES)

Para obter a suspensão micelial a ser utilizada nos substratos, foi feito um pré- inóculo em 100 mL de Agar Sabouraud, em frasco Erlenmeyer de 250 mL. O fungo foi inoculado na superfície deste meio, por estrias, e incubado a 45 °C durante 5 dias. Após este período, a massa micelial foi suspendida, com auxílio de alça de inoculação, em 150 mL de solução nutriente esterilizada composta por NH_4NO_3 , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ e $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (0,1%).



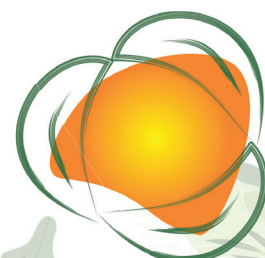
Os cultivos em estado sólido foram conduzidos em frascos Erlenmeyer (250 mL), utilizando-se 5g dos seguintes substratos: bagaço de cana-de-açúcar (BC), palha de cana-de-açúcar (PC), farelo de trigo (FT) e em uma mistura destes três materiais (1:1:1 p/p) (denominada no trabalho como Mix). O bagaço e a palha de cana-de-açúcar foram adquiridos de usinas do município de Frutal/MG. O farelo de trigo do comércio local. Os substratos foram lavados, secos a 60 °C em estufa de secagem e peneirados a 10 mesh.

Inicialmente, em cada substrato foi adicionada solução nutriente esterilizada composta por NH_4NO_3 , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ e $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (0,1%), pH 5,0, de modo que a umidade inicial do substrato ficasse em 70%. O fungo foi cultivado a 45 °C e amostras foram retiradas, diariamente, durante 10 dias. A cada amostra retirada, foram adicionados 80 mL de água destilada, sendo a mistura homogeneizada manualmente e mantida sob agitação em shaker (100 rpm), por 20 minutos. Após este período, o material foi filtrado em disco de tecido nylon, centrifugado a 10000 g por 10 min. e o sobrenadante foi utilizado para a determinação da atividade enzimática.

Parâmetros de cultivo

Para avaliar o efeito da suplementação do substrato (escolhido na etapa anterior) sobre a produção das enzimas, foram utilizadas as seguintes soluções nutrientes junto ao substrato: 1- NH_4NO_3 a 0,1%; 2- $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ a 0,1%; 3- NH_4NO_3 , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (todos a 0,1%); 4- extrato de levedura a 0,1%; 5- água (controle), de modo que a umidade inicial fique em 70%. Foram avaliados os valores de pH de cada solução de 4,0 a 6,0 (com variação de 0,5 em 0,5), em planejamento fatorial 5x5.

Para avaliar o efeito da umidade inicial do substrato, foi determinada anteriormente a umidade de cada substrato e para os experimentos foram adicionados volumes de solução nutriente junto ao inóculo, de modo que a umidade inicial fique em 60%, 65%, 70%, 75% e 80%. As temperaturas de fermentação avaliadas foram de 40 °C, 45 °C, 50 °C e 55 °C, em planejamento fatorial 5x4.



Determinação da atividade de xilanase

A atividade de xilanase foi determinada em mistura de reação contendo 0,1 mL da solução enzimática e 0,9 mL de solução de substrato xilana Beechwood (Sigma) (10,0 g/L), em tampão acetato 0,10 M, pH 5,0. A reação foi mantida a 60 °C por 10 minutos e então, interrompida pela adição de 1,0 mL do reagente DNS (ácido 3,5-dinitrossalicílico) para a quantificação dos açúcares redutores liberados, como proposto por Miller (1959), a partir de uma curva padrão de xilose. Uma unidade de atividade enzimática foi definida como a quantidade de enzima necessária para liberar 1,0 μmol de açúcar redutor por minuto, sob as condições de ensaio citadas.

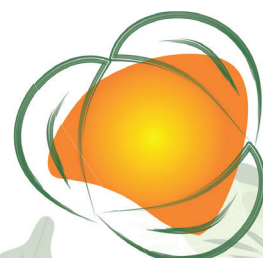
Caracterização da enzima

Para a determinação do pH ótimo, a atividade de xilanase foi avaliada incubando-se 0,1 mL da solução enzimática em 0,9 mL de suspensão de xilana Beechwood (Sigma) a 1% em diferentes valores de pH, a 60 °C por 10 minutos. Os seguintes tampões (0,1 M) foram utilizados: citrato de sódio (pH 3,0), acetato de sódio (3,5-5,5), MES (pH 6,0-6,5), HEPES (pH 7,0-7,5), glicina-NaOH (pH 8,0-9,5) e CAPS (pH 10,0-10,5).

O efeito da temperatura sobre a atividade enzimática foi avaliado variando-se a temperatura de reação entre 40-80 °C (com intervalos de 5 °C). Os ensaios de atividade foram realizados no pH ótimo verificado para a enzima.

Para determinar a estabilidade da enzima às variações de pH, um volume final de 1,0 mL do extrato enzimático foi devidamente diluído em tampões com diferentes valores de pH (3,0 a 10,0) e incubado a 25 °C durante 24 horas. Após o período de incubação, a atividade enzimática foi mensurada na temperatura e pH ótimos da enzima, determinados anteriormente.

A termoestabilidade foi avaliada incubando o extrato enzimático por uma hora, às temperaturas de 10 °C a 80 °C, seguida da determinação da atividade residual, de acordo com as condições ótimas de pH e temperatura.



Análise estatística dos dados

Com os dados gerais obtidos com os diferentes tratamentos aplicados, foi feita a análise de variância dos experimentos e posteriormente a aplicação do teste Scott-Knott ($<0,05$), para as médias obtidas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produção de xilanase por M. heterothallica em diferentes substratos e condições de cultivo

A maior atividade da xilanase ocorreu no meio contendo a mistura de bagaço de cana-de-açúcar, palha de cana-de-açúcar e farelo de trigo (Mix), após 4 dias de cultivo (495,2 U.g⁻¹), condição de substrato e tempo com diferença estatística em relação aos demais valores apresentados. Quando o fungo foi inoculado nos outros meios de forma isolada, os valores de atividade da xilanase foram significativamente inferiores (Figura 1).

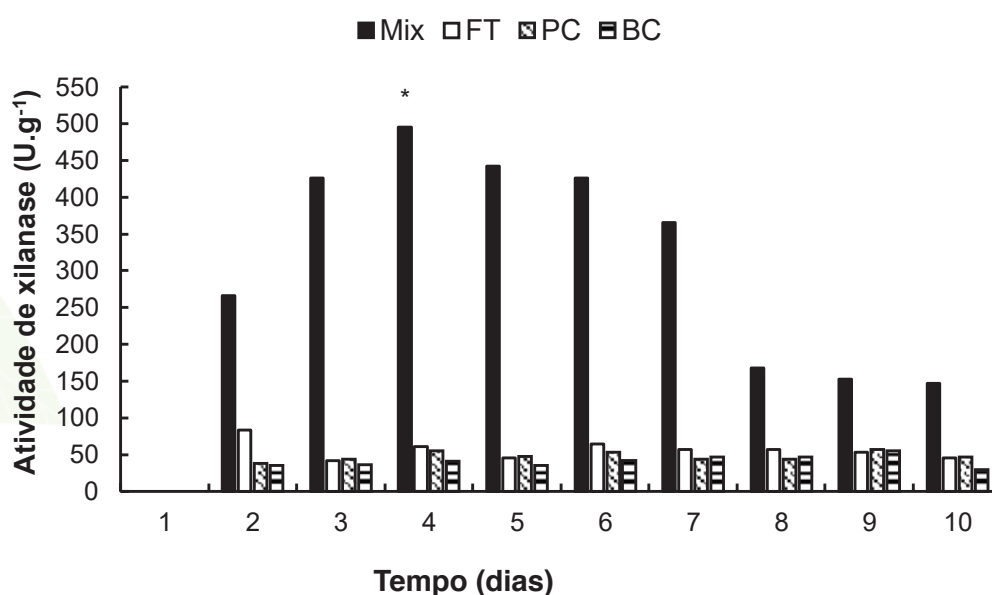
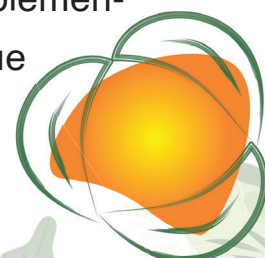


Figura 1:

Produção de xilanase por *Myceliophthora heterothallica*, em diferentes substratos e tempos de cultivo.* Condição na qual houve diferença estatística no teste Scott-Knott ($<0,05$).

Quando foram avaliadas diferentes soluções nutrientes suplementares ao substrato, em diferentes valores de pH, observou-se que as maiores atividades de xilanase foram quando o substrato foi



suplementado apenas com água destilada, ou com solução composta por NH_4NO_3 , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ e $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (todos a 0,1%), a pH 5,0, conforme exposto na Figura 2.

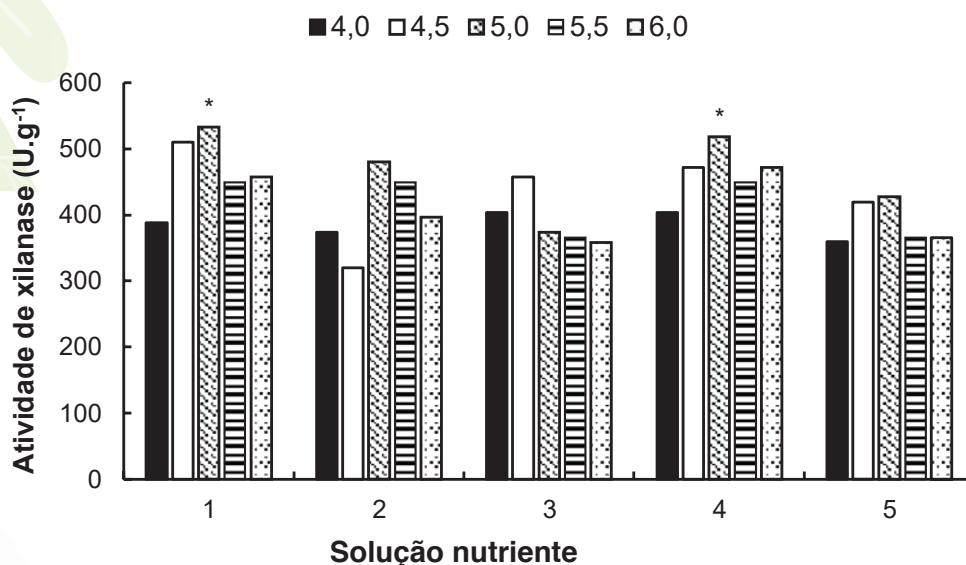
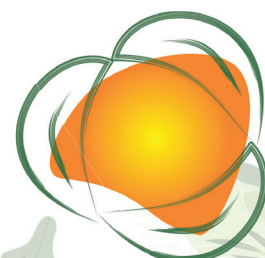


Figura 2:

Produção de xilanase por *Myceliophthora heterothallica*, em substrato composto por farelo trigo, bagaço de cana e palha de cana (1:1:1), suplementado com diferentes soluções nutrientes, em diferentes valores de pH, em 4 dias de cultivo. 1- água destilada; 2- NH_4NO_3 a 0,1%; 3- $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ a 0,1%; 4- NH_4NO_3 , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (todos a 0,1%); 5- extrato de levedura a 0,1%. * Condição na qual houve diferença estatística no teste Scott-Knott (<0,05).

Nas melhores condições encontradas nos experimentos anteriores, foi feito um experimento visando avaliar o efeito da umidade inicial do substrato e da temperatura de incubação do fungo. Foi observado que as maiores atividades de xilanase ocorreram com o fungo incubado a 40 °C ou 45 °C, com umidade inicial de 80% (Figura 3).



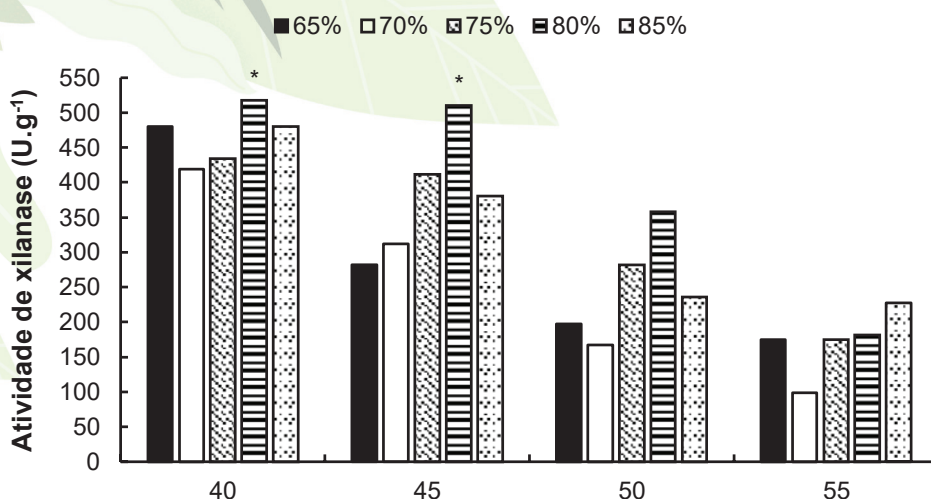


Figura 3:

Produção de xilanase por *Myceliophthora heterothallica*, em substrato composto por farelo trigo, bagaço de cana e palha de cana (1:1:1), hidratado com água destilada esterilizada, a pH 4,5, em 4 dias de cultivo, sob diferentes condições de umidade e temperatura de incubação do fungo. * Condições nas quais houve diferença estatística no teste Scott-Knott (<0,05).

Temperatura de incubação (°C)

Caracterização bioquímica da xilanase de *M. heterothallica*

A xilanase de *M. heterothallica* apresentou maior atividade na faixa de pH entre 4,0 e 7,5, com pico em pH 5,0. A enzima apresentou elevada estabilidade ao pH, por 24 h, mantendo mais de 90% da atividade entre pH 3,5 e 4,5 e 100% da atividade em valores de pH entre 5,0 e 9,5 (Figura 4). Essa é uma característica desejável para enzimas com aplicação industrial, uma vez que além de apresentarem atividade em ampla faixa de pH, ainda toleram amplas variações deste fator.

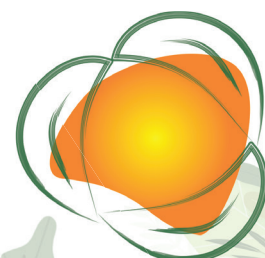
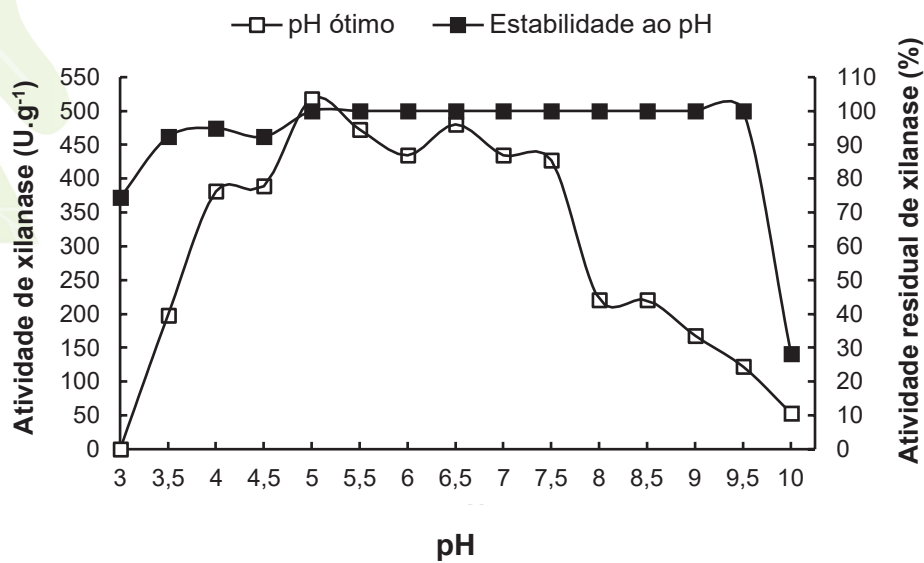
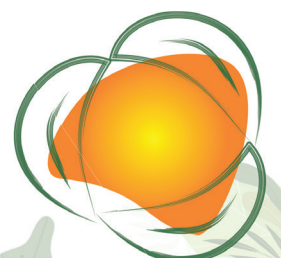
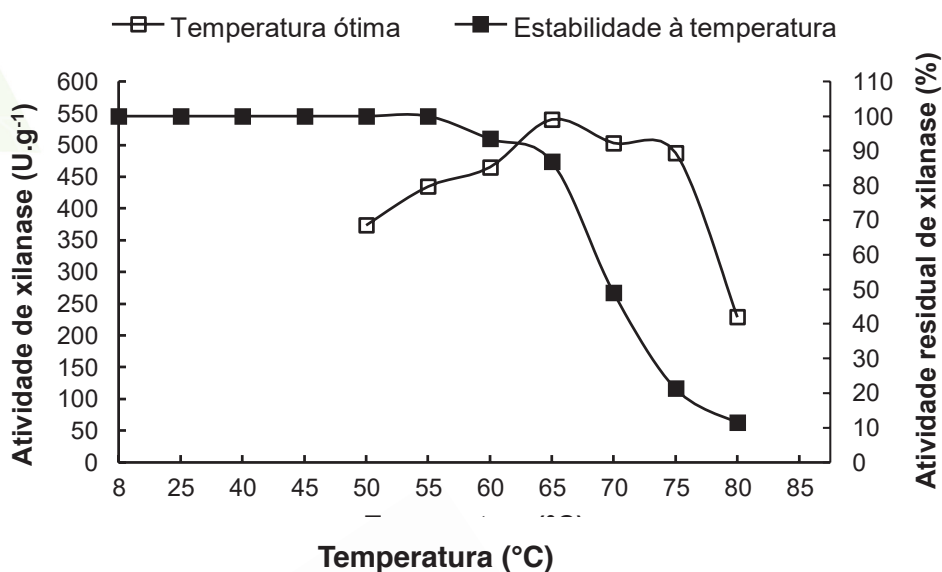


Figura 4:
Efeito do pH sobre a atividade da xilanase do fungo *Myceliophthora heterothallica*.
—■— pH ótimo; —□— estabilidade ao pH, durante 24h, a 25°C.



Com relação à temperatura, verificou-se que a temperatura ótima da xilanase foi de 65 °C e que a enzima apresenta boa termoestabilidade, mantendo mais de 85% da sua atividade, durante 1 hora, até a temperatura de 65 °C (Figura 5).

Figura 5:
Efeito da temperatura sobre a atividade da xilanase do fungo *Myceliophthora heterothallica*. —■— temperatura ótima; —□— estabilidade a diferentes temperaturas, por 1 hora.



CONCLUSÕES

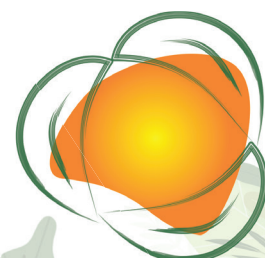
O aproveitamento de resíduos agroindustriais é viável para a produção de xilanase pelo fungo *M. heterothallica*, a qual apresenta-se termofílica, termoestável e com boa estabilidade a variações de pH. Os fatores de cultivo avaliados afetaram significativamente a produção da enzima.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Apoio à Pesquisa da UEMG (PAPq), pela bolsa de Iniciação Científica concedida.

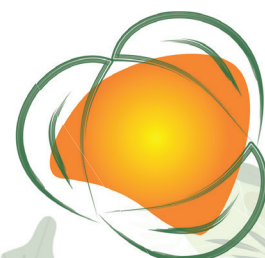
REFERÊNCIAS


- ALVIRA, P. et al. Pretreatment technologies for an efficient bioethanol production process based on enzymatic hydrolysis: a review. **Bioresource Technology**, v.101, n.13, p.4851-4861, jul. 2010.
- BERKA, R. M. et al. Comparative genomic analysis of the thermophilic biomass-degrading fungi *Myceliophthora thermophila* and *Thielavia terrestris*. **Nature Biotechnolog**, v. 29, p. 922-927, out. 2011.
- CARVALHO, E.A. et al. Thermoresistant xylanases from *Trichoderma stromaticum*: Application in bread making and manufacturing xylo-oligosaccharides. **Food Chemistry**, v.221, p.1499–1506, apr. 2017.
- COLLINS, Tony; GERDAY, Charles; FELLER, Georges. Xylanases, xylanase families and extremophilic xylanases. **Fems Microbiology Reviews**, v. 1, n. 29, p. 3-23, jan. 2005.
- HO, Hooi Ling. **Biotechnology of Microbial Xylanase: Overview**. In: Research Advancements in Pharmaceutical, Nutritional, and Industrial Enzymology, ed. Shashi Lata Bharati and Pankaj Kumar Chaurasia, IGI Global, 2018, p. 294-325.
- MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, v. 31, n. 3, p. 426-428, mar. 1959.
- PRAJAPATI, A. S. et al. Review on cellulase and xylanase engineering for biofuel production. **Industrial Biotechnology**, v. 14, n. 1, p. 38-44, feb. 2018.
- SHARMA, Meeta.; KUMAR, Anil. Xylanases: an overview. **British Biotechnology Journal**, v. 3, n. 1, p. 1-28, jan. 2013.



STROPARO, E. C. et al. Seleção de fungos filamentosos e de resíduos agroindustriais para a produção de enzimas de interesse biotecnológico. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, p.2267- 2278, nov. 2012.

WALIA, A. et al. Microbial xylanases and their industrial application in pulp and paper biobleaching: a review. **3 Biotech**, v. 7, n. 1, p. 11, apr. 2017.





A CORRELAÇÃO ENTRE AS INTERFERÊNCIAS NA VAZÃO DO RIO SÃO FRANCISCO E O AVANÇO DA SALINIDADE NO SEU ESTUÁRIO

ANA LÚCIA EUFRÁZIO ROMÃO¹
RICARDO ARAÚJO FERREIRA JÚNIOR²
ARISTIDES PAVANI FILHO³

EDUCAÇÃO AMBIENTAL

RESUMO

Localizado em ambiente árido, onde a água é a principal força motriz da região, o Baixo São Francisco figura entre as zonas mais vulneráveis a impactos. A planície flúvio-marinha e aluvial (estuário) do Rio São Francisco se estende desde Penedo (AL) até o litoral. No presente trabalho objetivou-se avaliar a influência do controle da vazão do São Francisco pela usina de Xingó sobre o avanço da salinidade de Foz à Penedo entre os anos de 2019 e 2020. A determinação da salinidade e demais parâmetros (condutividade, resistividade, pH e sólidos totais dissolvidos-STD's) foram realizados durante os ciclos de maré enchente e vazante, tendo sido realizada *in situ* através da utilização de Sonda multiparamétrica Aqual Troll 400 da In-Situ Inc. 221 East Lincoln Avenue, Fort Collins, CO 80524 USA. No estudo foi possível observar que a salinidade das águas do rio, bem como a condutividade e o teor de STD's, foram profundamente afetados pela oscilação da maré e pelas alterações na vazão do rio operadas pelos sistemas de barragens no período avaliado, principalmente pela barragem de Xingó. Nesse sentido, a diminuição da vazão do rio pela metade promoveu o avanço da salinidade

115

1 Doutoranda., Universidade Estadual do Ceará; Departamento de Ciência e Tecnologia, ana.eufrazio@aluno.uece.br

2 Prof. Dr., da Instituição Universidade Federal de Alagoas – Campus de Engenharia e Ciências Agrárias, ricardo.junior@ceca.ufal.br

3 Doutorando Universidade Federal da Bahia – UFBA; Instituto de Geociências - IGEO - aristidesfilho@ufba.br



por mais de 10 km rio adentro, provocando impactos severos sobre o ecossistema, as comunidades ribeirinhas e economia dos municípios afetados, dentre eles Piaçabuçu e Brejo Grande

Palavras-chave: Salinização de estuário; Impactos socioambientais; Condutividade; Resistividade.

INTRODUÇÃO

Enquadrado como rio de médio a grande porte, Rio São Francisco é um dos mais importantes rios do país, sendo sua bacia responsável pelo abastecimento de um território com diversas atividades econômicas, servindo à aproximadamente 14,2 milhões de pessoas, ou seja, 7,5% da população brasileira, sendo quase a única fonte de água para a população da região árida do nordeste do Brasil (TORRES; HORN, 2020)

A planície flúvio-marinha e aluvial (estuário) do Rio São Francisco se estende desde Penedo (AL) até o litoral. Essa região, formada por sedimentos recentes, aluviâres, eólicos e praias, é constituída de superfícies planas, solo inconsolidado e elevada salinidade. Praticamente toda a porção externa da planície costeira do Rio São Francisco é margeada por dunas eólicas e, à margem direita, no estado de Sergipe, são registradas expressivas áreas de mangue. O Delta e a base dos Tabuleiros são formados de terraços marinhos Pleistocênicos e, a norte e nordeste, de Tabuleiros terciários de Formação de Barreiras. Outra característica importante é que o estuário do Rio São Francisco é dominado movimentos oscilatórios da maré (SANTOS et al., 2012; MEDEIROS; CAVALCANTE SEGUNDO; MAGALHÃES, 2015).

Localizado em ambiente árido, onde a água é a principal força motriz da região, o Baixo São Francisco figura entre as zonas mais vulneráveis a impactos (SOARES et al., 2020). A porção mais sensível do Baixo é o estuário, que devido as trocas restritas, a pequena extensão e rasas profundidades, responde rapidamente a qualquer perturbação natural ou antropogênica (CAVALCANTE et al., 2020). Dentre os vetores que impactam sobre o Rio estão as obras de engenharia e, dentre elas, o sistema de barragens exerce mais importante pressão sobre o estuário, estas têm alterado o seu



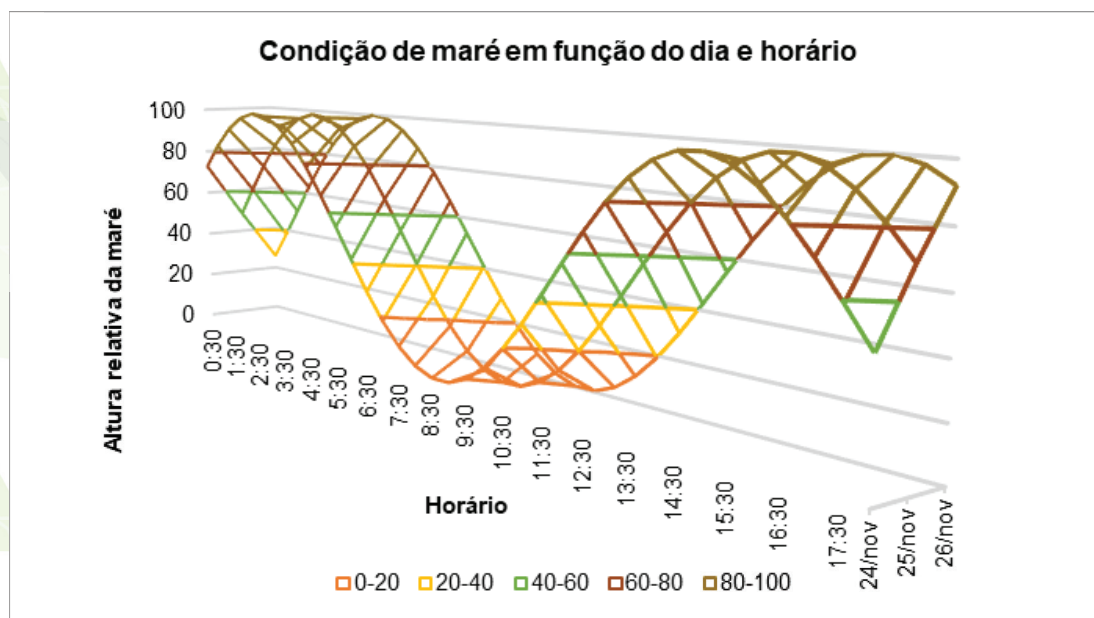
regime hidrológico e provocado a modificação da vazão líquida e sólida à jusante (SOUZA, 2015).

No presente trabalho objetivou-se avaliar a influência do controle da vazão do São Francisco pela usina de Xingó sobre o avanço da salinidade de Foz à Penedo entre os anos de 2019 e 2020.

METODOLOGIA

A determinação da salinidade e demais parâmetros (condutividade, resistividade, pH e sólidos totais dissolvidos-STD's) foram realizados durante os ciclos de maré enchente e vazante, conforme pode ser observado a partir do Gráfico 1, tendo sido realizada *in situ* através da utilização de Sonda multiparamétrica Aqual Troll 400 da In-Situ Inc. 221 East Lincoln Avenue, Fort Collins, CO 80524 USA.

Gráfico 1:
Simulação gráfica das condições de maré durante as coletas realizadas entre os dias 24, 25 e 26



Ao longo da coluna d'água, foi efetuada uma sequência de medições, com distância de no máximo 50 cm entre elas, intercaladas entre 20, 30 ou 60 mm. Os pontos para amostragem, no percurso de 28 km estendido de Penedo à foz, foram determinados considerando a área que sofre



influência do regime de marés e determinado através geoprocessamento. Ver Tabela 1.

Tabela 1:
Pontos de coleta dos parâmetros físico-químicos de acordo com as coordenadas geográficas e os anos da amostragem.

Ano	Vazão	Ponto de coleta	Ponto	Latitude	Longitude	Data	Início (h)	Fim (h)
2019	1.300 m ³ /s	Penedo	P1	10°17'37.86"S	36°35'20.05"O	24/11/19	14:00	16:00
		Piaçabuçu	P2	10°24'39.30"S	36°26'2.89"O	25/11/19	15:00	18:00
		Foz jusante	P3	10°27'48.57"S	36°24'21.91"O	26/11/19	14:30	16:00
2020	2.800 m ³ /s	Penedo	P1	10°17'35.55"S	36°35'8.66"O	12/6/2020	14:00	16:30
		Piaçabuçu	P2	10°24'14.40"S	36°26'26.23"O	12/8/2020	6:00	9:00
		Foz jusante	P3	10°28'33.30"S	36°23'51.20"O	12/9/2020	14:50	16:00

As coletas de dados foram realizadas durante a II Expedição Científica no Rio São Francisco, ocorrida no período de 17 a 27 de novembro de 2019 e III Expedição Científica no Rio São Francisco, ocorrida de 30 de novembro até 10 de dezembro, ambas as expedições partiram da cidade de Penedo, em Alagoas, e percorreu nove municípios localizados na região do Baixo São Francisco até chegar à foz realizando avaliação da saúde ambiente do rio e situação socioeconômica das comunidades ribeirinhas.

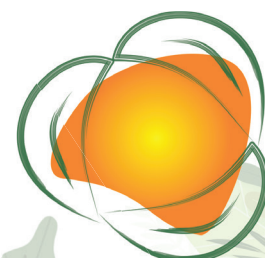


Figura 1:
Imagens das coletas de dados no São Francisco em 2019 à esquerda
e em 2020 à direita



Fonte: Próprios autores

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A salinização do rio é um problema que vem ocorrendo há alguns anos. Santana (2017) ressalta que já em 2013, com a regulação da vazão do São Francisco, a cunha salina oriunda das águas costeiras já avançava em torno de 10 km em direção à montante provocando a salinização das águas do rio pela adição de sais, o que tem limitado o seu aproveitamento para abastecimento público, irrigação e processos ecológicos.

Os resultados obtidos no presente estudo, tanto para novembro de 2019 como para dezembro de 2020, apontam que na região de Penedo Salinidade e demais parâmetros avaliados não sofreram alterações significativas (Tabela 2 e gráficos da Figura 1). O que já era esperado por se tratar de área distante da foz em torno de 30,00 km, não sofrendo, portanto, influência direta das oscilações de maré ou onde a corrente marinha não é suficientemente forte para realizar descarga água salgada. Também é possível inferir que, no ponto avaliado há pouca variação dos íons (poluentes) seja pelo despejo ou que chegam na área trazidos pela corrente do rio.

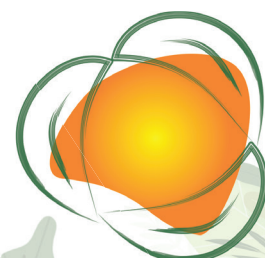
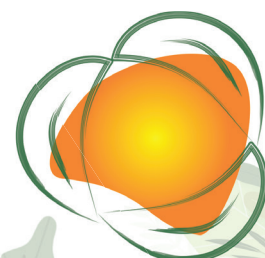


Table 2:
Funções estatísticas dos parâmetros avaliados entre os anos de 2019 e 2020 de acordo com a cidade da amostragem

ANO	CIDADE	FUNÇÃO ESTATÍSTICA	PARÂMETROS AVALIADOS					
			Prof. (m)	Temp. (°C)	Cond. (µS)	Resis. (ohm/m)	STD (ppm)	pH
2019	Penedo	Média	2.04	28.59	91.278	109.49	55.571	8.44
		Máximo	3.43	28.93	91.658	109.62	55.860	8.47
		Mínimo	0.25	28.52	91.221	109.10	55.218	8.38
		Desv. Pad	-	0.12	0.133	0.16	0.164	0.02
	Piaçabuçu 15:00 h	Média	6.66	28.90	1122.49	1052.961	8.011	7.72
		Máximo	13.45	28.99	1671.71	2405.32	11.493	7.92
		Mínimo	0.62	28.87	415.75	598.621	2.938	7.56
		Desv. Pad	-	0.036	-	-	-	0.12
	Piaçabuçu 18:00 h	Média	7.73	28.63	5210.22	2316.385	3.169	7.88
		Máximo	12.82	28.67	15622.40	8322.890	9.506	8.41
		Mínimo	0.59	28.49	120.15	64.011	0.073	7.59
		Desv. Pad	-	0.05	-	-	-	0.26
	Foz 14:50 h	Média	3.50	28.42	44653.82	23.875	27.269	7.35
		Máximo	6.55	28.95	51494.2	49.983	31.496	7.43
		Mínimo	0.47	28.24	18525.15	19.420	11.197	7.31
		Desv. Pad	-	0.22	-	-	-	0.03
	Foz 16:00 h	Média	4.16	28.06	50346.65	18.369	33.463	7.31
		Máximo	7.67	28.26	54272.1	19.329	34.362	7.33
		Mínimo	0.45	27.98	26325.8	17.897	31.678	7.29
		Desv. Pad	-	0.17	-	0.550	1.038	0.02

Continua...



...continuação

2020	Penedo	Média	1.61	28.44	95.483	104.731	58.237	8.72
		Máximo	2.71	28.44	95.529	104.799	58.265	8.79
		Mínimo	0.56	28.43	95.42	104.681	58.203	8.66
		Desv. Pad	-	-	0.026	0.028	0.015	0.05
	Piaçabuçu	Média	7.37	28.93	93.182	102.489	58.990	9.19
		Máximo	10.07	28.97	93.379	102.940	59.190	9.48
		Mínimo	0.66	28.92	92.979	102.118	58.750	8.68
		Desv. Pad	-	0.01	0.129	0.182	0.100	0.26
	Foz	Média	2.81	28.99	1317.830	7.893	796.025	8.31
		Máximo	4.32	29.04	2022.790	9.878	12.220	8.39
		Mínimo	4.32	28.92	1012.390	4.944	61.220	8.39
		Desv. Pad	-	0.04	285.012	1.531	1.748	0.07

*Desv. Pad.; Temp.; Cond.; Resis; e STD = Desvio padrão; temperatura, condutividade, resistividade e sólidos totais dissolvidos.

Nas análises realizadas em novembro de 2019 foi possível observar que a partir de Piaçabuçu há forte influência da maré sobre os parâmetros físico-químicos na região. Nesse ponto o avanço da cunha salina é evidente, observável a partir das leituras realizadas às 17:00 h, aonde foi revelado o aumento progressivo e substancial da salinidade e condutividade com o aumento da profundidade, deixando bem claro o comportamento do avanço da salinidade em forma de cunha (Tabela 2 e gráficos da Figura 1).

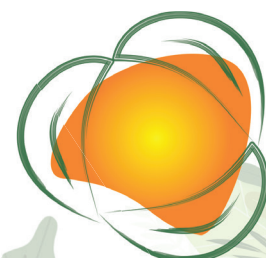
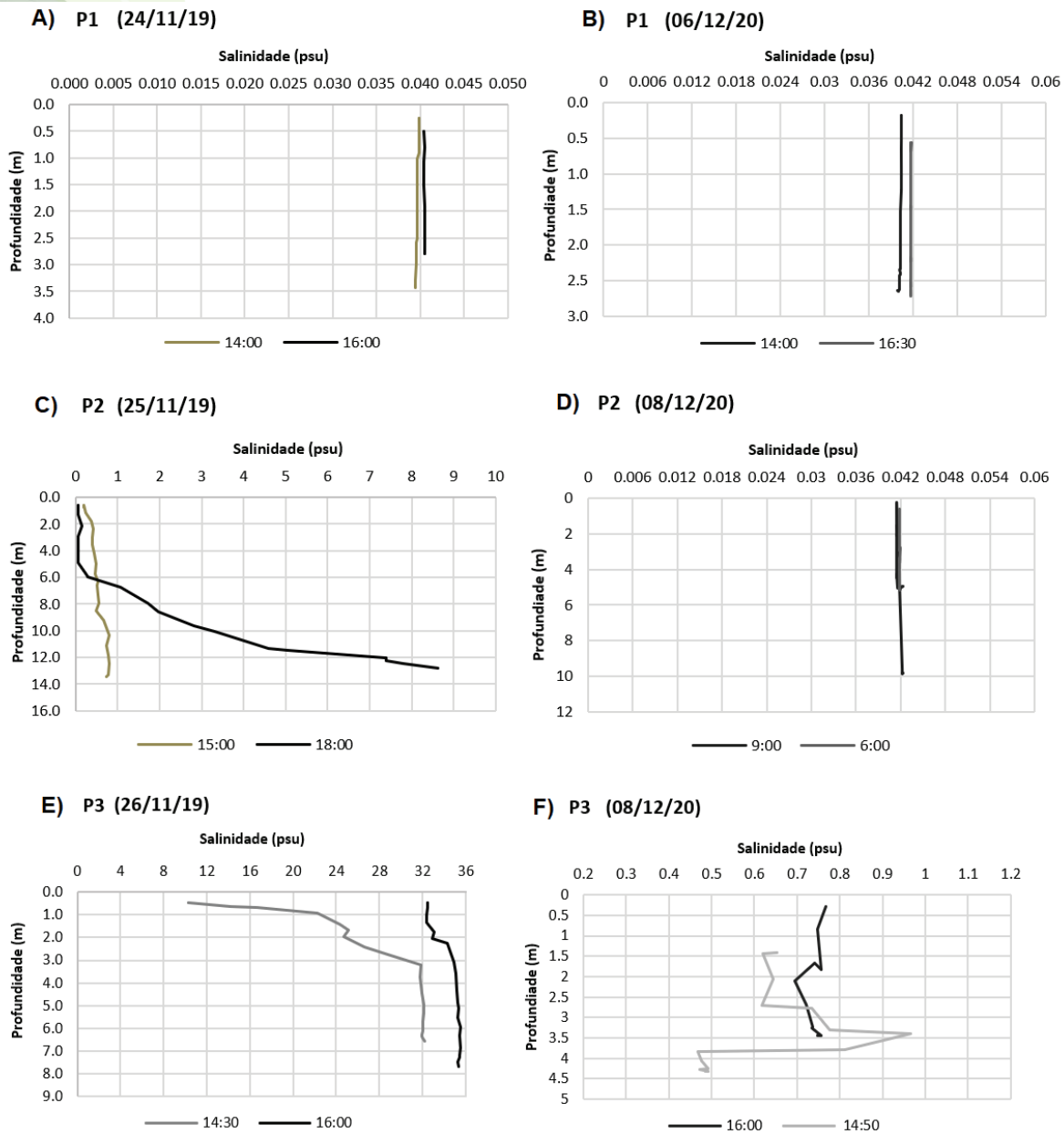


Figura 1:
Salinidades amostradas em função da profundidade em Penedo (A, B), Piaçabuçu (C, D) e Foz (E, F), nos anos de 2019 (A, C, E) e 2020 (B, D, F).



Contudo, durante as análises realizadas no ano de 2020 em Piaçabuçu, essa região permaneceu com salinidade abaixo de 0,05 psu. Se durante os estudos de 2019, as análises apontavam para o enquadramento das águas dessa região como salobra (salinidade acima de 0,05 psu), em 2020 as águas da mesma área foram identificadas como doces (salinidade girando em torno de 0,4 psu).



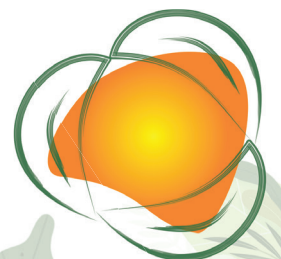
Os corpos hídricos ou mananciais são enquadrados em classes em função dos usos a que se destinam respeitando-se os requisitos estabelecidos. De acordo com a Resolução nº 20 de 18 de junho de 1986 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, as águas são distribuídas em 9 (nove) classes: cinco delas enquadradas como águas doces (com salinidade igual ou inferior a 0,5 %); duas classificadas como águas salobras (salinidade entre 0,5 e 30%) e as outras duas na categoria de águas salinas (salinidade igual ou superior a 30 %) (CONAMA, 1986).

Avaliando a região de foz, durante os estudos realizados em novembro de 2019, os dados obtidos indicavam, que sob condição de topo de maré, a salinidade, condutividade e a concentração de STD's, as variações são significativamente expressivas desde a superfície ao fundo. Também foi possível observar salinidade equivalente à água do mar, acima de 30 psu, indicando que as amostras não poderiam ser usadas para consumo humano ou irrigação. Neste período, foi possível identificar forte salinização para além de 11,3 km da foz, embora tenha havido o aumento da vazão do rio de 950 m³/s (metro cúbicos por segundo) para 1.280 m³/s a partir do reservatório de Xingó.

No mês anterior ao período de avaliação, no dia 22 de outubro de 2019, por determinação do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) a Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (Chesf) elevou sucessivamente a vazão no Baixo São Francisco (CHESF, 2019; UOL NOTÍCIAS, 2019).

Já em setembro de 2020, quando ocorreu elevação significativa da vazão do São Francisco, foi possível observar que o avanço da salinidade ficou restrita à região de foz, onde apenas nessa região as águas do rio estariam enquadradas como salobra, salinidade inferior a 1 psu.

A elevação progressiva da vazão do rio ocorreu a partir do Reservatório de Xingó, passando do patamar médio de 800 para 1.300 m³/s, ou seja, 500 m³/s a mais do que a média dos meses anteriores (G1-SE, 2020). É importante ressaltar que durante a segunda etapa do estudo (02 a 09 de dezembro) a vazão do rio, que se encontrava 2.600 m³/s passou à média de 2.800 m³/s no dia 08 de dezembro (DESTAQUENOTÍCIAS, 2020).

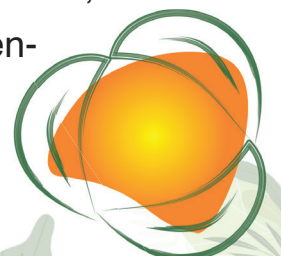


A área estudada, ou seja, o estuário do Rio São Francisco se comporta apresentando salinidade mais alta próximo a Foz e no fundo do rio, característico de estuário estratificado em forma de cunha salina, onde próximo da Foz a variação de salinidade oscila 0,03 e 35 ‰, podendo chegar a 39 ‰. Áreas apresentando este tipo de oscilações são enquadradas como zona de mistura. Sua ocorrência pode ser atribuída a variabilidade da descarga fluvial, aos ciclos de marés e ação dos ventos (FONSECA, 2018).

De acordo com estudo realizado por Souza (2015), durante o mês de fevereiro de 2014, em condições de maré Sizígia e enchente (altura em torno de 2,0 metros), foi possível observar que na região ocorre forte estratificação salina do tipo cunha salina. O autor registou salinidade superficial oscilando entre 4 a 18 g/kg, atingindo valores de até 35 g/kg, em apenas 2 metros de profundidade. O autor relatou que a estratificação do tipo cunha salina se manteve durante o intervalo avaliado. Entretanto, ocorreu alteração no grau de intensidade e posição ao longo da coluna d'água. Durante os picos de maré vazante o fluxo da corrente do rio predomina sobre a força da maré e empurra água doce em direção a foz, forçando a estratificação de salinidade para as camadas mais profundas do canal principal.

CONCLUSÃO

Durante o estudo foi possível observar que, por estar localizado na porção mais a jusante o estuário do São Francisco está sujeito não somente aos impactos ambientais decorrentes das ações antrópicas ou intempéries que incidem ao longo do seu curso, mas, também às contribuições advindas da corrente marinha. Neste sentido, a salinidade das águas do rio, bem como a condutividade e o teor de STD's são profundamente afetados pela oscilação da maré e pelas alterações na vazão do rio operadas pelos sistemas de barragens, principalmente pela barragem de Xingó. Nesse sentido, a diminuição da vazão do rio pela metade pode promover o avanço da salinidade por mais de 10 km rio adentro, provocando impactos severos sobre o ecossistema, as comunidades ribeirinhas e a economia dos municípios afetados, dentre eles Piaçabuçu e Brejo Grande.

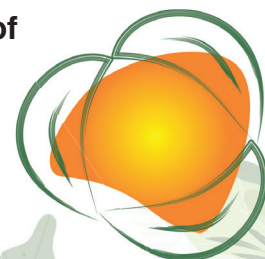


AGRADECIMENTOS

Secretaria da Ciência, Tecnologia e Educação Superior (SECITECE),
Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ),
Financiadora de Estudos e Projetos (*FINEP*).

REFERÊNCIAS

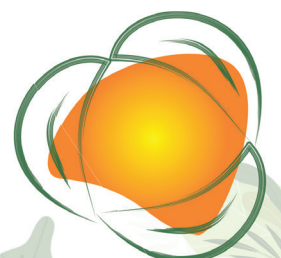
- (CHESF), C. H. E. DO S. F. **Chesf aumenta vazão no Rio São Francisco em Xingó**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://www.sertaonahora.com.br/noticia/26286/chesf-aumenta-vazao-no-rio-sao-francisco-em-xingo.html>>.
- CAVALCANTE, G. *et al.* Temporal streamflow reduction and impact on the salt dynamics of the São Francisco River Estuary and adjacent coastal zone (NE/Brazil). **Regional Studies in Marine Science**, v. 38, p. 101363, 1 jul. 2020.
- COTOVICZ L. C. JR., LIBARDONI B. G., BRANDINI, N., KNOPPERS B. A. ABRIL, G. Comparações entre medições em tempo real da PCO₂ aquática com estimativas indiretas em dois estuários tropicais contrastantes: o estuário eutrofizado da Baía de Guanabara (RJ) e o estuário oligotrófico do Rio São Francisco (AL). **Quím. Nova**, v. 39, n. 10, p. 1206–1214, 2016.
- FONSECA, S. L. M. **Efeito da redução da vazão de restrição defluente da barragem de Xingó na salinidade da água no baixo trecho do Rio São Francisco**. [s.l.] Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia, 2018.
- FONSECA, S. L. M. *et al.* Effect of the reduction of the outflow restriction discharge from the Xingó dam on water salinity in the lower stretch of the São Francisco River. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 25, n. 4, p. 1–16, 2020.
- MEDEIROS, P. R. P.; CAVALCANTE SEGUNDO, G. H.; MAGALHÃES, E. M. M. Comportamento da turbidez e material em suspensão, em um rio com vazão regularizada por sistema de barragens em cascata: Rio São Francisco (NE, Brasil). **Geochimica Brasiliensis**, v. 29, n. 1, p. 34–44, 2015.
- SANTANA, N. R. F. **HIDRODINÂMICA AMBIENTAL NO BAIXO SÃO FRANCISCO E SUAS RELAÇÕES ANTRÓPICAS**. [s.l.] Universidade Federal de Sergipe, 2017.
- SANTOS, T. O. *et al.* Caracterização estrutural de bosques de mangue: Estuário do São Francisco. **Scientia Plena**, v. 8, n. 4, p. 1–7, 2012.
- SOARES, E. C. *et al.* Expedition on the Lower São Francisco: An X-ray of fisheries and agriculture, pollution, silting and saline intrusion. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 1, p. 3047–3064, 2020.



SOUZA, R. M. G. **Caracterização hidrodinâmica e estimativa do transporte de sal no estuário do Rio São Francisco – AL/SE.** [s./.] Universidade Federal de Alagoas, 2015.

TORRES, I.; HORN, A. Presence of organic pollutants in the São Francisco river and its compartments. **Geochimica Brasiliensis**, v. 33, n. 4, p. 334–340, 23 fev. 2020.

UOL, N. **ANA ampliará vazão de Xingó se houver risco de contaminação do São Francisco por petróleo.** Disponível em: <<https://noticias.uol.com.br/meio-ambiente/ultimas-noticias/redacao/2019/10/11/ana-ampliara-vazao-de-xingo-se-houver-risco-de-contaminacao-do-sao-francisco-por-petroleo.htm>>. Acesso em: 20 set. 2012.





INFLUÊNCIA DE REPRESAMENTO NA QUALIDADE DE ÁGUA DO CÓRREGODA ALDEIA, MUNICÍPIO DE FERNANDÓPOLIS/SP

LUIZ SERGIO VANZELA¹

ELISE BARONI RAMOS²

BEATRIZ PALMA³

ARIELI MARTINEZ GEROMINI⁴

CLEBER FERNANDO MENEGASSO MANSANO⁵

RECURSOS HÍDRICOS E QUALIDADE DA ÁGUA

RESUMO

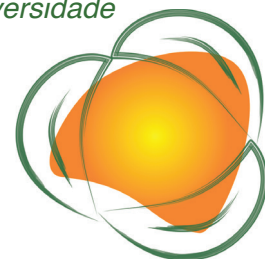
A construção de uma barragem e a formação de reservatório sempre perturba as condições naturais de um curso d'água. O reservatório se torna um meio natural de retenção de sedimento afluente devido à redução de velocidade da corrente. Dessa forma, é possível afirmar que os reservatórios ficarão totalmente assoreados com o tempo e esse processo pode influenciar na qualidade de água e no volume de reservação de água das represas. O desassoreamento é um trabalho de extrema importância na recuperação de reservatórios de água para os diversos fins. Entretanto, mesmo que temporário, perturba o ambiente e pode incrementar a concentração de sedimentos em suspensão ou dissolvidos na água, sendo um processo de potencial poluição aos recursos hídricos. Portanto, o objetivo neste projeto será avaliar o impacto temporário da operação de desassoreamento da represa municipal de Fernandópolis/SP, sobre a qualidade da água do Córrego da Aldeia. Para isso foram analisadas variáveis de qualidade de água a jusante e a montante da represa, em dois instantes em relação à obra de desassoreamento: (1) an-

127

1,5 Prof. Dr. Universidade Brasil, Campus Fernandópolis, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciências Ambientais, lsvanzela@yahoo.com.br¹, clebermansano@yahoo.com.br⁵.

2 Aluna do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciências Ambientais, Universidade Brasil, Campus Fernandópolis, elise_baroni@hotmail.com.

3,4 Alunas do Curso de graduação em Agronomia, Universidade Brasil, Campus Fernandópolis, beatriz.palma2016@hotmail.com³, arimartinez.geromini@hotmail.com⁴.



tes e (2) durante. Com os dados coletados, foi realizada a comparação entre as médias, por análise de variância seguida de teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância estatística. Com os resultados observou-se que a obra impactou a qualidade hídrica na concentração de NH_4^+ , $\text{NH}_3\text{-N}$ e NH_3 , com incrementos médios variando de 19 a 24%.

Palavras-chave: Barragens; Paisagismo urbano; Recursos hídricos.

INTRODUÇÃO

O uso inadequado do solo provoca impactos negativos nos cursos d'água, inclusive nos reservatórios denominados de represas. Isso ocorre devido aos sedimentos transportados por erosão que terminam no leito dos cursos d'água e, por sua vez, são transportados e retidos nas represas, onde a velocidade do escoamento é muito pequena ou praticamente nula (CARVALHO, 2008). Este processo é denominado de assoreamento e pode influenciar na qualidade de água e no volume de reservação de água das represas.

De acordo com Bruk (1985), a construção de uma barragem e a formação de reservatório sempre perturba as condições naturais de um curso d'água. Em relação ao aspecto sedimentológico, o reservatório se torna um meio natural de retenção de sedimento afluyente devido à redução de velocidade da corrente. Em suma, pode-se dizer que os reservatórios serão assoreados com o tempo.

Há duas formas de se realizar o controle de sedimentos nos reservatórios: medidas preventivas ou corretivas. As primeiras são mais eficientes e econômicas, enquanto as medidas corretivas, como o desassoreamento, são utilizadas quando o volume de acumulação já foi significativamente impactado. Os custos envolvidos para a recuperação, nas medidas corretivas, se tornam insustentáveis (CARVALHO, 2000).

O desassoreamento de um reservatório de água, como uma represa, constitui no processo de retirada do material sedimentado no leito e/ou das laterais, promovendo tanto o aumento em profundidade como em área de espelho d'água. Este trabalho normalmente é realizado com a combinação de dragas (para a sucção de sedimentos do leito e das margens),



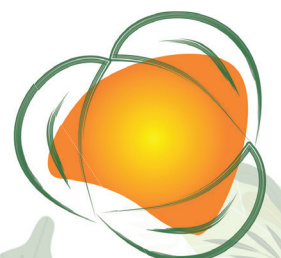
escavadeiras (para o alargamento das laterais) e caminhões (para o transporte de sedimentos aos bota-foras) (GIUDICE et al., 2018).

Da mesma forma que uma represa assoreada perde a sua função original, qualquer que seja, o assoreamento trata-se de um processo natural de estabilização do ambiente modificado. Portanto, um desassoreamento provocará novamente a perturbação do ambiente, com movimentação de sedimentos e potenciais impactos sobre a qualidade de água.

Esses impactos estão relacionados a origem dos sedimentos. Naturalmente, os sedimentos são partículas derivadas da fragmentação das rochas por processo físico ou químico (CARVALHO, 1994), que podem ser transportados pelo vento, chuva ou gravidade, atingindo cursos d'água e, posteriormente, transportados pela corrente ou depositado no leito. Entretanto, também podem ter origem antrópica nos processos de erosão dos solos agrícolas, que além do solo pode conter substâncias químicas originadas de insumos agrícolas, ou das áreas urbanizadas, com carreamento de sedimentos presentes em resíduos sólidos e líquidos (VON SPERLING, 2005; BRAGA; NUCCI, 2002).

Porém, principalmente os de origem antrópica, se constituem em fontes potenciais de poluição aos cursos d'água, com impactos que podem culminar com a deterioração da qualidade da água para diferentes usos e até a eutrofização (ARAÚJO et al., 2007). Dessa forma se o desassoreamento, mesmo que temporário, perturba o ambiente e incrementa a concentração de sedimentos em suspensão ou dissolvidos na água, sendo um processo de potencial poluição aos recursos hídricos.

No município de Fernandópolis, Noroeste do Estado de São Paulo, existe uma represa com finalidades paisagísticas e recreativas denominada de “Represa Beira Rio”, que se encontra assoreada. O processo de assoreamento ocorreu principalmente em função da evolução urbana em sua bacia de drenagem, o que resultou a uma redução de 48,3% em seu espelho d'água de 1979 a 2008 (VANZELA, 2012).



Por consequência das circunstâncias, a Prefeitura Municipal de Fernandópolis iniciou em dezembro de 2020 a obra de desassoreamento de 4,26 ha de espelho d'água, com previsão de término em julho de 2021.

Como trabalhos sobre o impacto ambiental de obras de desassoreamento são escassos, o objetivo neste trabalho foi avaliar a influência do desassoreamento da “Represa Beira Rio” sobre a qualidade de água do Córrego da Aldeia, Município de Fernandópolis/SP, antes e durante a obra.

METODOLOGIA

A “Represa Beira Rio” localiza-se no município de Fernandópolis entre as latitudes $20^{\circ}15'43,76''$ e $20^{\circ}15'54,23''$ Sul e as longitudes $50^{\circ}14'08,94''$ e $50^{\circ}14'02,70''$ Oeste, dentro dos limites da área urbana, no Córrego da Aldeia (Figura 1).

Figura 1:
Localização da represa municipal de Fernandópolis – SP, onde a linha azul representa o limite atual do espelho d'água e a linha vermelha os limites da área a ser desassoreada.



Para a avaliação do impacto sobre a qualidade de água foram monitoradas variáveis hídricas qualitativas em pontos localizados a montante e a jusante da represa (Figura 2).

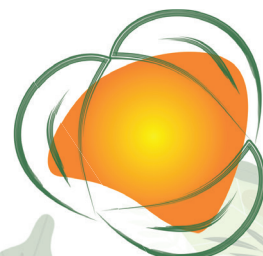
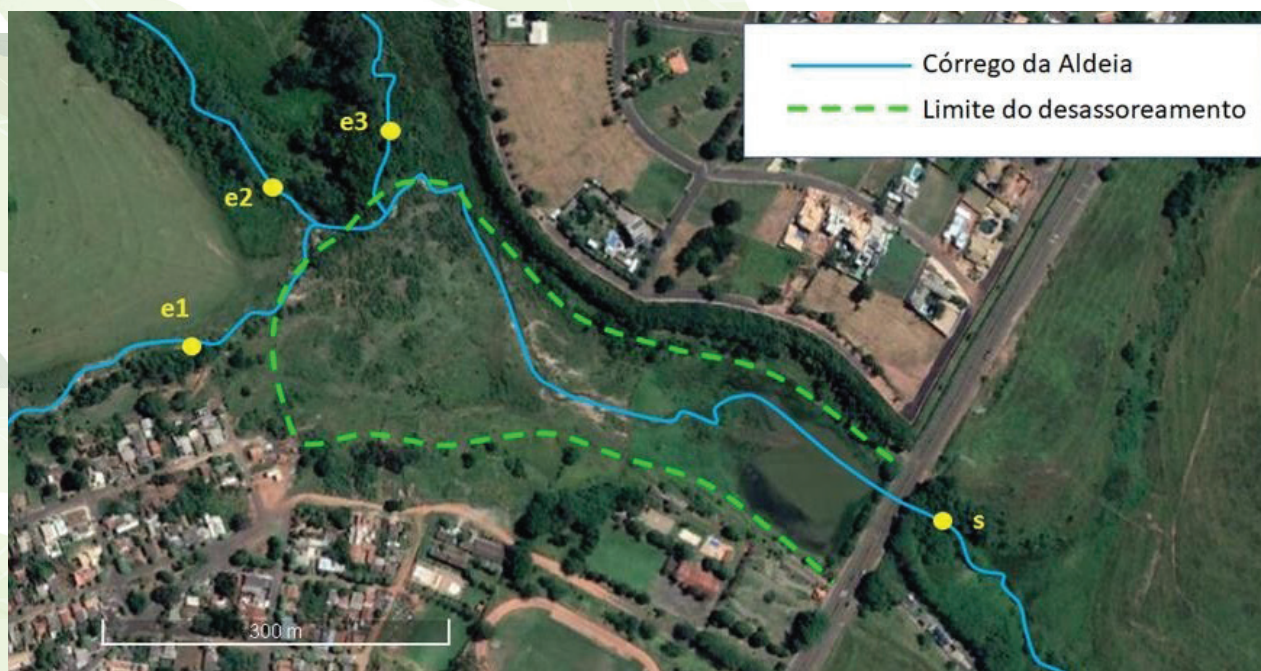


Figura 2:
Localização dos pontos de amostragem a montante (e1, e2 e e3) e jusante (s).



Foram realizadas três coletas de amostras para análise em 15/07/2020, 29/07/2020 e 12/08/2020, antes da obra de desassoreamento, e quatro coletas com a obra de desassoreamento em andamento nas datas de 05/01/2021, 28/01/2021, 11/02/2021 e 25/02/2021, ou seja, após o início do desassoreamento. Os dados climáticos médios em cada época de amostragem estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1:
Dados climáticos médios.

ÉPOCA	T (°C)	P (MM)
Antes do início do desassoreamento (15/07 a 12/08/2020)	23,86	0,00
Após do início do desassoreamento (05/01 a 25/02/2021)	26,92	170,19

Obs: T (temperatura média do ar) e P (precipitação acumulada).

As variáveis qualitativas analisadas foram temperatura, potencial hidrogeniônico (pH), concentração de oxigênio dissolvido (OD), coliformes totais (CT), bactérias termotolerantes (*Escherichia coli*) e a concentração de amônia (NH₄⁺, NH₃-N e NH₃). Algumas variáveis foram analisadas *in loco* enquanto outras foram amostradas e avaliadas em laboratório, conforme Tabela 2.

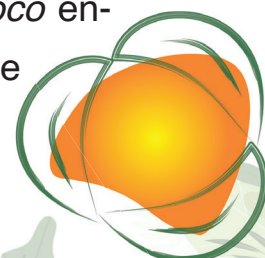


Tabela 2:
Detalhamento da forma e método de análises das variáveis hídricas.

ANÁLISE	VARIÁVEL	MÉTODO
Laboratório	Coliformes totais	Alfa Kit
	Bactérias termotolerantes	
<i>In loco</i>	pH	Fotômetro multiparâmetro modelo HI83303-01, da marca HANNA®
	Oxigênio dissolvido	
	Concentração de amônia	
	Temperatura	

Após a obtenção dos dados, a comparação entre as médias das amostras foi realizada por análise de variância seguida de teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância estatística.

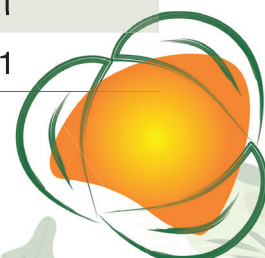
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela análise de variância (Tabela 3), observou-se que houve significância estatística para as variáveis de temperatura da água, bactérias termotolerantes e coliformes totais em função dos fatores épocas (E) e pontos (P) de amostragem e para interação entre os fatores (ExP).

Tabela 3:
Resumo da análise de variância das variáveis hídricas qualitativas em função da época (E), ponto de amostragem (P) e de sua interação (ExP).

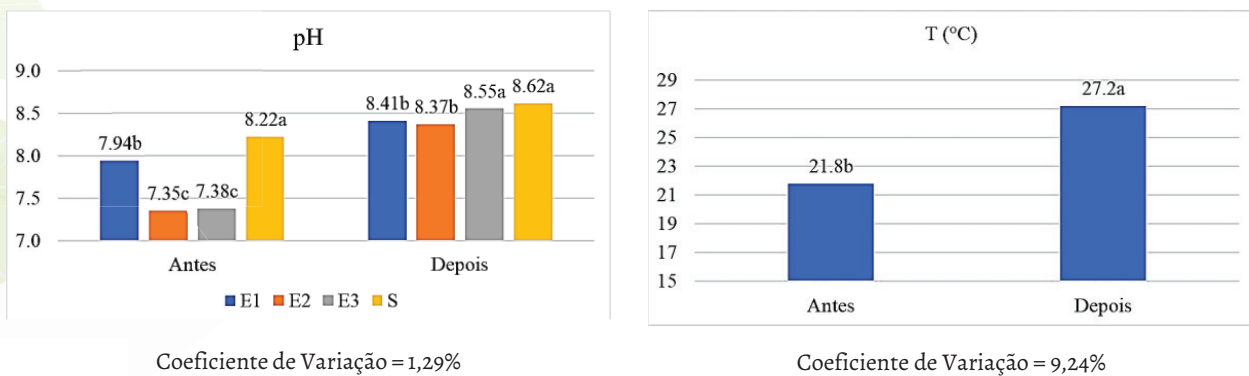
VARIÁVEL	FONTES DE VARIAÇÃO	VALOR DE P
Potencial hidrogeniônico (pH)	ExP	< 0,01
Temperatura da água (T)	P	< 0,01
Amônio (NH ₄ ⁺),	ExP	0,02
Nitrogênio de amônia (NH ₃ -N)	ExP	0,02
Amônia (NH ₃)	ExP	0,02
Oxigênio dissolvido OD	ExP	0,01
Bactérias termotolerantes (E. coli)	P	< 0,01
Coliformes totais (CT)	P	< 0,01

Obs: Probabilidade de significância (p)



No desdobramento dos pontos dentro das épocas (Figura 3) verificou-se que, antes do início do desassoreamento, o pH médio nos pontos E1 e S foram superiores aos pontos E2 e E3. Após o início do desassoreamento, as médias nos pontos E3 e S foram superiores aos dos pontos E1 e E2. Já a temperatura média da água aumentou em todos os pontos após o início da obra.

Figura 3: Comparação entre as médias de potencial hidrogeniônico (pH) nos pontos avaliados e temperatura da água (T), antes e após o início do desassoreamento, ao nível de 5% de significância.



O aumento na temperatura da água pode estar relacionado com a época da coleta das amostras, já que as amostras coletadas antes do início da obra foram realizadas nos meses de julho e agosto, onde a temperatura média ambiente foi 23,86°C e as amostras coletadas com o desassoreamento em andamento, ocorreram quando a temperatura ambiente estava mais alta, com média de 26,92°C.

Quanto à variação nas médias de pH, Von Sperlin (1996) explica que valores altos podem estar associados à proliferação de vegetais, uma vez que com o aumento das taxas fotossintéticas, ampliado com intensa insolação, há consumo maior de gás carbônico, provocando a redução do ácido carbônico da água e conseqüente elevação de pH.

Pelo resultado do desdobramento dos pontos dentro das épocas (Figura 4), onde é possível observar que a concentração média de amônio/amônia (NH_4^+ , $\text{NH}_3\text{-N}$ e NH_3) foi superior no ponto S, após o início da obra de desassoreamento, ao mesmo tempo que a concentração média de oxigênio dissolvido diminuiu nos pontos E1, E3 e S e aumentou no ponto E2.

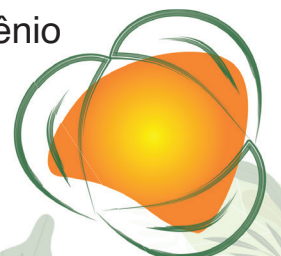
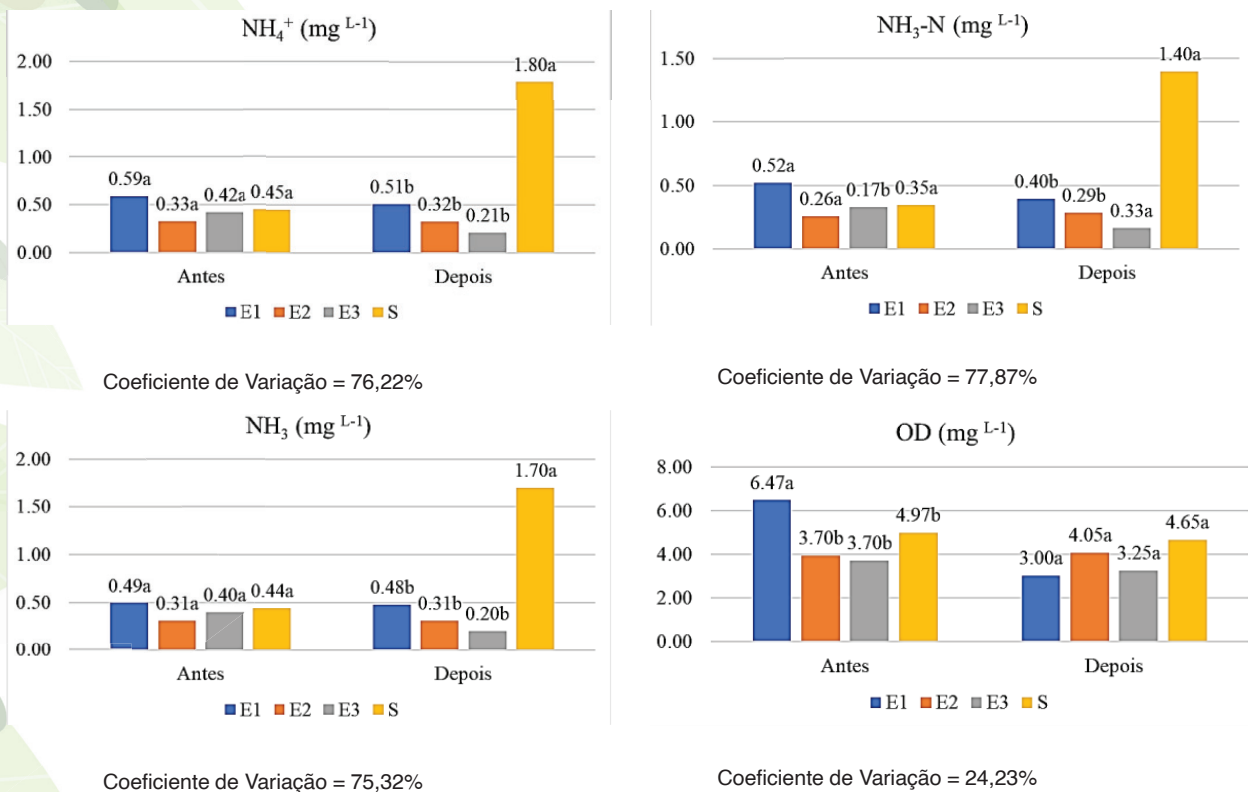


Figura 4: Comparação entre as médias de amônio (NH_4^+), nitrogênio de amônia ($\text{NH}_3\text{-N}$), amônia (NH_3) e oxigênio dissolvido (OD) nos pontos avaliados, antes e após o início do desassoreamento, ao nível de 5% de significância.



Analisando os resultados da Figura 4, houve um incremento médio dos pontos demontante (E1, E2 e E3) para jusante (S), de 19% para NH_4^+ e NH_3 , e de 24% para $\text{NH}_3\text{-N}$.

Esse aumento na concentração média de NH_4^+ , $\text{NH}_3\text{-N}$ e NH_3 no ponto S após o início do desassoreamento, demonstra que houve influência da movimentação de sedimentos sobre essas variáveis hídricas qualitativas. A amônia pode ser liberada em água a partir do processo de decomposição da matéria orgânica, como proteínas, pela ação de bactérias e outros micro-organismo. Outra forma da amônia ser liberada é como produto de resto ou excrementos de animais (BECKER, 2008). Além disso, segundo Barros, Guimarães e Santana (2018), a ocorrência de concentrações elevadas de amônia pode ser resultante de fontes de poluição próximas.

No caso da represa municipal, todos esses processos podem estar envolvidos já que a área drenada pelo reservatório recebe sedimentos tanto da área urbana como rural. Assim, o revolvimento desses



sedimentos provavelmente potencializou estes processos, promovendo um significativo aumento da amônia a jusante da represa.

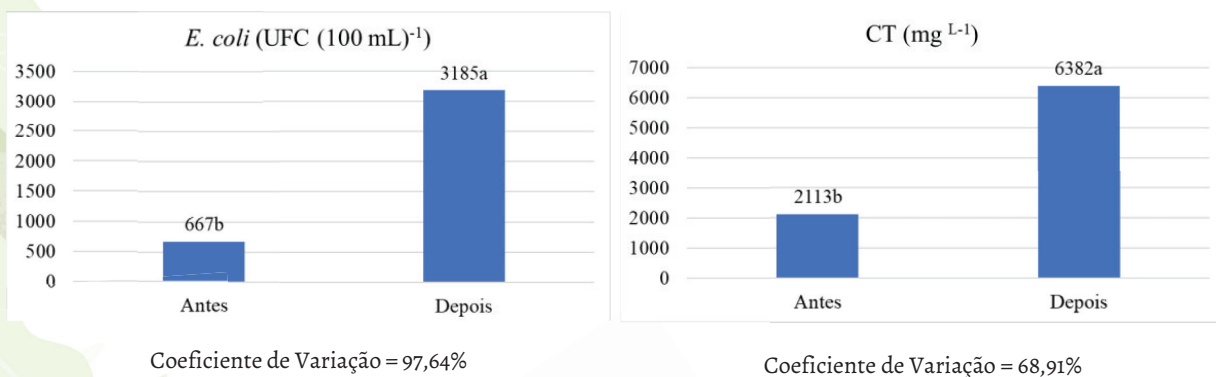
De acordo com Pohling (2009), a presença de NH_4^+ na água não possui efeitos tóxicos para a saúde humana, embora seja um indicativo de possível contaminação por efluentes.

A concentração de oxigênio dissolvido na água está relacionada a fatores naturais, como temperatura do ar, altitude e características do escoamento da água (EIGER, 2003; GIRARDI et al., 2016), e antrópicas, tais como o lançamento de carga orgânica (VANZELA; HERNANDEZ; FRANCO, 2009).

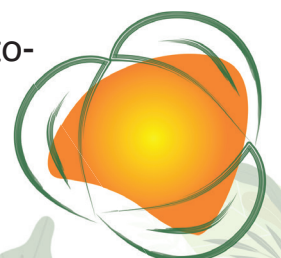
Assim, associando-se as temperaturas mais altas coincidentes com o alto potencial de carreamento de carga orgânica pontual e difusa, é de se esperar concentrações mais baixas e oxigênio dissolvido na água. Mesmo assim, as concentrações observadas foram normais de acordo com a classificação do Córrego da Aldeia que é Classe 4 (CETESB, 2016), que deve ter no mínimo 2 mg L^{-1} .

A concentração média de bactérias termotolerantes (*E. coli*) e coliformes totais, em média, foi superior em todos os pontos após o início do desassoreamento na represa (Figura 5).

Figura 5: Comparação entre as médias de bactérias termotolerantes (*E. coli*) e coliformes totais (CT) antes e após o início do desassoreamento, ao nível de 5% de significância.



A presença de bactérias termotolerantes e coliformes totais em ambas as épocas pode ser explicada pela presença car-



ga constante de resíduos da área urbana (VON SPERLING, 1996) e rural (SANTOS e MONTEIRO, 2018) drenadas pela represa. Mas o aumento significativo, depois do início do desassoreamento, está relacionado com o maior volume precipitado no período, potencializando o carreamento de resíduos tanto da área urbana como rural.

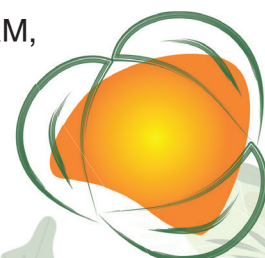
CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos, conclui-se que a obra de desassoreamento na represa “Beira Rio”, no município de Fernandópolis/SP, impactou as variáveis hídricas qualitativas de amônio/amônia com incrementos variando de 19 a 24%, devido a perturbação do sedimento de matéria orgânica decantado no leito do reservatório.

As demais variáveis hídricas foram influenciadas pelas diferenças climáticas entre o período anterior e posterior ao início das obras de desassoreamento.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, G. H. S.; ALMEIDA, J. R.; GUERRA, A. J. T. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. 2.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. 320p.
- BARROS, A. de; GUIMARÃES, V.; SANTANA, W. S. C. Aplicação de um índice de qualidade de água em dois trechos (urbano e rural) da bacia do córrego Guanandy, Aquidauana – MS. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 28, n. 54, p. 630-649, 2018.
- BRAGA, B; NUCCI, B. **Introdução a engenharia ambiental**. São Paulo: Prentice Hall, 2002. 305p.
- BRUK, S. **Methods of computing sedimentation in lakes and reservoirs**. Paris: UNESCO, IHP - II Project A.2.6.1., 1985. 224p.
- CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia prática**. 2ª ed. rev. atual. e ampl. Rio de Janeiro: Interciência, 2008. 600p.
- CARVALHO, N. O.; FILIZOLA JUNIOR, N. P.; SANTOS, P. M. C.; LIMA, J. E. F. W. **Guia de avaliação de assoreamento de reservatórios**. Brasília: ANEEL / Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, 2000. 132p.
- CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia prática**. Rio de Janeiro: CPRM, 1994. 372p. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB. **Mapa da Hidrografia Conforme Decreto 10.755/77 - UGRHI 15.**



2016. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2016/04/UGRHI15.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2021.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE - CONAMA. Dispõe sobre a classificação dos Corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamentos de efluentes, e dá outras providências. **Resolução nº 357**, de 17 de março de 2005.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. **Guia prático para o projeto de pequenas obras hidráulicas**. São Paulo: DAEE, 2005. 116p.

EIGER, S. Autodepuração em cursos d'água. In: MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. dos. **Reúso de água**. Barueri: Manole, 2003. p.233-259.

FERNANDÓPOLIS, PREFEITURA MUNICIPAL. **Plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos de Fernandópolis/SP**. Fernandópolis: Prefeitura Municipal de Fernandópolis, 2014. 263p.

GIUDICE, S. L.; MENDES, J. A. R.; MOREIRA, J. B.; MENDES, A. da S. Aspectos operacionais do desassoreamento do Rio Tietê em São Paulo, Brasil. In: Congresso Latinoamericano de Hidráulica, 28, 2018. Buenos Aires. **Anais do...** Buenos Aires: Asociación Internacional de Ingeniería e Investigaciones Hidro-Ambientales, 2018. Disponível em: https://www.ina.gob.ar/congreso_hidraulica/. Acesso: 15 jun 2020.

GIRARDI, R.; PINHEIRO, A.; GARBOSSA, L. H. P.; TORRES, E. Water quality change of rivers during rainy events in a watershed with different land uses in Southern Brazil. **Brazilian Journal of Water Resources**, v. 21, n. 3, 2016, pp. 514-524.

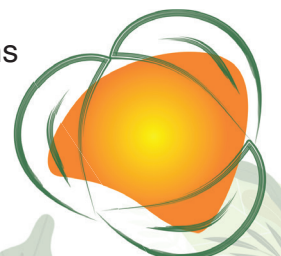
LIMA, F. B. de; VANZELA, L. S.; MARINHO, M. de A.; SANTOS, G. O. Balanço hídrico climatológico normal ponderado para o município de Fernandópolis - SP. CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 16, 2009, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBAGRO, 2009.

OLIVEIRA, J. B.; CAMARGO, M. N.; ROSSI, M.; CALDERANO FILHO, B. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida**. Campinas: Instituto Agrônomo/ EMBRAPA Solos, 1999. 64p.

ROLIM, G. de S.; CAMARGO, M. B. P. de; LANIA, D. G.; MORAES, J. F. L. de. **Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o Estado de São Paulo**. Bragantia, Campinas, v. 66, n. 4, p. 711-720, 2007.

SANTOS, A. P. R.; MONTEIRO, L. R. L. de. Determinação da qualidade microbiológica da água em nascente da unidade de conservação em Filadélfia, Tocantins. **Desafios: Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**, Palmas, v. 5, n. Especial, p. 74-86, 2018.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**. Raleigh, v.30, n.3, p.507-512, 1974.

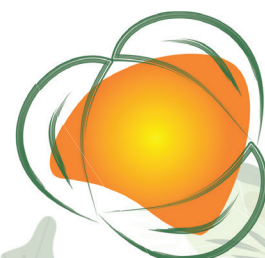



VANZELA, L. S. Evolução da paisagem do município de Fernandópolis - SP. In: Prefeitura de Fernandópolis. (Org.). **Fernandópolis nossa história, nossa gente**. São Paulo: Anglo S/A, 2012, v. II, p. 246-266.

VANZELA, L. S.; GRECCO, D. L. G.; COSTA NETO, J. N. da; SANTOS, G. O. **Evaluation of sediment production and siltation in a small earth dam in Fernandópolis, SP**. Engenharia Agrícola (Impresso), v. 34, p. 912-924, 2014.

VANZELA, L. S.; HERNANDEZ, F. B. T.; FRANCO, R. A. M. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 1, p. 55-64, jul. 2009.

VON SPERLING, M. **Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos: princípio do tratamento biológico de águas residuárias**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/UFMG, 2005. 452p.





USO DE *EICHHORNIA CRASSIPES* NA REMOÇÃO DE COLIFORMES TOTAIS EM UM VIVEIRO RECEPTOR DE RESÍDUOS DE UMA FAZENDA DE AQUICULTURA

MAYARA GALATTI TEDESQUE¹
LÚCIA HELENA SIPAÚBA-TAVARES²

RECURSOS HÍDRICOS E QUALIDADE DE ÁGUA

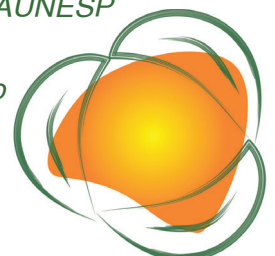
RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o uso de *Eichhornia crassipes* na remoção de coliformes totais em um viveiro receptor de resíduos de uma fazenda de aquicultura. O trabalho foi realizado de agosto a dezembro de 2019, as macrófitas foram dispostas em dois pontos na entrada e na saída do viveiro. Variáveis físicas d'água e a análise de coliformes foram mensuradas durante cinco dias consecutivos em cada mês analisado. As macrófitas apresentaram em média 90% de remoção de coliformes totais desta água, o mês com menor remoção foi agosto com 8,4% de coliformes, sendo 5,46 NMP/L x10³ na entrada e a saída 5 NMP/L x10³, o oposto ocorreu em novembro com 93,9%, 3 NMP/L x10³ na entrada e na saída 0,1 NMP/L x10³. Portanto a necessidade de aplicações de ecotecnologia em tratamentos prévios da água de fazendas de aquicultura antes da descarga nos mananciais naturais é essencial, pois apresenta grande eficácia e prevenções contra complicações futuras.

Palavras-chave: Macrófita; *Escherichia coli*; Ecotecnologia; Ecologia aquática; Qualidade de água.

1 Doutoranda. Programa de Pós-graduação em aquicultura – Centro de Aquicultura, CAUNESP – UNESP Jaboticabal, mayara.galattil@unesp.br.

2 Prof. Dr. Programa de Pós-graduação em aquicultura – Unesp - Jaboticabal, Centro de Aquicultura, CAUNESP – UNESP, Laboratório de Limnologia e Produção de Plâncton, lucia.sipauba@unesp.br.

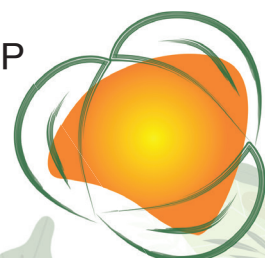


INTRODUÇÃO

Coliformes é um grupo de bactérias Gram-negativas que utilizam a lactose como nutriente e produzem. Fazem parte desse grupo *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter* e *Klebsiella*, que estão presentes em vegetais e solo. A presença de coliformes fecais, que são mais facilmente detectáveis em exames de rotina de laboratório, indica que a água não deve ser utilizada, porque há risco de contaminação. Estas espécies, em viveiro fertilizado com matéria orgânica, encontram um ambiente favorável ao seu crescimento (SCHROEDER, 1978). O fornecimento de matéria orgânica, quando feita de forma incorreta, pode ocasionar queda na qualidade da água e prejudicar a saúde dos animais e seres humanos com a presença de patógenos indesejáveis, causando danos à produção, além da poluição dos recursos naturais (ZHOU et al., 1999). Porém os viveiros de criação de peixes recebem mais carga de nutrientes do que consegue decompor, assim, tratamentos naturais com a adição de plantas aquáticas vem sendo empregadas, pois elas absorvem os nutrientes da água para realizarem seu ciclo de desenvolvimento (SIPAÚBA-TAVARES et al., 2002; ALUFASI et al., 2017). A *Eichhornia crassipes* Mart. (Solms) 1833, é uma espécie de planta aquática conhecida como aguapé, considerada uma das plantas de crescimento rápido e na maioria dos casos, reproduzem de forma vegetativa por meio de estolões que se soltam da planta mãe (POTT & POTT, 2000). Crescendo em corpos de águas eutrofizadas que contêm níveis altos de nitrogênio, fósforo e potássio, além disso águas contaminadas com metais pesados como cobre e chumbo não limitam o seu desenvolvimento. Portanto a necessidade de aplicar uma ecotecnologia para realizar o tratamento dos resíduos de pisciculturas vêm sendo estudada. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a macrófita *Eichhornia crassipes* como retentora de resíduos na remoção de coliformes totais em um viveiro receptor de resíduos de uma fazenda de aquicultura.

METODOLOGIA

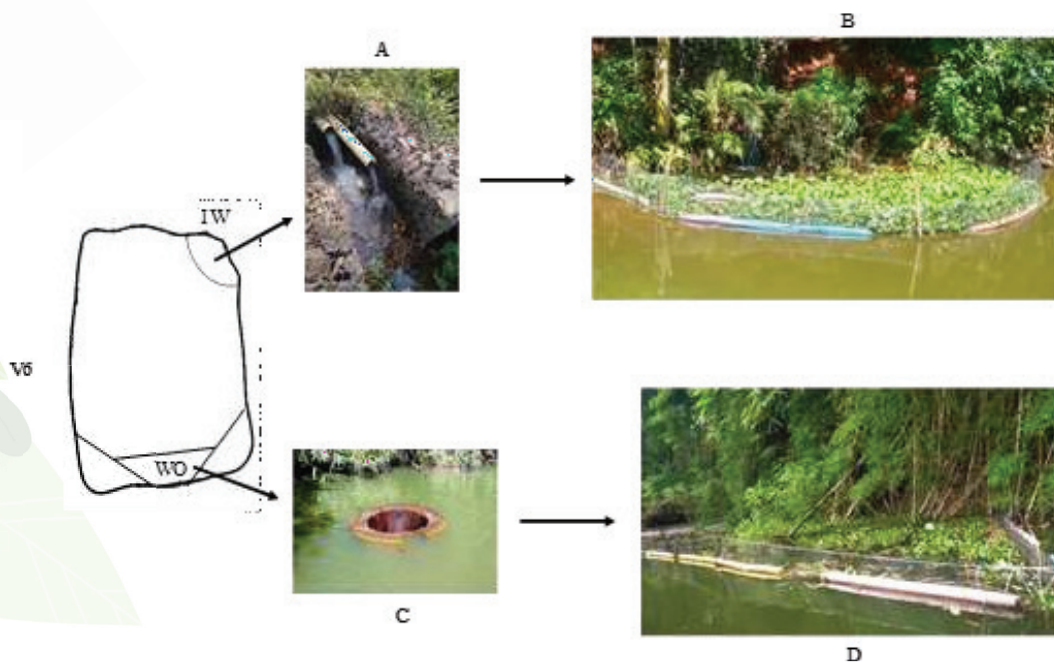
O trabalho foi realizado na fazenda de aquicultura da UNESP (21°15'19"5 e 48°19'21"0), apresentando um total de seis viveiros



maiores com áreas variando entre 1.822 e 8.068 m², com fluxo contínuo de água (MACEDO & SIPAÚBA-TAVARES, 2005). O viveiro 6 possui 2.507 m² com profundidade média de 1,6m. Atualmente é considerado um viveiro receptor de resíduos. Dois pontos de ecotecnologia foi disposto neste sistema (Figura 1). A macrófita *Eichhornia crassipes* foi distribuída na entrada do viveiro (EN) e na saída (SA) para tratamento da água, sendo que na entrada foram colocados 2 m² e na saída 20 m² com 15 dias de antecedência da coleta de dados, para adaptação das plantas, que foram cercadas para controle de proliferação no espelho d'água.

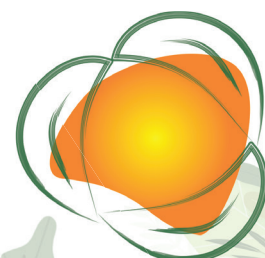
Figura 1:

Esquema de distribuição das Plantas, onde: A- entrada de água (IW), B- macrófita já adicionada na entrada do viveiro, C- saída de água (WO) e D- macrófita adicionada na saída do viveiro.

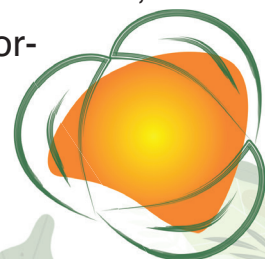


Foram realizadas coletas nos meses de agosto a dezembro de 2019 em cinco dias consecutivos de cada mês. A análise de temperatura, condutividade, pH e oxigênio foram mensurados de uma sonda de multiparâmetros Horiba U-5000G. Os coliformes termotolerantes foram coletados em frascos de vidro previamente esterilizados e quantificados pela técnica de tubos múltiplos (GREENBERG et al., 1992).

RESULTADOS E DISCUSSÃO



Durante a atividade experimental o mês de agosto apresentou as menores temperaturas com 22,4°C na entrada e 22,07°C na saída, sendo totalmente diferente em relação ao mês de dezembro onde apresentou 27,3°C na entrada e 26,27 na saída (figura 2). O experimento iniciou durante a estação mais seca (agosto) e clima mais frio, influenciando a temperatura da água, já que nos outros meses passaram por uma estação mais quente, apresentando elevada temperatura. Para condutividade o mês de outubro na entrada apresentou o maior teor com 140,89 $\mu\text{S cm}^{-1}$, o mês que apresentou menores teores de condutividade foi agosto tanto na entrada (115,6 $\mu\text{S cm}^{-1}$) quanto na saída (110,4 $\mu\text{S cm}^{-1}$) (Figura 2). O pH foi considerado durante o experimento, na entrada variando de 7,26 a 7,9 e na saída variou de 6,5 a 7 nos meses de agosto a dezembro (Figura 2). Como já esperado o oxigênio foi inversamente proporcional a temperatura, com efeito direto nas atividades biológicas dos organismos aquáticos sofrendo constantes alterações decorridas das frequentes modificações comportamentais do meio. Quando ocorre elevação de temperatura, há maior consumo de oxigênio, conseqüentemente, reduzindo concentração na água. A ocorrência e distribuição das bactérias são controladas, principalmente por estes fatores (FRY, 1987; MORIARTY, 1997; THOMAZ, 1999). Os teores de oxigênio foram mais elevados no mês de agosto na entrada (6,5 mgL^{-1}) e na saída (6,12 mgL^{-1}), sendo que para o mês de novembro onde apresentou as maiores temperaturas em média o oxigênio foi de 4,5 mgL^{-1} nos dois pontos amostrados (Figura 2). As macrófitas apresentaram grande eficácia na remoção de coliformes durante o experimento (Figura 3). No mês de agosto não apresentou tanta eficiência, tendo uma remoção de 8,4% de coliformes, apresentando 5,46 NMP/L x10³ na entrada e na saída 5 NMP/L x10³, isso pode ter ocorrido devido a adaptação das plantas ao corpo d'água, sendo que foram colocadas com 15 dias de antecedência da fase inicial do experimento. Os outros meses apresentaram grande eficácia no tratamento, em setembro com remoção de 90,4%, com 4 NMP/L x10³ na entrada e 0,4 NMP/L x10³ na saída. O mês de outubro apresentou uma remoção de 91,6 % com 4 NMP/L x10³ na entrada e 0,3 NMP/L x10³ na saída, no entanto, o mês de novembro ocorreu a maior remoção de coliformes apresentando 93,9%, com 3 NMP/L x10³ e na saída 0,1 NMP/L



x103. No mês de dezembro também foi elevada a remoção com 92,8%, com 2,8 NMP/L x10³ na entrada e 0,2 NMP/L x10³ na saída (Figura 3).

Figura 2:
Gráficos das variáveis físicas da água.

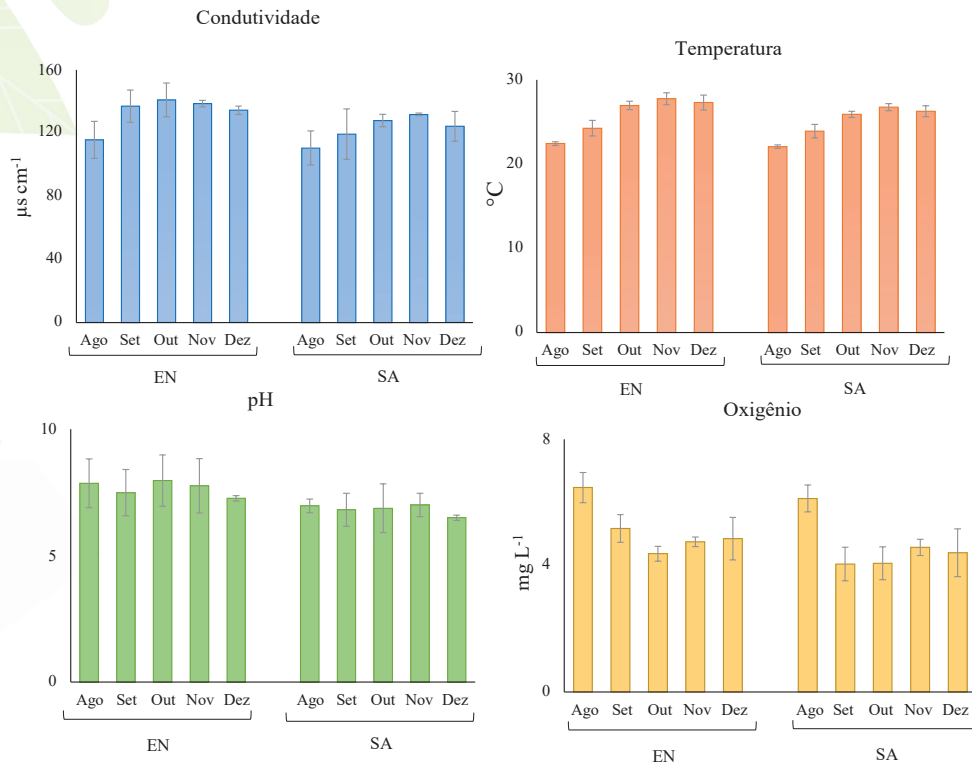
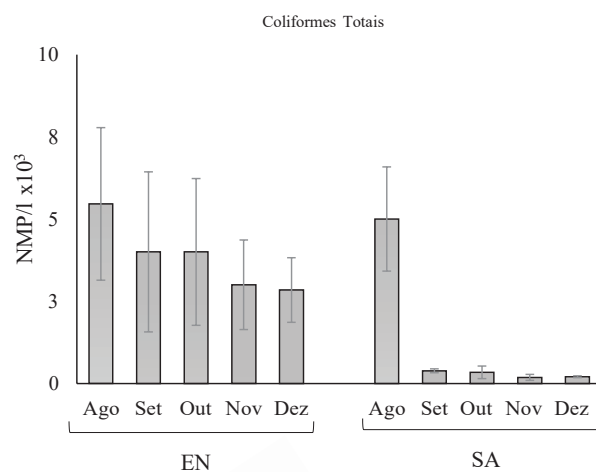
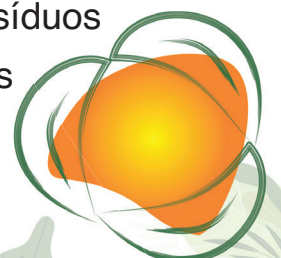


Figura 3:
Gráfico da remoção de coliformes totais nos diferentes meses na entrada (EN) na Saída (SA).



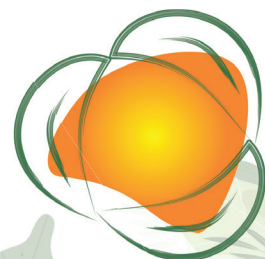
As macrófitas possuem uma função chave na retirada dos resíduos da água, removendo uma variedade de complexos físicos, químicos e biológicos. Muitos desses processos são atribuídos aos microrga-



nismos que vivem sobre ou ao seu redor. As macrófitas não só assimilam diretamente o poluente nos tecidos (THULLEN et al., 2005) mas também, agem como catalisadoras para reações de purificação, aumentando a diversidade de microrganismos dentro dos rizóforos, promovendo uma variedade de substância química e bioquímica nas reações que aumentam a purificação (KADLEC & KNIGHT, 1996; MORARI & GIARDINI, 2009).

De acordo com Boyd & Queiroz (2001), existem inúmeras desvantagens no uso de esterco nos viveiros de criação de peixes quando comparados aos fertilizantes químicos, principalmente, pela introdução de coliformes fecais. A fazenda de aquicultura do presente estudo possui um histórico de adição de esterco suíno e carcaça de animais como fertilizante, podendo assim ter influenciado o aumento de coliformes com o passar dos anos. O viveiro anterior ao estudado é usado para atividades recreativas como pesca e lazer, ocorrendo mais adição de matéria orgânica de itens como iscas para a pesca, além disso, este viveiro possui animais de sangue quente, como patos e gansos que fazem suas necessidades na água. Al-Harbi (2003) observou *Escherichia coli* presente nas fezes de aves podendo influenciar negativamente na contaminação da água, sedimento e do sistema digestivo de tilápias em viveiros.

A fazenda de aquicultura onde foi analisado o viveiro, é constituída por seis viveiros com sistema de fluxo contínuo, em que a água passa diretamente de um viveiro para o outro sem nenhum tratamento prévio, acarretando grande carga de nutrientes para corpos seguintes, No caso o viveiro receptor de resíduos é o último desta sequência viveiros antes de atingi o manancial natural, e a presença de tratamento na entrada pode reduzir os coliformes totais provenientes de toda a fazenda de produção de organismos aquáticos, o tratamento e a aplicação desta ecotecnologia apresentou na saída de água uma brusca redução deste microrganismos. Portanto, a necessidade de tratamentos prévios da água antes da descarga em ambientes naturais é essencial, pois apresenta grande eficácia e prevenções contra complicações futuras.



CONCLUSÕES

Os coliformes totais gerados a partir do manejo na aquicultura, pode gerar prejuízo à produção. O uso de ecotecnologia com macrófita flutuante apresentou uma remoção em média de 90% de coliformes totais no viveiro receptor de resíduos desta fazenda. Sendo assim, a aplicação de ecotecnologia em corpos d'água se apresenta essencial e de grande eficácia para a remoção de compostos indesejados. O uso destas plantas pode no futuro devido sua eficácia de remoção, gerar protocolos específicos na aquicultura para aplicação de práticas de manejo racional e de longa duração.

APOIO FINANCEIRO

Capes e Bolsa CNPq nº 141586/2020-6.

REFERÊNCIAS

- ALUFASI, R.; GERE, J.; CHAKAUYA, E.; LEBEA, P.; PARAWIRA, W.; CHINGWARU, W. Mechanisms of pathogen removal by macrophytes in constructed wetlands. *Environmental Technology Reviews*, v. 6, n. 1, p. 135-144, 2017.
- AL-HARBI, A.H. Faecal coliforms in pond water, sediments, and hybrid tilapia *Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus* in Saudi Arabia. *Aquaculture Research*, v. 34, n. 7, p. 517, 2003.
- BOYD, C.E.; QUEIROZ, J. Feasibility of retention structure, settling basins and best management practices in effluent regulation for Alabama Channel Catfish Farming. *Reviews Fisheries Science*, v. 9, n. 2, p. 43-67, 2001.
- FRY, J.C. Functional roles of the major groups of bacteria associated with detritus. In *Detritus and microbial Ecology in Aquaculture*. Ed. D. J. W. Moriarty and R. S. V. Pullin, p.83-123, 1987.
- GREENBERG A.E.; CLESCERI L.S.; EATON A.D. Standard methods for examination of water and wastewater. American Public Health Association, Washington, USA. p.32-39, 1992.
- KADLEC, R. H.; KNIGHT, R.L. Treatment wetlands. Boca Raton: CRC Lewis Publishers, p.893, 1996.
- MACEDO, C.F.; SIPAÚBA-TAVARES, L.H. Comunidade planctônica em viveiros de criação de peixes com distribuição sequencial. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 31, n. 1, p. 21-27, 2005.



MORARI, F.; GIARDINI, L. Municipal wastewater treatment with vertical flow constructed wetlands for irrigation reuse. *Ecological Engineering*, v. 35, p. 643-653, 2009.

MORIARTY, D.J.W., The role of microorganisms in aquaculture ponds. *Aquaculture*, v. 151, p. 333-349, 1997.

POTT, V.J.; POTT, A. Plantas Aquáticas do Pantanal. 1º ed. Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal (Corumbá – MS). Embrapa, Brasília. p.404, 2000.

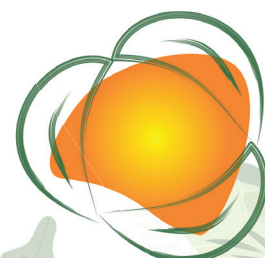
SCHROEDER, G.L. Autotrophic and heterotrophic production of microorganisms in intensely manured fishponds and related fish yields. *Aquaculture*, v.14, p.303-325, 1978.


SIPAÚBA-TAVARES, L.H.; FÁVERO, E.G.P.; BRAGA, F.M.S. Utilization of macrophyte biofilter in effluent from aquaculture: I. Floating plant. *Brazilian Journal Biology*, v. 62, n. 4-a, p. 713-723, 2002.

THOMAZ, S. M. O papel ecológico das bactérias e teias alimentares microbianas em ecossistemas. *Perspectivas da Limnologia no Brasil*. M. L. M. Pompêo (Ed.). Gráfica e Editora União, p.147-167, 1999.

THULLEN, J.S.; SARTORIS, J.J.; NELSON, S.M. Managing vegetation in surface-flow wastewater-treatment wetlands for optimal treatment performance. *Ecological Engineering*, v. 25, p. 583–593, 2005.

ZHOU, H.Y.; CHEUNG, R.Y.H.; WONG, M.H. Bioaccumulation of organochlorines in freshwater fish with different feeding modes cultured in treated wastewater. *Water Resource*, v.33, n.12, p.2747-2756, 1999.





PROPOSIÇÃO DE AÇÕES SUSTENTÁVEIS E ESTRATÉGICAS PARA CONTROLE DA PROLIFERAÇÃO DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS NO RESERVATÓRIO DA PCH CARIOCA, MINAS GERAIS, BRASIL.

IZABELA TEREZA RODRIGUES FERREIRA¹

ANA CAROLINA MIRANDA LOPES DE ALMEIDA²

DANIEL LAGE CASALECHI³

FERNANDO NUNES DE OLIVEIRA⁴

ROSÂNGELA FRANCISCA DE PAULA VITOR MARQUES⁵

RICARDO MOTTA PINTO COELHO⁶

147

RECURSOS HÍDRICOS E QUALIDADE DA ÁGUA

RESUMO

A instalação de reservatório associado às ações antrópicas da bacia hidrográfica, podem acarretar desequilíbrio ao ecossistema local. A eutrofização é um processo natural ou artificial de aporte de nutrientes aos corpos de água, acar-

1 Mestranda Sustentabilidade em Recursos Hídricos da Universidade Vale do Rio Verde - UninCor, izabela01@msn.com

2 Mestranda Sustentabilidade em Recursos Hídricos na Universidade Vale do Rio Verde - UninCor, anacarolina.mlalmeida@gmail.com

3 Mestrando Sustentabilidade em Recursos Hídricos da Universidade Vale do Rio Verde - UninCor, daniel.casalechi@gmail.com

4 Mestrando Sustentabilidade em Recursos Hídricos da Universidade Vale do Rio Verde - UninCor, fernuol@gmail.com

5 Profa. Dra. Universidade Vale do Rio Verde - UninCor – Mestrado Sustentabilidade em recursos hídricos, roeflorestal@hotmail.com.

6 Prof. Dr. Ricardo Motta Pinto Coelho, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Professor do curso Especialização em Gerenciamento de Recursos Hídricos, ric3535389@gmail.com



retando elevação da matéria orgânica superior à capacidade de autodepuração do sistema. Neste contexto objetivou-se analisar uma porção hidrográfica do Rio São João e levantar quais são os principais agentes poluentes a montante do reservatório da PCH Carioca, visando, buscar dados que suportem a implantação de estratégias de manejo sustentáveis para controle da proliferação de macrófitas aquáticas para os próximos anos. Assim, foram realizadas visitas *in-loco*, uma em janeiro de 2016 e outra em junho de 2021, além de promover a revisão da literatura, com o levantamento de dados que suportem a implantação de estratégias de manejo sustentáveis para controle da proliferação de macrófitas aquáticas na PCH Carioca. Utilizou-se a base de dados do IDE – SISEMA e o software QGis 3.16.4 e o Google Earth. Realizou-se a caracterização da porção hidrográfica do Rio São João a montante da PCH Carioca e o uso e ocupação do solo. Visando avaliar os principais agentes poluentes que contribuem para o desequilíbrio do ecossistema local. Verificou-se que o maior fator de deterioração dos corpos de água na área de drenagem estudada está associado aos efluentes urbanos com a proliferação de macrófitas. Deve-se haver investimentos na revitalização da PCH, integração dos usuários e uma efetiva governança local, ações de controle das macrófitas aquáticas serão paliativas e pouco expressivas ao longo dos anos.

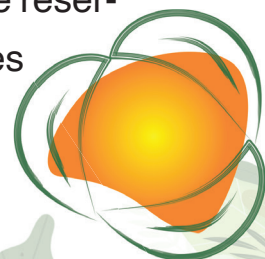
Palavras-chave: *Eichhornia crassipes*; Barramento artificial; Manejo sustentável; UPGRH - SF2.

INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, onde a informação é abundante e rápida, imagina-se que o tema “demanda e manejo sustentável da água” seja de amplo conhecimento da sociedade e dos setores produtivos, o que de fato não acontece, em especial no Brasil. De forma geral, os diversos usuários de recursos hídricos não possuem preocupação sobre a preservação dos mananciais, a manutenção da qualidade das águas, tão pouco se suas águas residuárias poderão ser úteis aos usuários a jusante.

Ações antrópicas e mudanças climáticas podem ocasionar problemas graves de escassez hídrica local, o que provoca conflitos, necessitando cada dia mais de medidas sustentáveis de manejo para viabilizar uma efetiva disponibilidade hídrica para os diferentes usos múltiplos.

Ao longo dos anos, o homem vem aprimorando a construção de reservatórios pelo mundo, nota-se que, eles são extremamente importantes para o desenvolvimento das civilizações e atividades econômicas.



Pode-se citar alguns exemplos de usos múltiplos que são favorecidos pelo barramento artificial de água, sendo esses: regularização de vazão, abastecimento público, controle de sedimentos, irrigação, navegação, pesca, aquicultura, turismo, prevenção de enchentes e produção de hidroeletricidade.

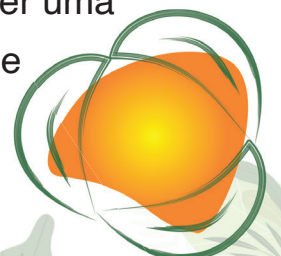
A bacia hidrográfica é a área compreendida por um território que possui vários cursos de água, sendo dividida pelas cotas topográficas mais elevadas. As precipitações convergem no interior da bacia, sendo que uma parcela é escoada pela superfície e outra parte infiltrada no solo (ANA, 2011).

Nesse sentido, um fator que deve ser levado em consideração é o escoamento superficial que carrega consigo materiais e poluentes até o curso d'água. De acordo Rosa *et al.* (2012), existem as poluições de origem natural e as de origem antrópica, sendo esta, a principal responsável pelo desequilíbrio dos ecossistemas naturais, através do lançamento sem tratamento de efluentes sanitários e industriais, das atividades agrícolas e minerárias, dentre outras formas.

De acordo com a Fundação Nacional de Saúde – Funasa (2014), a poluição também pode ser dividida em dois grandes grupos: i) pontual - fonte identificável, como efluente de indústrias ou lançamento de esgoto doméstico e ii) difusa - é aquela cuja origem não pode ser identificada com precisão, como os produtos químicos usados na agricultura carregados pelas chuvas e infiltração de esgotos.

A eutrofização é um processo natural ou artificial de adição de nutrientes aos corpos de água, acarretando um excesso de matéria orgânica, superior à capacidade de decomposição do sistema. Os principais impactos da eutrofização são: redução da qualidade da água destinada ao abastecimento, queda da recreação/lazer, mortandade da biota aquática, deposição de algas mortas no fundo do reservatório e crescimento excessivo de macrófitas aquáticas (CRUZ *et al.*, 1995).

Um reservatório altera notavelmente os processos físicos, químicos e biológicos do ecossistema fluvial onde está localizado. Se não houver uma boa gestão dos seus usos múltiplos, volume/tempo de acumulação e contribuições das atividades existentes a montante, os processos



naturais são afetados, acarretando reciclagem e acúmulo de nutrientes, crescimento de fitoplâncton, desenvolvimento de macrófitas aquáticas, depósito de sedimentos, aumento do estado trófico, alterações nos padrões de estratificação térmica e de absorção da energia solar. Desta forma, o gerenciamento inadequado de um barramento certamente acarretará mais impactos sobre a biota aquática e qualidade da água local, tornando-se um reservatório precocemente eutrofizado (CRUZ *et al.*, 1995).

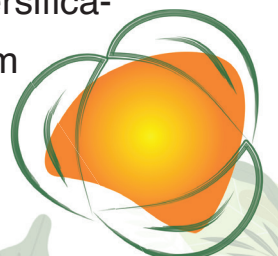
O nível de eutrofização de um reservatório está diretamente associado à forma de uso e ocupação do solo predominante na área de drenagem da bacia hidrográfica. Isto porque, em um ambiente natural, sem interferência antrópica, são reduzidos o aporte de nutrientes (nitrogênio e fósforo) ao corpo d'água, assoreamento e proliferação de macrófitas aquáticas, estando este ambiente em estado de equilíbrio ecológico. Assim, a velocidade do corpo d'água, um ambiente lântico no caso de reservatórios é afetado sobremaneira principalmente pelo aporte de nutrientes.

De acordo com a Funasa (2014), os principais nutrientes que auxiliam o crescimento de algas e macrófitas aquáticas são o nitrogênio e o fósforo. Esses, em altas concentrações, são extremamente prejudiciais aos ecossistemas aquáticos e a saúde humana. A poluição hídrica devido a esses nutrientes, de forma antrópica, está diretamente relacionada ao lançamento de esgotos, detergentes, fertilizantes e pesticidas.

A principal comunidade produtora de biomassa dos lagos, reservatórios rasos e pequenos é composta por macrófitas aquáticas. Em condições ideais, essa comunidade exerce uma grande influência ecológica em todo ecossistema (ALMEIDA *et al.*, 2021).

A eutrofização e o assoreamento, entretanto, favorecem um crescimento descontrolado dessas plantas e, conseqüentemente, poderá causar graves problemas ambientais aos reservatórios, especialmente aqueles de pequeno porte (ESTEVES, 2011 e ARAÚJO JÚNIOR, 2021).

As macrófitas aquáticas possuem adaptação fácil e vasta diversificação ecológica. O aumento na proliferação de macrófitas aquáticas em reservatórios provoca vários impactos negativos ao ecossistema e



aos seus usos múltiplos. A biomassa destes vegetais contribui para aumentar o déficit de oxigênio, formação de sulfeto de hidrogênio (H₂S) e queda do pH da água, além de oferecer um substrato adequado à proliferação de vários organismos indesejáveis (ESTEVES, 2011).

A escolha das medidas de controle e mitigação dos efeitos nocivos de macrófitas em reservatórios a serem utilizadas depende das características ambientais, financeiras e técnicas, deve-se ser estudado para cada local de abrangência (AGEVAP, 2012).

De acordo com Ferreira et al. (2016), os métodos de redução das macrófitas aquáticas são: i) controle mecânico e físico; ii) controle químico; iii) controle biológico; iv) reaproveitamento e compostagem da biomassa; e v) manejo sustentável, sendo esse último o mais indicado.

Para um manejo adequado das macrófitas aquáticas em reservatórios são necessárias, principalmente, ações direcionadas ao controle do uso e conservação do solo, proteção das matas ciliares, redução dos pontos de poluição, como a diminuição de aporte de nutrientes e ações diretas sobre estas plantas (THOMAZ, et al., 2003 e POMPÊO, 2008).

De acordo com alguns autores Pompêo (2008), Cezari, *et al.* (2012) e Agevap (2012), é essencial conhecer essas interações entre as bacias e os sistemas aquáticos. É preciso ter um conjunto de programas multidisciplinares e monitoramentos, tendo como finalidade de antecipar possíveis alterações no sistema e acompanhar seus efeitos.

Após a implantação de um reservatório, o regime hídrico é alterado de lótico para lântico, favorecendo assim, um acúmulo de sedimentos e nutrientes através do represamento da água. Além do mais, o lançamento de efluentes sem tratamento potencializa a perda da qualidade hídrica, sendo esse ambiente, altamente propício para a proliferação descontrolada de macrófitas aquáticas. Salienta-se que essas plantas atingem um ponto de saturação e possuem limitação de absorção de toda a carga de nutrientes de entrada nos corpos de água. Segundo Esteves (2011), a temperatura ideal para absorção de nutrientes é 20°C. Entretanto, a parte do fósforo absorvido é devolvida durante seus ritmos diários e na mortalidade desses indivíduos.



A Pequena Central Hidrelétrica - PCH Carioca (antiga Cachoeira do Rosário), localiza-se na zona rural dos municípios de Pará de Minas e de Conceição do Pará, em Minas Gerais. Nos últimos nove anos, a lâmina de água do reservatório praticamente desapareceu, isto, devido à grande proliferação de macrófitas aquáticas, principalmente aos aguapés - *Eichhornia crassipes*.

Neste contexto objetivou-se analisar uma porção hidrográfica do Rio São João e levantar quais são os principais agentes poluentes a montante do reservatório da PCH Carioca, visando, buscar dados que suportem a implantação de estratégias de manejo sustentáveis para controle da proliferação de macrófitas aquáticas para os próximos anos.

METODOLOGIA

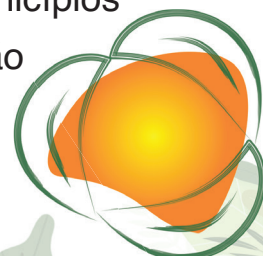
Caracterização da bacia hidrográfica

A PCH Carioca (antiga Cachoeira do Rosário), popularmente conhecida como reservatório do Lago Azul, é de propriedade da Companhia de Tecidos Santareense. Localiza-se na bacia hidrográfica federal do Rio São Francisco, bacia estadual do Rio Pará, Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos, São Francisco 2 - UPGRH SF2 e a montante está uma porção hidrográfica do Rio São João.

Localizada entres os municípios de Pará de Minas e de Conceição do Pará, no estado de Minas Gerais, a barragem do reservatório da PCH Carioca possui as seguintes coordenadas geográficas: Datum SIRGAS 2000, latitude S 19° 48' 23,64" e longitude W 44° 47' 07,19" e cota de 682 metros de altitude em relação ao nível do mar.

De acordo com Ferreira et al. (2016), a área de drenagem a montante da PCH Carioca possui 1.010 km², a extensão do Rio São João é de 113,7 km e a superfície da represa ocupa 156,5 hectares.

O primeiro município a integrar a porção hidrográfica estudada é Itaguara, onde está localizada a nascente do rio São João. Os demais municípios em questão são: Itatiaçu, Itaúna, Carmo do Cajuru, Igaratinga, São Gonçalo do Pará, Conceição do Pará e Pará de Minas.



Obtenção dos dados e visitas técnicas

Em busca do objetivo proposto, foram realizadas duas visitas *in-loco*, uma em janeiro de 2016 e outra em junho de 2021, além de promover a revisão da literatura, com o levantamento de dados que suportem a implantação de estratégias de manejo sustentáveis para controle da proliferação de macrófitas aquáticas na PCH Carioca.

Para elaboração do mapa foi utilizada a Infraestrutura de Dados Espaciais - IDE do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - Sisema, bem como, o software QGis 3.16.4 e o Google Earth.

Foi realizada também a caracterização da porção hidrográfica do Rio São João a montante do reservatório da PCH Carioca, bem como, levantamento dos municípios integrantes da área em estudo.

Os indicadores de tratamento de esgoto foram adquiridos por meio do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS para o ano de 2019.

De posse dos dados levantados, por meio de pesquisas exploratórias e geoespaciais, foi apresentado um breve diagnóstico dos usos preponderantes de ocupação do solo dos municípios a montante da PCH Carioca, demonstrando assim, quais são os principais agentes poluentes que contribuem para o desequilíbrio do ecossistema local.

Após essas etapas, foram sugeridas ações sustentáveis e estratégicas para a bacia hidrográfica da PCH Carioca para os próximos anos.

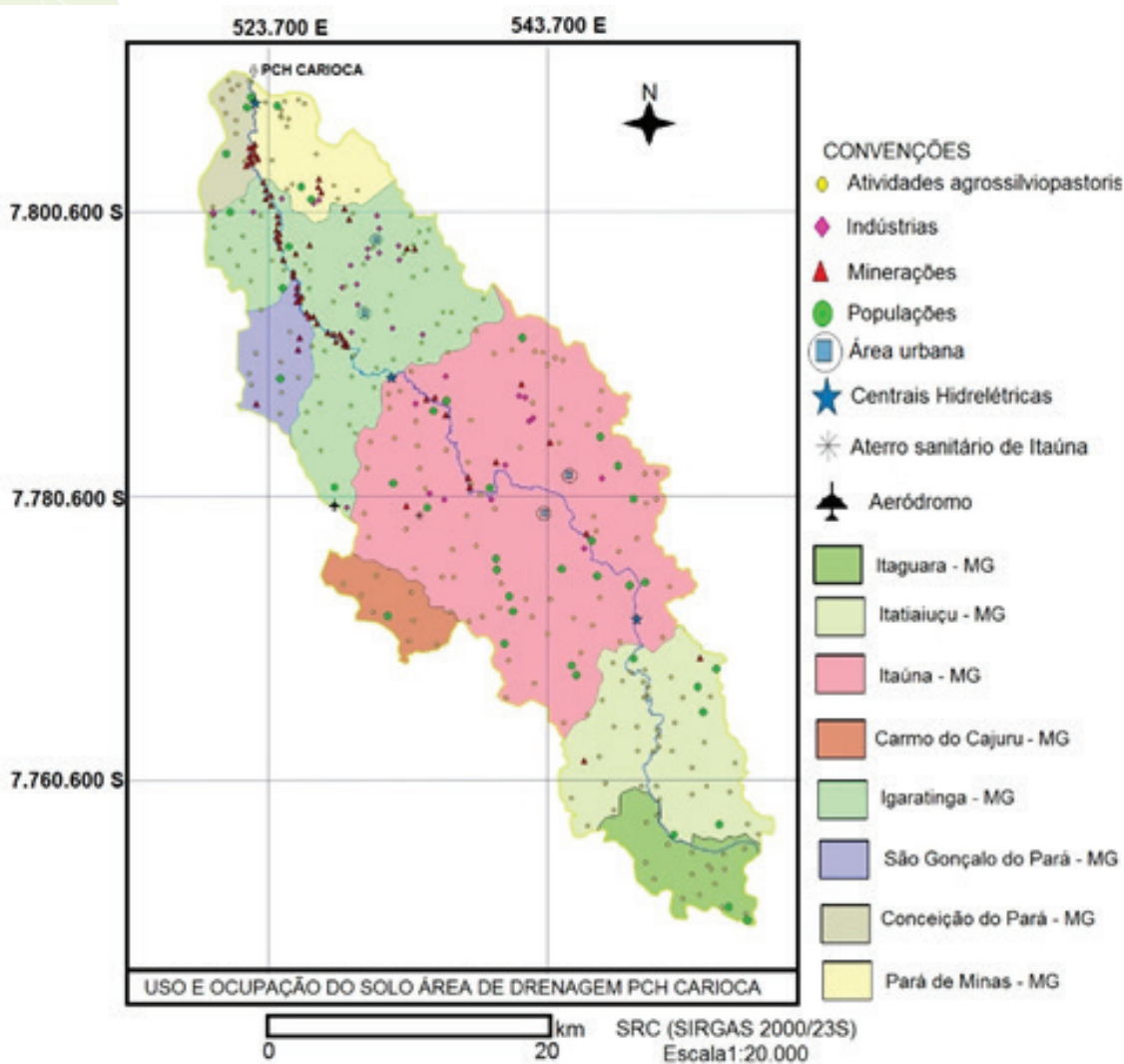
RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com Ferreira et al. (2016), os municípios a montante da PCH Carioca possuem diferentes seguimentos econômicos. Nas atividades agrosilvipastoris destacam-se hortifrutigranjeira, silvicultura, avicultura, suinocultura e bovinocultura. Já na mineração, verifica-se extração mineral de areia e argila. No ramo industrial prevalecem a siderurgia, cerâmicas, fundição, curtidora e têxtil. Os principais centros populacionais estão nos municípios de Itaúna e Igaratinga, dentre outros pontos com menor concentração populacional.



Como se pode observar na Figura 1, nas áreas rurais, a atividade preponderante de contribuição da área de drenagem da PCH Carioca é proveniente dos empreendimentos agrossilvipastoris.

Figura 1:
Uso e ocupação do solo da área de drenagem da PCH do Carioca



Fonte: Ferreira *et al.*, 2016, adaptado pelos autores.

Os pontos de extração mineral estão mais adensados a partir de Igaratinga, seguindo por São Gonçalo do Pará, Pará de Minas e Conceição do Pará. A extração de argila é utilizada para a fabricação de tijolos nas diversas cerâmicas existentes nesses municípios e a areia extraída é destinada para a construção civil regional. Muitos desses empreendimentos não possuem sistema de decantação de sedimentos, aumentando assim, o assoreamento dos cursos d'água da bacia estudada (FERREIRA *et al.*, 2016).



Visualizou-se que os principais contribuintes antrópicos por meio do levantamento geoespacial da área de drenagem da PCH Carioca foram: i) os municípios de Itaúna e Igaratinga que possuem seus perímetros urbanos totalmente inseridos a montante do reservatório e, segundo o SNIS (2019), não tratam seus efluentes domésticos; e ii) região com alta contribuição de poluentes oriundos das atividades agrossilvipastoris, industriais de diferentes tipologias e extração minerária de areia e argila. Salientou-se que o aporte de nutrientes (fósforo e nitrogênio) oriundos de atividades antrópicas a montante do exutório em estudo, acelera significativamente a eutrofização hídrica (ARAÚJO JÚNIOR, 2021).

Foi observada por meio das visitas in loco realizadas em 2016 e 2021, a presença da macrófita aquática *Eichhornia crassipes*, bem como do capim *Brachiaria decumbens*, sendo que essas duas espécies muito representativas na extensão da PCH Carioca. Assim, percebeu-se a importância do reservatório para região, nele, eram desenvolvidos diferentes usos múltiplos e, com a degradação da água, todos foram prejudicados.

Com a proliferação descontrolada das macrófitas aquáticas (Figura 2) nos últimos anos, o turismo no reservatório exauriu, a PCH parou de produzir energia, o reservatório perdeu área alagável para os sedimentos, o estado trófico foi consideravelmente elevado, o oxigênio dissolvido diminuiu, os padrões de estratificação térmica e de absorção da energia solar foram alterados; e o pH da água diminuiu. Nesse sentido, verificou-se também o aumento de organismos indesejáveis em detrimento de outros importantes para este ecossistema, como, moluscos e insetos hospedeiros intermediários de parasitoses humanas, além de acarretar a ausência de espécies competidoras (ESTEVES, 2011).

Em trabalhos de campo, verificou-se visualmente perda do volume alagável para os sedimentos sólidos e orgânicos, oriundos das atividades antrópicas a montante da PCH Carioca, da ocupação de *Eichhornia crassipes* e *Brachiaria decumbens*, bem como a mortandade da biota aquática e deposição de algas mortas no fundo do reservatório. Contudo, para aprimoramento do conhecimento referente à taxa de assoreamento, perda de volume estimado do reservatório, nível de contaminação da água,



caraterização físico-química e biológica dos sedimentos, serão necessários estudos futuros.

Figura 2:
Vista para PCH Carioca tomada por *Eichhornia crassipes*, bem como do capim *Brachiaria decumbens*, em contraste com barco de lazer também afetado.

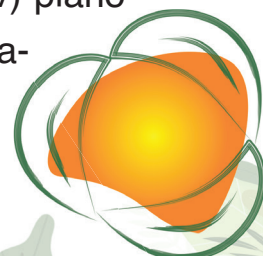


Fonte: Ferreira *et al.*, 2016, adaptado pelos autores.

Além destes aspectos, a crise hídrica agravou ainda mais os problemas do reservatório, com o volume de água baixo, os usos preponderantes foram diretamente afetados, inclusive a dessedentação de animais. É extremamente importante ter a consciência de que o ciclo hidrológico varia e não é previsível (MELO *et al.*, 2020). Para compensar essas variações no ciclo hidrológico, é necessário administrar de maneira eficaz o recurso hídrico disponível.

Verificou-se que não se deve retirar totalmente as macrófitas aquáticas. Em ambientes com teores adequados de nutrientes, estas plantas ajudam na reciclagem de nutrientes, contribuem para alteração química da água, são fonte de biomassa de microalgas e base alimentar de seres herbívoros.

Para que sejam implantadas ações sustentáveis e estratégicas para controle da proliferação de macrófitas aquáticas, é essencial que haja: i) monitoramento preventivo da qualidade e tempo de residência da água; ii) controle de sedimentos e assoreamento; iii) ações de controle e fiscalização; iv) plano de comunicação social e tratamento da informação qualificada /educação ambiental; v) gestão de conflitos dos usos múltiplos e governança; vi) redução de cargas poluidoras; vii) tratamento dos efluentes;



viii) gestão do uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica; ix) integração da bacia hidrográfica: políticas públicas, população, indústria, empreendimentos agropecuários, prefeituras, ONG's e comitês de bacias, moradores, turistas e escolas; x) proteção dos mananciais e busca pela qualidade da água; e xi) banco de dados inteligente e acessível a todos.

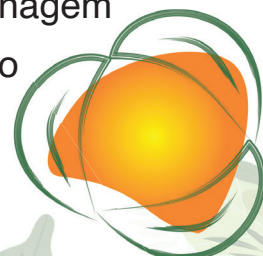
As ações emergenciais para a área de drenagem da PCH Carioca são inerentes ao uso e ocupação do solo, deve-se realizar a destinação correta dos resíduos sólidos, controle de sedimentos das atividades minerárias, uso controlado de fertilizantes agrícolas, ampliação das redes coletoras de esgoto e efetivar a operação das ETE's, tanto para efluentes domésticos como industriais, olhar para atividades instaladas nas áreas rurais e urbanas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta sub-bacia, além de sofrer com alterações internas do ecossistema lótico transformado em ambiente lântico, a sua maior vulnerabilidade está no percurso do rio São João. A montante do reservatório, esse rio percorre por alguns municípios que lançam os esgotos sanitários com pouco ou nenhum tratamento, além de receber os efluentes de empreendimentos minerários, agrossilvipastoris e industriais.

As ações propostas preponderantes a serem implantadas em toda a área de drenagem da PCH Carioca para controle sustentável da proliferação das macrófitas aquáticas são: i) busca pela redução do aporte de fósforo e nitrogênio (matéria orgânica); ii) operação e implantação de sistemas de tratamento de efluentes; iii) proteção das matas ciliares; iv) mitigação dos impactos decorrentes das atividades da mineração; v) controle e manutenção da qualidade da água; vi) métodos sustentáveis de uso ocupação do solo; vii) recuperação das áreas degradadas e viii) controle de lançamento de sedimentos. A gestão inteligente do tempo de residência da água do reservatório e proteção do ecossistema natural também são atitudes importantes.

Foi verificado que o maior fator de deterioração da área de drenagem estudada foi associado aos efluentes urbanos. É notório que há muito



que fazer e investir, tanto por parte dos gestores públicos municipais, como por parte das concessionárias de água e esgoto.

Portanto, para aplicação das ações sustentáveis e estratégicas para controle da proliferação de macrófitas aquáticas no reservatório da PCH Carioca, será imprescindível governança, integração e participação de todos na gestão local, tais como, a Companhia de Tecidos Santanense, Municípios; produtores rurais e empreendedores na indústria e no comércio; órgãos ambientais; Ministério Público; comitê de bacia hidrográfica; sociedade em geral; ou seja, todos “protagonistas” inseridos na área de drenagem em questão.

Diversos são os métodos para remoção parcial e controle da proliferação das macrófitas aquáticas, entretanto, se não houver investimentos na revitalização do Rio São João e conscientização de todos, estas ações serão apenas paliativas e pouco expressivas ao longo dos anos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, T. S.; FABRICANTE, J. R. **Macrófitas aquáticas do Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil**. Revista de Ciências Ambientais, Canoas, v. 15, n. 1, p. 01-12, 2021, ISSN 1981-8858. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18316/rca.v15i1.7538>. Acesso em 15 de jul. de 2021.

Agência da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul - AGEVAP. **Estudos para Identificação, Localização e Quantificação das Causas da Proliferação de plantas Aquáticas, Principalmente Macrófitas, ao Longo da Calha do Rio Paraíba do Sul, Inclusive Braços Mortos, Reservatórios e Afluentes Relatório de Prognóstico**. Agência da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – AGEVAP, Resende/RJ, 56 p. 2012. Disponível em: <https://www.ceivap.org.br/downloads%202012/Prognostico-macrofitas.pdf>. Acesso em 11 de jul. de 2021.

Agência Nacional de Águas. **O Comitê de Bacia Hidrográfica: o que é e o que faz?**. Agência Nacional de Águas - ANA, Brasília: SAG. v1. 64 p. 2011. Disponível em: <https://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2012/CadernosDeCapacitacao1.pdf>. Acesso em 09 de jul. de 2021.

ARAÚJO JÚNIOR, J.C.M. **Variação temporal e sazonal do estado trófico do rio Maracaípe, litoral sul do estado de Pernambuco**. Revista Brasileira de Meio Ambiente, v.9, n.1, p.51-64, 2021. Disponível em: <https://revistabrasileirademeioambiente.com/index.php/RVBMA/article/view/646>. Acesso em 15 de jul. de 2021.

CEZARI, E.J; Lolis, S. de F. **Biologia da Conservação**. Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC, Ilhéus, Bahia, 27 p., 2012. Disponível



em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/59883549/m-8-ebu-7-biologia-da-conservacao>. Acesso em 09 de jul. de 2021.

CRUZ, H. C; FABRIZY, N. L. P. **Impactos Ambientais de Reservatórios e Perspectivas de Uso Múltiplo**. Revista Brasileira de Energia, Itajubá, v. 4, n.º 1. 7 p. 1995. Disponível em: <https://www.sbpe.org.br/index.php/rbe/article/download/85/73/>. Acesso em 11 de jul. de 2021.

ESTEVES, F. de A.. Fundamentos da Limnologia, Interciência, 3 ed., Rio de Janeiro, 790 p., 2011.

FERREIRA, I.T.R; COELHO, R.M.P.; ISLA, L.A.S. **Proposição de ações sustentáveis e estratégicas para controle da proliferação de macrófitas aquáticas no reservatório carioca, Minas Gerais, Brasil**. 2016. 85 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gerenciamento de Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/BUBD-AQWMZS>. Acesso em 09 de jul. de 2021.

Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**. Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. Brasília: Funasa, 112 p. 2014. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/documents/20182/38937/Manual+de+controle+da+qualidade+da+%C3%A1gua+para+t%C3%A9cnicos+que+trabalham+em+ETAS+2014.pdf/85bbdcbc-8cd2-4157-940b-90b5c5bcfc87>. Acesso em 09 de jul. de 2021.

ROSA, A. H.; FRACETO, L. F.; MOSCHINI-CARLOS, V. **Meio ambiente e sustentabilidade**. Bookman, Porto Alegre - RS, 412p., 2012.

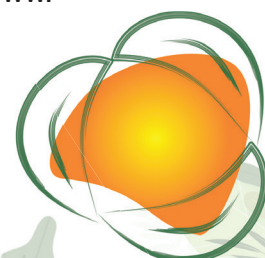
Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. **Série Histórica**. Brasília: SNIS – Série Histórica, 2019. Disponível em: < <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/> > Acesso em 14 de jul. de 2021.


SISTEMA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. **Infraestrutura de Dados Espaciais**. Belo Horizonte: IDE-Sisema, 2021. Disponível em: idesisema.meioambiente.mg.gov.br. Acesso em: 14 de jul. de 2021.

MELO, Marília Carvalho de et al. AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA HÍDRICA PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO NA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE: ESTUDO DA CRISE HÍDRICA 2014-2015. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S.I.], v. 27, out. 2020. ISSN 2237-8642.

POMPÊO, M. **Monitoramento e Manejo de macrófitas aquáticas**. Instituto de Biociências, Departamento de Ecologia, Butantã, São Paulo, 19 p., 2008. Disponível em: http://ecologia.ib.usp.br/portal/macrophytas/all_book.pdf. Acesso em 11 de jul. de 2021.

THOMAZ, S.M; BINI, L.M. **Ecologia e Manejo de Macrófitas Aquáticas**. Editora da Universidade Estadual de Maringá, PR. 342 p., 2003. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Sidinei-Thomaz/publication/309384537_Macrofitas_aquaticas_em_Itaipu_Ecologia_e_perspectivas_para_o_manejo/links/582440ab08ae61258e3ce7d5/Macrofitas-aquaticas-em-Itaipu-Ecologia-e-perspectivas-para-o-manejo.pdf. Acesso em 11 de jul. de 2021.





PROTEÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO: UM LEVANTAMENTO EM PLANOS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

RAFAEL DE OLIVEIRA ROCHA¹

VICENTE LEAL FERNANDEZ²

LEYDE CUELA³

ALANZA MARA ZANINI⁴

MARCELO BORGES ROCHA⁵

RECURSOS HÍDRICOS E QUALIDADE DA ÁGUA

RESUMO

As Unidades de Conservação (UC) possuem papel central na conservação dos recursos hídricos, uma vez que promovem a proteção das águas e a manutenção da qualidade dos corpos hídricos. A adoção da bacia hidrográfica como unidade territorial de planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos foi importante para equacionar os conflitos causados pelos diferentes interesses relacionados aos usos da água. Os Planos de Recursos Hídricos (PRH) tratam-se de importantes ferramentas de diagnóstico da situação dos

160

1 Aluno do Curso de Graduação em Engenharia Ambiental, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ), Departamento de Engenharia Ambiental (DEAMB), rocha.rafael1000@gmail.com.

2 Aluno do Curso de Mestrado em Geografia, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC/Rio, Departamento de Geografia e Meio Ambiente, vicenteleal.puc@gmail.com.

3 Aluna do Curso de Graduação em Engenharia Ambiental, CEFET/RJ, DEAMB, leydicuela_12@hotmail.com.

4 Aluna do Curso de Doutorado em Educação em Ciências e Saúde, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Centro de Ciências da Saúde, alanzabiologia@gmail.com.

5 Prof. Dr. do CEFET/RJ, Campus Maracanã, DEAMB, rochamarcelo36@yahoo.com.br.



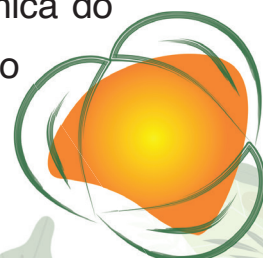
recursos hídricos e de planejamento. Este estudo teve como objetivo analisar, nos PRH do Estado do Rio de Janeiro, ações voltadas à proteção dos recursos hídricos em UC deste território. Para isso, foi realizada uma pesquisa documental nos PRH das regiões hidrográficas (RH) I (Baía da Ilha Grande) II (Guandu) e VIII (Macaé e das Ostras). Verificou-se que existem importantes ações previstas nos PRH, no que diz respeito à conservação dos recursos hídricos em UC. Entretanto, algumas das ações ainda são encaradas como pouco prioritárias, tendo um horizonte de execução de médio a longo prazo. Além disso, foi possível observar diferenças nos investimentos totais para a implementação das medidas, associadas, principalmente, ao destaque socioeconômico de cada RH. Destaca-se a importância de ações de fiscalização e de uma maior integração entre poder público, usuários e sociedade, sobretudo na tomada de decisão, para aperfeiçoamento da gestão dessas áreas.

Palavras-chave: Áreas protegidas; Água; Instrumento de gestão; Plano de recursos hídricos.

INTRODUÇÃO

Abrangendo cerca de 20% das espécies do Planeta, o Brasil ocupa o posto de país com a maior biodiversidade do mundo (MMA, 2021a). Neste cenário, as Unidades de Conservação (UC) surgem como uma importante ferramenta na conservação desta biodiversidade e dos diversos elementos abióticos presentes nos ecossistemas. As UC compreendem espaços territoriais e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, que possuem respaldo da lei para conservação e manutenção da biodiversidade (BRASIL, 2000).

As UC possuem papel central na conservação dos recursos hídricos, uma vez que promovem a proteção das águas e a manutenção da qualidade dos mananciais. O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) especifica regulamentos para o manejo e a utilização das águas, deixando claro que o seu aproveitamento só é possível a partir de uma aprovação técnica do órgão responsável pela administração (BRASIL, 2000). Além disso, o SNUC também busca resguardar os recursos hídricos a partir do viés



financeiro, atentando para a contribuição que deve haver por parte do órgão ou empresa que seja responsável pelo uso direto (BRASIL, 2000).

A adoção da bacia hidrográfica como unidade territorial de planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos foi importante para equacionar os conflitos causados pelos diferentes interesses relacionados aos usos da água, já que buscou enfatizar a integração social e econômica. Para tal, foram definidas atividades prioritárias ligadas ao uso e à ocupação do solo, à conservação, ao lazer, à pesca, à agricultura e ao setor industrial (CAZULA; MIRANDOLA, 2010).

No caso do Estado do Rio de Janeiro, algumas regiões hidrográficas (RH) constituem-se como áreas de interesse estratégico devido ao desenvolvimento socioeconômico, dentre as quais destacam-se: a RH I – Baía da Ilha Grande, que possui a baía mais conservada do Estado e cerca de 74% do território abrangido por UC com alto grau de preservação; a RH II – Rio Guandu, responsável por abastecer cerca de 9 milhões pessoas na região metropolitana do Estado; a RH V – Baía de Guanabara, que possui um grande contingente populacional, contendo aproximadamente 10 milhões de habitantes; e a RH VIII – Rio Macaé e das Ostras, que concentra o maior parque industrial petrolífero do Estado (INEA, 2015). Tendo em vista a importância das RH, a análise da vulnerabilidade às atividades humanas torna-se fundamental para a conservação dessas áreas (SOUZA *et al.*, 2014).

A ocupação desordenada e as ações antrópicas nas bacias hidrográficas influenciam diretamente na quantidade e qualidade das águas. A impermeabilização do solo, associada ao aumento do escoamento superficial e à lixiviação, bem como o desmatamento das matas ciliares, são fatores preponderantes para a perda da biodiversidade, redução do fluxo de base e assoreamento dos rios (BRIGANTE; ESPÍNDOLA, 2003). Além disso, devido à complexidade do ordenamento territorial e à falta de controle das fontes difusas de poluição, oriundas, principalmente, das atividades agrícolas e industriais, há uma alteração desfavorável no balanço hídrico, resultando em situações de escassez (ORTEGA, 2011). Diante deste cenário, o diagnóstico dos impactos



ambientais causados pelas atividades humanas é parte essencial para a gestão e gerenciamento nas RH (VIOLA *et al.*, 2009).

Os Planos de Recursos Hídricos (PRH), também chamados de planos de bacias hidrográficas, são instrumentos que “visam fundamentar e orientar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e o gerenciamento dos recursos hídricos” (BRASIL, 1997), tendo um papel central na definição de diretrizes para os demais instrumentos de gestão. Tratam-se de importantes ferramentas de diagnóstico da situação dos recursos hídricos e de planejamento das ações necessárias para a recuperação e conservação dos recursos hídricos nas RH.

Desde o estabelecimento de sua Política Estadual de Recursos Hídricos (RIO DE JANEIRO, 1999), o Rio de Janeiro avançou significativamente na elaboração de seus planos. As nove RH do Estado possuem PRH ou estão em fase de elaboração/ atualização deste instrumento. Ressalta-se que os planos das RH III, IV, VII e IX foram elaborados de forma integrada ao Plano Integrado da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (PIRH- PS), visto que são bacias afluentes a esta.

Assim, este estudo teve como objetivo analisar, nos PRH do Estado do Rio de Janeiro, ações voltadas à proteção dos recursos hídricos em UC deste território.

METODOLOGIA

O Estado do Rio de Janeiro está dividido, para fins de gestão, em nove RH, conforme representado na Figura 01.

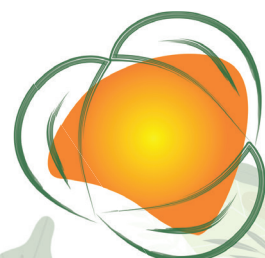
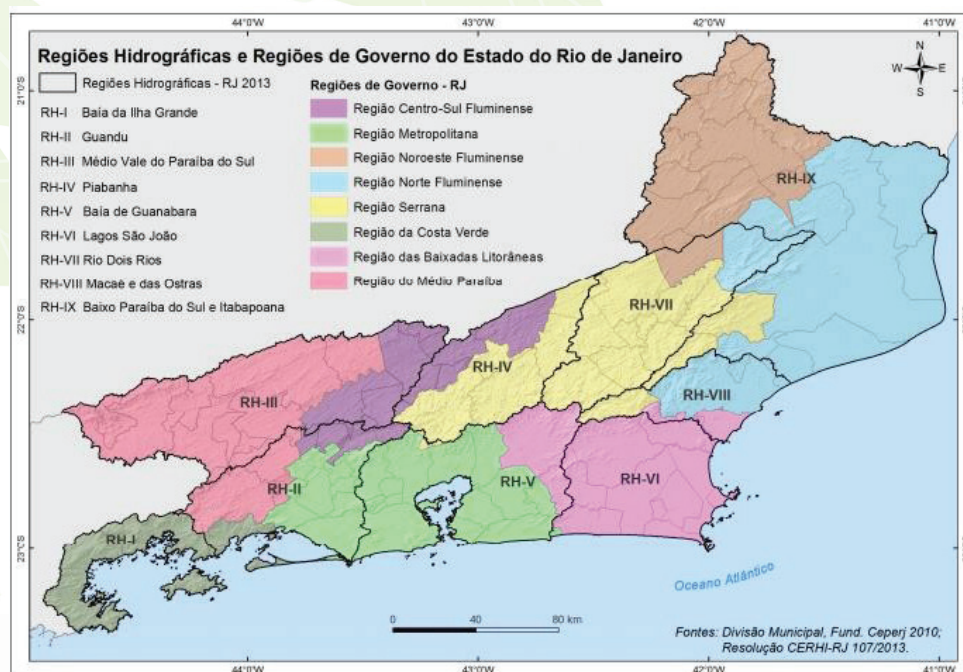


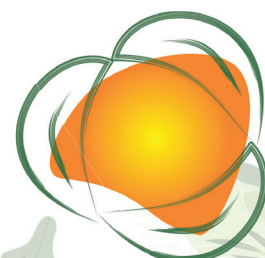
Figura 1:
Regiões hidrográficas (RH) do Estado do Rio de Janeiro.



Fonte: INEA (2014)

Este trabalho trata-se de uma pesquisa documental, realizada nos PRH do Estado do Rio de Janeiro. Tendo em vista que algumas RH ainda estão em fase de elaboração ou atualização deste instrumento, este estudo apresentará resultados referentes à análise dos planos já finalizados: RH I (Baía da Ilha Grande), que compreende os municípios de Paraty e Angra dos Reis em suas totalidades; RH II (Guandu), que abrange os municípios de Engenheiro Paulo de Frontin, Itaguaí, Japeri, Paracambi, Queimados e Seropédica; e RH VIII (Macaé e das Ostras), que compreende o município de Macaé em sua totalidade e, parcialmente, Carapebus, Conceição de Macabu, Casimiro de Abreu, Nova Friburgo e Rio das Ostras.

A pesquisa documental busca levantar e analisar materiais que ainda não tenham recebido um tratamento analítico, ou que podem ser reelaborados de acordo com os objetos de uma pesquisa (CECHINEL *et al.*, 2016). Este processo consiste em avaliar preliminarmente os documentos, realizando o exame e a crítica sobre os mesmos.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Região Hidrográfica I - Baía da Ilha Grande

A área da RH I está inserida no mosaico de UC da Serra da Bocaina, um dos 14 mosaicos reconhecidos oficialmente pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2020). Segundo o Comitê de Bacia Hidrográfica da Baía da Ilha Grande (CBH BIG, 2021), a RH possui 14 UC, sendo sete (07) de proteção integral e sete (07) de uso sustentável. Vale destacar que destas, sete (07) possuem plano de manejo e sete (07) não contam com o documento. O PRH tem um horizonte de planejamento de 20 anos e é composto por 26 relatórios, que são divididos em três categorias: 15 temáticos, três (03) de planejamento e oito (08) produtos finais, sendo estes os que apresentam os dados compilados das componentes técnicas do estudo (CBH BIG, 2020).

O plano está estruturado em três (03) macrodiretrizes (proteção das águas; sustentabilidade das águas; participação, cooperação e gestão), 10 programas, 27 subprogramas e 86 ações. Vale destacar que os subprogramas presentes no PRH são agrupados por escala de prioridade em cinco grupos: muito prioritário, prioritário, pouco prioritário, muito pouco prioritário e não prioritário. Esta divisão é baseada na escolha de diversas variáveis, que envolvem aspectos políticos, sociais, econômicos e ambientais, refletindo na urgência de implementação das ações (CBH BIG, 2020).

No que tange ao papel das UC para a proteção dos recursos hídricos, destaca-se o subprograma 6 - ordenamento territorial - e o seu subprograma 6.3 (pouco prioritário) - articulação com planos de manejo e gestão das UC - que tem como objetivo principal articular junto aos conselhos gestores das UC uma maior cooperação para atividades de fiscalização e divulgação, bem como a integração dos planos de manejos com o PRH (CBH BIG, 2020).

Chama-se atenção para duas ações presentes no subprograma 6.3: ação 1 - elaboração ou revisão dos planos de manejo das UC, com o intuito de ser implementada em longo prazo, com início em 2036 e final em 2038, e com um investimento total de R\$ 992.961,52. Espera-se, com esta ação, que sejam elaborados sete (07) planos de manejo referentes às UC que não possuem o documento e os outros sete sejam



revisados; ação 2 - fiscalização e monitoramento pelas UC e órgãos ambientais, que prevê um aumento nas ações de fiscalização, ampliação da equipe e aquisição de equipamentos. O custo total dessa ação é de R\$ 1.193.528,63 e o prazo para a implementação é de nove anos, iniciando em 2031 e terminando em 2040. O objetivo é realizar, no mínimo, uma ação de fiscalização por ano (CBH BIG, 2020).

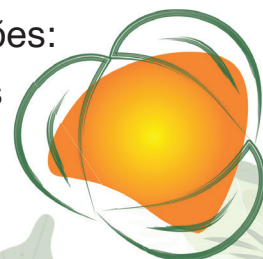
Região Hidrográfica II - Guandu

Segundo dados do Relatório de Diagnóstico da RH II - Guandu (CBH GUANDU, 2017), esta área apresenta 54 UC, sendo 41 de uso sustentável e 13 de proteção integral, ocupando, respectivamente, 1323 km² (36% do território) e 489,19 km² (13% do território). Do total, 11 UC são de esfera federal, 20 estadual e 23 municipais. As UC com maior representatividade espacial dentro da RH II são: Área de Proteção Ambiental (APA) do Rio Guandu (701,67 km² na RH II), Parque Estadual Cunhambebe (274,24 km²) e APA Alto Piraí (266,20 km²). Destaca-se que, do total de UC nesta RH, 26 não possuem plano de manejo, 23 não possuem informações consistentes que indiquem a existência ou não e apenas cinco (05) possuem este documento.

O principal documento de gestão desta RH é o Relatório Final do Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim, o qual foi aprovado em 2018, na 4^a Reunião Ordinária do Plenário do Comitê Guandu-RJ, com um horizonte de 25 anos (CBH GUANDU, 2018). Este documento apresenta oito (08) agendas, 20 subagendas e 40 programas.

Dentro da agenda 4 (Infraestrutura Verde) e subagenda 4.1 (Restauração e Conservação), há um programa específico voltado às UC (4.1.1), para o qual está previsto um orçamento de R\$ 11.520.000,00, com execução de médio a longo prazo (início no sétimo ano do cronograma - de 2024 a 2028) (CBH GUANDU, 2018). Esse programa busca contribuir para a melhoria da gestão de UC existentes na área da RH II, a partir das seguintes ações:

a) realizar o diagnóstico e análise das condições de gestão das UC situadas na RH II, em especial quanto à situação do plano de

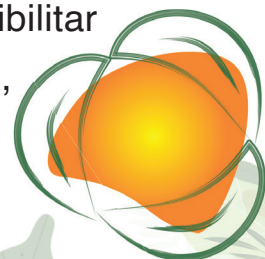


manejo e condição fundiária, bem como elencar critérios que definem as UC com prioridade de regularização e ações para melhoria de sua gestão; e b) apoiar a elaboração, a revisão e implementação de planos de manejo das UC desta RH (CBH GUANDU, 2018).

Região Hidrográfica VIII - Macaé e das Ostras

De acordo com o Relatório do Diagnóstico das Demandas Hídricas da Região Hidrográfica Macaé e das Ostras (CBH MACAÉ/OSTRAS, 2013), 46% da área da RH encontra-se dentro de algum tipo de UC. Segundo este mesmo relatório, existem 21 UC na área da RH, sendo 14 de uso sustentável e sete (07) de proteção integral. Das 14 UC de uso sustentável, sete (07) são APA e sete (07) são Reservas Particulares do Patrimônio Natural - RPPN. Com relação às UC de proteção integral, há cinco (05) Parques (um estadual e quatro municipais), uma (01) Reserva Biológica e uma (01) Área de Relevante Interesse Ecológico. Das 21 UC, oito (08) possuem plano de manejo e 13 não possuem tal documento (MMA, 2021b).

A RH VIII possui um PRH com diagnósticos e prognósticos sobre os recursos hídricos, considerando os problemas atuais e projetando os problemas futuros, com um horizonte de planejamento de 2013 a 2032. Este plano está dividido em 14 relatórios, dos quais são propostos 12 grupos de ações, que, por sua vez, dividem-se em 24 programas que devem ser implementados entre 2015 e 2032. No Relatório das Estratégias de Implementação do PRH-Macaé/Ostras (CBH MACAÉ/OSTRAS, 2014), destaca-se o item 4.1.3, relacionado às ações voltadas à adequação do uso do solo às demandas quali-quantitativas de uso da água. Dentro desta seção, encontramos o programa D3 - Áreas Prioritárias para Conservação de Águas e Florestas, cujo objetivo é a melhoria gradativa da qualidade dos recursos hídricos, ampliação da proteção de áreas de interesse específico ou prioritárias para a conservação ambiental da bacia. Estimado em R\$ 400.000,00 e em um horizonte previsto de 24 meses (que iniciou em 2015), este programa objetivou a implantação de áreas de Reservas Legais e RPPN, a fim de possibilitar a integração dos fragmentos e formação de corredores ecológicos, interligando as UC. Apesar deste programa ter como horizonte de



implementação o período entre os anos de 2015 e 2017, não foram encontrados, no site do comitê de bacia desta RH, dados de monitoramento destas ações. Portanto, neste estudo, não foi possível verificar se as ações foram implementadas.

Importância dos planos de recursos hídricos para a proteção dos recursos hídricos em UC

O PRH é um instrumento da PNRH (BRASIL, 1997) e, associado a esta Lei, busca o efetivo gerenciamento dos recursos hídricos, a partir da implementação de diferentes programas e projetos. Verificou-se, por meio deste estudo, nos PRH das regiões I, II e VIII, que existem importantes ações previstas no que diz respeito à conservação dos recursos hídricos em UC. Entretanto, faz-se necessário o monitoramento das ações nas RH, como a partir dos relatórios de acompanhamento, publicados nos sites institucionais dos comitês de bacia.

Observa-se, para grande parte das ações voltadas às UC, como nas RH I e II, um prazo de médio a longo prazo para execução das medidas (Tabela 01). Entretanto, se implementadas de forma efetiva, tais ações serão de grande relevância para a gestão e conservação dos recursos naturais nestas regiões, especialmente os hídricos.

Vale destacar as diferenças nos investimentos totais para implementação das ações voltadas às UC (Tabela 01), associadas, principalmente, ao destaque socioeconômico e à área total protegida de cada RH. Guandu é a RH com maior investimento previsto, possivelmente, porque, também, é a que possui o maior número total de UC entre as RH contempladas neste estudo.

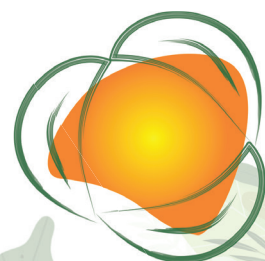


Tabela 01:
Informações referentes às regiões hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro contempladas neste estudo, com base na análise dos PRH

Região hidrográfica (RH)	Número total de Unidades de Conservação (UC)	Área total protegida (km ²)	Investimento em ações voltadas às UC (R\$)	Horizonte de planejamento as ações voltadas às UC no PRH
I - Baía da Ilha Grande	14	1.261,31 km ²	2.186.490,15	Longo prazo (2031 a 2040)
VIII - Macaé e das Ostras	54	1.812,19 km ²	11,520.000,00	Médio a longo prazo (de 2024 a 2028)
VIII - Macaé e das Ostras	21	2.838,28 km ²	400.000,00	Curto prazo (de 2015 a 2017)

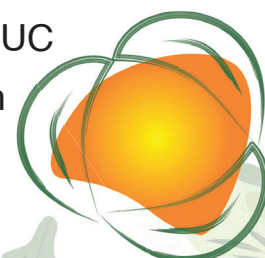
Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Os atores sociais envolvidos nas ações dos planos dessas RH compreendem a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), Comitês de Bacia, órgãos gestores das UC (ICMBio, INEA, Prefeituras), Departamento de Áreas Protegidas - DAP/MMA, Organizações não Governamentais (ONGs) e outras instituições que venham a ser identificadas como de interesse pelas ações previstas.

A participação social na elaboração dos PRH é fundamental, tendo em vista que, a partir do conhecimento da realidade e interesses locais e da aproximação de diferentes grupos sociais na construção do plano, tem-se resultados mais efetivos no alcance das ações planejadas. Corroborando com esse argumento, a PNRH propõe, no inciso VI do art. 1, que “a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades” (BRASIL, 1997). Portanto, esta lei foi importante na construção de processos participativos, no que diz respeito à gestão dos recursos hídricos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com este estudo foi possível destacar o papel central das UC para a proteção dos recursos hídricos, uma vez que estas compõem



grande parte dos territórios das RH do Rio de Janeiro, abrigando a maioria das nascentes e mananciais do Estado.

Diante da análise dos PRH das RH I, II e VIII foram identificadas ações relevantes voltadas para a conservação das águas nas respectivas UC, principalmente no que diz respeito à articulação entre os comitês de BH e os conselhos gestores das UC, para revisão e elaboração dos planos de manejo, e à criação de áreas protegidas. Entretanto, verifica-se que algumas das ações ainda são encaradas como pouco prioritárias, tendo um horizonte de execução de médio a longo prazo. Além disso, foi possível observar diferenças nos investimentos totais para implementação das medidas, associadas, principalmente, ao destaque socioeconômico de cada RH.

Chama-se atenção para a necessidade de ações de fiscalização e uma maior integração entre Poder Público, usuários e sociedade, sobretudo na tomada de decisão, para aperfeiçoamento da gestão dessas áreas. Por fim, é importante que se realize o monitoramento das ações adotadas, com o intuito de se acompanhar a evolução do processo e o cumprimento das metas estabelecidas.

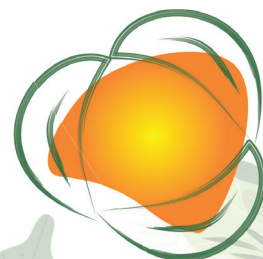
AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsas de iniciação científica e de produtividade em pesquisa, e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão de bolsas de mestrado e doutorado.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília: **Diário Oficial da União**. Brasília, 8 jan. 1997.

BRASIL. Lei 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, parágrafo 1º, incisos I, II, III e IV da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, 18 jul. 2000.



BRIGANTE, J.; ESPÍNDOLA, E. L. G. **Limnologia fluvial**: um estudo no rio Mogi-Guaçu. São Carlos: Rima, 2003.

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**, Três Lagoas, n. 12, p. 101- 124, 2010.

CECHINEL, A.; FONTANA, S. A. P.; DELLA, K. G. P.; PEREIRA, A. S.; PRADO, S. S. do. Estudo/análise documental: uma revisão teórica e metodológica. **Criar Educação**, Criciúma, v. 5, n. 1, p. 1-7, 2016.

COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DA BAÍA DA ILHA GRANDE - CBH BIG. **Relatório de programas, projetor e ações e estratégias de implementação**. 2020. Disponível em: <<http://www.cbhbig.org.br/plano-de-recursos-hidricos>>. Acesso em: 07 jun. 2021.

COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DA BAÍA DA ILHA GRANDE - CBH BIG. **Bacia BIG**. 2021. Disponível em: <<http://www.cbhbig.org.br/bacia-big>>. Acesso em: 07 jun. 2021.

COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM - CBH GUANDU. **Relatório de Diagnóstico da Região Hidrográfica II (Relatório Parcial 02 – RP02)**. 2017. Disponível em: <http://sigaceivap.org.br:8080/publicacoesArquivos/guandu/arq_pubMidia_Processo_063-2013_P2TOMOI.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2021.

COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM - CBH GUANDU. **Relatório Final do Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim**. 2018. Disponível em: <http://sigaceivap.org.br:8080/publicacoesArquivos/guandu/arq_pubMidia_Processo_063-2013_P2TOMOI.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2021.

COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA MACAÉ E DAS OSTRAS - CBH MACAÉ/OSTRAS. **Relatório do Diagnóstico das Demandas Hídricas da Região Hidrográfica Macaé e das Ostras**. 2013. Disponível em: <https://cbhmacaeco.br/plano_de_bacia/rd-05-relatorio-do-diagnostico-da-demanda-hidrica/>. Acesso em: 07 jun. 2021.

COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA MACAÉ E DAS OSTRAS - CBH MACAÉ/OSTRAS. **Relatório das Estratégias de Implementação do PHR-Macaé/Ostras**. 2014. Disponível em: <https://cbhmacaeco.br/plano_de_bacia/rd-02-relatorio-de-caracterizacao-socioeconomica-da-area-do-estudo/>. Acesso em: 07 jun. 2021.

COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA MACAÉ E DAS OSTRAS - CBH MACAÉ/OSTRAS. **Bacia Macaé e das Ostras**. 2015. Disponível em: <<https://cbhmacaeco.br/>>. Acesso em: 07 jun. 2021.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE - INEA. **Elaboração do plano estadual de recursos hídricos do estado do Rio de Janeiro**.



Fundação COPPETEC. Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente. Rio de Janeiro, 2014.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE - INEA. Planejamento e gestão dos recursos hídricos. **Boletim Águas & Territórios**, Rio de Janeiro, n. 9, p. 1-9, 2015. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2018/12/N%C2%BA-9-Planejamento-e-Gest%C3%A3o-de-Recursos-H%C3%ADricos.pdf>>. Acesso em: 09 jun. 2021.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. **Biodiversidade brasileira**. 2021a. Disponível em: <<https://antigo.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-brasileira.html>>. Acesso em: 24 mai. 2021.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. **Mosaicos e corredores ecológicos**. 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/mosaicos-e-corredores-ecologicos>>. Acesso em: 07 jun. 2021.

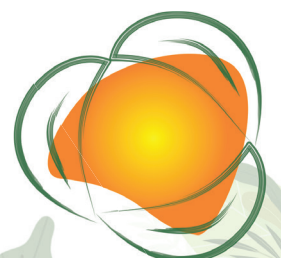
MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. Departamento de Áreas Protegidas. **Painel Unidades de Conservação Brasileiras**. 2021b. Disponível em: <<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiMjUxMTU0NWMtODkyNC00NzNiLWJiNTQ0tNGI3NTI2NjliZDkzliwidCI6IjM5NTdhMzY3LTZkMzgtNGMxZi1hNGJhLTMzZThmM2M1NTBINyJ9>>. Acesso em: 06 jun. 2021.


ORTEGA, D. J. P. **Avaliação dos efeitos das atividades antrópicas na bacia hidrográfica do córrego do ipê, município de Ilha Solteira - SP**. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais) - Universidade Estadual de São Paulo, Ilha Solteira, 2011.

RIO DE JANEIRO. Lei 3239, de 02 de agosto de 1999. Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos; cria o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos; regulamenta a Constituição Estadual, em seu artigo 261, parágrafo 1º, inciso VII; e dá outras providências. Rio de Janeiro. **Assembleia Legislativa**, 2 ago. 1999.

SOUZA, J. R. de; MORAES, M. E. B. de; SONODA, S. L.; SANTOS, H. C. R. G. A Importância da Qualidade da Água e os seus Múltiplos Usos: Caso Rio Almada, Sul da Bahia, Brasil. **Revista Eletrônica do Prodem**, Fortaleza, v. 8, n. 1, p. 26-45, 2014.

VIOLA, M. R.; MELLO, C. R.; ACERBI, F. W.; SILVA, A. M. da. Modelagem hidrológica na bacia hidrográfica do Rio Aiuruoca, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 5, p. 581-590, 2009.





INFLUÊNCIA DE LODO DE ESGOTO COMPOSTADO E ÁGUA RESIDUÁRIA NA CONCENTRAÇÃO DE FÓSFORO NO SOLO: APÓS 2^a, 3^a E 4^a APLICAÇÕES

ANA CAROLINA BARBOSA KUMMER¹

SUSIANE DE MOURA CARDOSO DOS SANTOS²

FERNANDO FERRARI PUTTI³

CACEA FURLAN MAGGI⁴

HELIO GRASSI FILHO⁵

GRUPO 01 – TECNOLOGIA AMBIENTAL, EIXO: REAPROVEITAMENTO, REUTILIZAÇÃO E TRATAMENTO DE RESÍDUOS (SÓLIDOS E LÍQUIDOS)

173

RESUMO

Os resíduos de estações de tratamento de esgotos (lodo e água residuária), quando utilizados em sistemas agrícolas de cultivo, podem reduzir gastos tanto com água potável quanto com fertilizantes químicos. Nesse sentido, objetivou-se avaliar a influência de diferentes doses de lodo de esgoto compostado (LEC) e irrigação com água residuária (AR) na concentração de fósforo no solo após sucessivas aplicações. Foram coletadas amostras de solo (0 - 20 cm) oriundas de um experimento instalado em vasos na FCA/UNESP, Botucatu-SP. Utilizou-se o delineamento em parcelas subdivididas, avaliando-

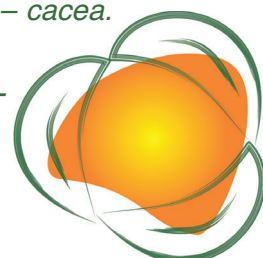
1 *Profa. Dra Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO – Departamento de Engenharia Ambiental, Irati-PR – ackummer@unicentro.br.*

2 *Profa. Dra. Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, Unidade Cassilândia-MS, susianemoura@yahoo.com.br.*

3 *Prof. Dr. Universidade Estadual Paulista, UNESP – Tupã-SP – fernando.putti@unesp.br.*

4 *Profa. Dra. Universidade Federal da Fronteira Sul, UFFS - Laranjeiras do Sul-PR – cacea.maggi@gmail.com.*

5 *Prof. Dr. Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, UNESP, Botucatu-SP - Departamento de Recursos Naturais - Ciência do Solo – heliograssi@fca.unesp.br.*



-se 2 parcelas, uma irrigada com AR e outra com água potável; e 7 tratamentos: T0 = sem adubação nitrogenada; T1 = 100% adubação nitrogenada mineral; T2 = 50% de adubação mineral + 50% de adubação nitrogenada proveniente do LEC; T3, T4, T5 e T6 corresponderam à 100, 150, 200 e 250% da adubação nitrogenada proveniente do LEC. A irrigação com água residuária de estação de tratamento de esgotos (AR) em substituição à água potável, promoveu incrementos significativos de P no solo. O uso de lodo de esgoto compostado (LEC) como fertilizante é promissor, uma vez que foram observados incrementos significativos de P no solo, na substituição da adubação química convencional pelo LEC. Tanto doses elevadas de LEC quanto a associação de lodo e água residuária podem elevar o teor de P no solo ao longo do tempo e como o P possui forte tendência à adsorção, nem sempre o excesso de P estará disponível no solo.

Palavras-chave: Resíduo; Composto orgânico; Efluente tratado; Fertilizante Orgânico; Macronutriente.

INTRODUÇÃO

O destino final de resíduos gerados nos sistemas de tratamento de esgotos (ETE) é um grande desafio para muitos países, inclusive para o Brasil. Com a ampliação dos serviços de saneamento prestados no país, há uma tendência no aumento desses resíduos, que, se dispostos de maneira incorreta, podem trazer prejuízos ambientais e sociais. Isso exige que as companhias de saneamento, invistam em tecnologia e pesquisas visando a disposição final e o aproveitamento desses resíduos de forma sustentável.

Uma alternativa promissora de disposição final da água residuária e do lodo de esgoto gerado nas Estações de Tratamento de Esgotos (ETE) é o aproveitamento em sistemas agrícolas de cultivo, como substituto parcial ou total dos adubos químicos convencionais, podendo trazer economia quanto ao uso de água potável na irrigação.

Segundo SOUSA NETO et al. (2012), o uso de água residuária em sistemas agrícolas têm apresentado efeito positivo quanto ao acúmulo de nutrientes no solo. Esse resíduo pode ainda contribuir para maior aporte de N, K, Ca, Mg e P (NICHELI, 2009), além de estimular a atividade microbiana no solo (SIMÕES et al, 2013).



Da mesma forma, lodo de esgoto tem demonstrado bons resultados na recuperação de solo degradados (BONINI), como fertilizante e condicionante do solo, por ser um material rico em matéria orgânica, macro e micronutrientes (BETTIOL; CAMARCGO, 2006).

Não há dúvidas que o lodo de esgoto pode promover uma melhoria nas características físicas do solo. Quanto aos aspectos químicos, sabe-se que o lodo de esgoto no solo pode elevar o pH (BERTON et al., 1989) e a fração húmica da matéria orgânica (FIA et al., 2005; LOBO, 2010), bem como elevar a condutividade elétrica e os teores de P e de carbono orgânico (NASCIMENTO et al., 2004).

Uma vez que, na agricultura, o lodo de esgoto pode reduzir gastos com fertilizantes, principalmente fosfatados e nitrogenados (CARVALHO et al., 2013), este estudo teve como objetivo avaliar a influência de diferentes doses de lodo de esgoto e irrigação com água residuária na concentração de fósforo no solo após sucessivas aplicações.

METODOLOGIA

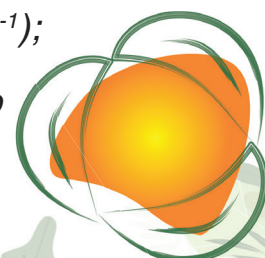
Para este estudo foram coletadas amostras de solo oriundas de um experimento instalado em vasos (43L cada), em estufa agrícola, na Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, FCA/UNESP, campus Botucatu- SP. O experimento inicial tinha por objetivo avaliar o efeito de doses crescentes de lodo de esgoto compostado (LEC) e irrigação com água residuária (AR) em culturas comerciais como a soja e o trigo. Para isso avaliaram-se os seguintes tratamentos:

T0 = sem adubação nitrogenada;

T1 = 100% de adubação nitrogenada mineral (equivalente à 80 kg.ha⁻¹, RAIJ et al. 1997);

T2 = 50% de adubação nitrogenada mineral + 50% de adubação nitrogenada proveniente do LEC (dose de 12 Mg.ha⁻¹);

T3 = 100% de adubação nitrogenada proveniente do LEC (dose de 24 Mg.ha⁻¹);



T4 = 150% de adubação nitrogenada proveniente do LEC (dose de 36 Mg.ha⁻¹);

T5 = 200% de adubação nitrogenada proveniente do LEC (dose de 48 Mg.ha⁻¹); e

T6 = 250% de adubação nitrogenada proveniente do LEC (dose de 60 Mg.ha⁻¹);

Utilizou-se o delineamento em parcelas subdivididas, avaliando-se 7 tratamentos (do T0 ao T6) em 2 parcelas: uma irrigada com água residuária (AR) e outra irrigada com água potável (AP), perfazendo um total de 14 tratamentos com 10 repetições cada.

O lodo utilizado neste experimento foi coletado da Estação de Tratamento de Esgotos da cidade de Jundiaí-SP, o qual é misturado com restos de podas urbana, bagaço de cana-de-açúcar e casca de eucalipto, passa por um processo de compostagem termofílica, resultando no lodo de esgoto compostado (LEC). Na Tabela 1 são apresentadas as principais características químicas iniciais do lodo de esgoto.

A água residuária foi coletada na saída da Estação de Tratamento de Esgotos do município de Botucatu-SP, semanalmente, e levada por caminhão pipa até a área experimental da Faculdade de Ciências Agrônômicas, depositada em reservatório, para uso na irrigação. Na Tabela 02 são apresentados os resultados do monitoramento químico da água residuária, em termos de P e de pH, realizado semanalmente no período do estudo.

Tabela 01:
Principais características químicas iniciais do lodo de esgoto compostado

N	P₂O₅	K₂O	M.O.*	PH
%	-			
1,10	1,28	0,13	20,16	6,2

*Matéria orgânica.

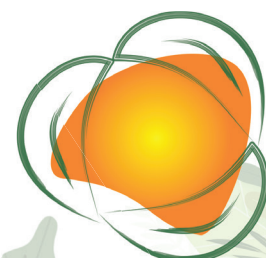


Tabela 02:

Valores médios de fósforo (P) e de pH na água residuária (AR) utilizada na irrigação

	FÓSFORO (P) mg.L⁻¹	pH
Média	5,9	7,7
Máximo	13,0	8,6
Mínimo	2,0	7,2

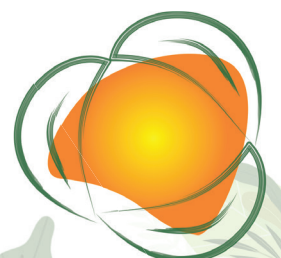
A irrigação das parcelas, tanto com água residuária (AR) quanto com água potável (AP), foi realizada repondo a evapotranspiração das culturas, por meio de sistemas independentes de irrigação por gotejamento (com 1 gotejador por vaso) (Figura 1).

Figura 01:

Sistema de irrigação por gotejamento no cultivo da soja.



As coletas de solo para análise das concentrações de fósforo foram efetuadas entre um ciclo de cultivo e outro, em três épocas distintas, conforme descrito no Quadro 01.



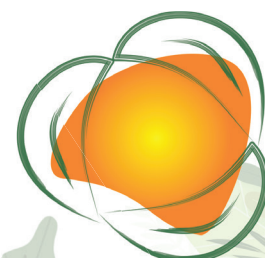
Quadro 01:**Período de coleta das amostras de solo em relação ao manejo do solo e ciclos de cultivo**

MANEJO DO SOLO	COLETA DE SOLO	DESCRIÇÃO
1ª aplicação de LEC	-	-
Cultivo de Trigo (1º ano)	-	-
2ª aplicação de LEC	-	-
Cultivo de Soja (1º ano)	1ª Coleta (1ª época de avaliação)	Após a 2ª aplicação de LEC, no término do cultivo da soja (1º ano) e antecedendo a implantação da cultura do trigo (2º ano).
3ª aplicação de LEC	-	-
Cultivo de Trigo (2º ano)	2ª Coleta (2ª época de avaliação)	Após a 3ª aplicação de LEC, no término do cultivo do trigo (2º ano) e antecedendo a implantação da cultura da soja (2º ano).
4ª aplicação de LEC	-	-
Cultivo de Soja (2º ano)	3ª Coleta (3ª época de avaliação)	Após a 4ª aplicação de LEC, no término do cultivo da soja (2º ano)

De forma aleatória, foram selecionados 8 vasos por tratamento, de onde coletaram-se amostras de solo na profundidade de 0-20 cm com um trado tipo rosca de $\frac{3}{4}$ ". As amostras foram homogeneizadas duas a duas, totalizando 4 amostras (repetições) por tratamento para análise de fósforo (P) no solo, segundo metodologia descrita por Raij et al. (2001).

Para analisar a diferença de concentração de P entre os tratamentos testados, aplicou-se a análise de variância (5% de probabilidade) assim como o teste de comparação de médias (Tukey à 5%) entre aqueles que apresentaram diferença significativa.

Complementando a análise dos resultados, para os tratamentos em que foi utilizado somente lodo de esgoto (ausência de adubação química), ou seja, os tratamentos T3, T4, T5 e T6 incluindo o T0 (dose zero de LEC), aplicou-se a regressão linear.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 03 são apresentados os valores médios da concentração de fósforo (P) nosolo das parcelas e tratamentos estudados, em mg.dm⁻³.

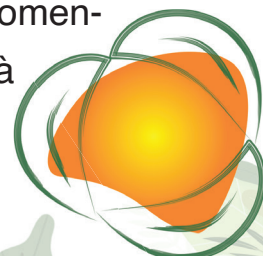
Tabela 03:
Valores médios da concentração de fósforo (mg.dm⁻³) no solo

Tipo de Água ^(*)	Tratamentos ^(**)						
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
P (mg.dm⁻³) - 1ª coleta (1ª época de avaliação)							
AP	5,93 Ae	5,61 Be	13,91 Ad	32,03 Ab	35,99 Ba	28,98 Bc	31,43 Bbc
AR	5,43 Af	7,98 Af	13,09 Ae	18,93 Bd	45,94 Aa	33,12 Ac	37,04 Ab
CV1(%) = 5,50; CV2(%) = 6,20; DMS1 = 1,93; DMS2 = 3,01 ^(***)							
P (mg.dm⁻³) - 2ª coleta (2ª época de avaliação)							
AP	8,05 Bg	30,10 Bf	65,02 Be	80,11 Bd	174,10 Ac	259,90 Aa	192,98 Ab
AR	12,98 Ae	34,14 Ad	95,88 Ac	93,92 Ac	130,91 Ba	129,00 Ba	108,08 Bb
CV1(%) = 2,23; CV2(%) = 0,20; DMS1 = 2,77; DMS2 = 2,45							
P (mg.dm⁻³) - 3ª coleta (3ª época de avaliação)							
AP	16,04 Bf	18,03 Bf	54,88 Be	80,06 Bd	170,90 Bb	167,97 Ac	178,95 Aa
AR	51,00 Af	49,93 Af	76,10 Ae	107,03 Ad	186,04 Aa	167,97 Ac	172,10 Bb
CV1(%) = 2,02; CV2(%) = 0,12; DMS1 = 2,65; DMS2 = 2,44							

(*)AP: água potável; AR: água residuária; (**)T0: sem adubação nitrogenada; T1: 100% de adubação nitrogenada mineral; T2: 50% de adubação nitrogenada mineral + 50% de adubação nitrogenada proveniente do lodo de esgoto compostado (LEC); T3, T4, T5 e T6 refere-se à 100, 150, 200 e 250% da adubação nitrogenada proveniente do LEC, respectivamente. (***)CV1: coeficiente de variação da parcela; CV2: coeficiente de variação da subparcela; DMS1: diferença mínima significativa da parcela dentro da subparcela; DMS2: diferença mínima significativa da subparcela dentro da parcela. Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A irrigação com água residuária (AR) e as doses crescentes de lodo de esgotocompostado (LEC) proporcionaram variações significativas de P no solo (Tabela 03).

Observa-se que a utilização da água residuária em substituição à água potável na irrigação, promoveu incrementos significativos de P no solo ao longo das épocas de avaliação. Na primeira época isso é visualizado somente no T1, em que a AR promoveu incremento de 40% em relação à irrigação com AP. Para a segunda época de avaliação esse efeito foi



observado do T0 ao T3, com incrementos de 61%, 13%, 47% e 16% respectivamente. Na terceira época, os incrementos foram de 218%, 177%, 39% e 9% para os tratamentos T0, T1, T2, T3 e T4 respectivamente.

Essa característica observada neste estudo é de fundamental importância para o produtor rural, visto que, a irrigação com AR elevou o teor de P no solo, o que poderia contribuir com redução de gastos com adubação química convencional. Já Duarte et al. (2008), ao avaliarem os efeitos do uso de efluente tratado no solo, não encontraram alterações significativas nas concentrações de P.

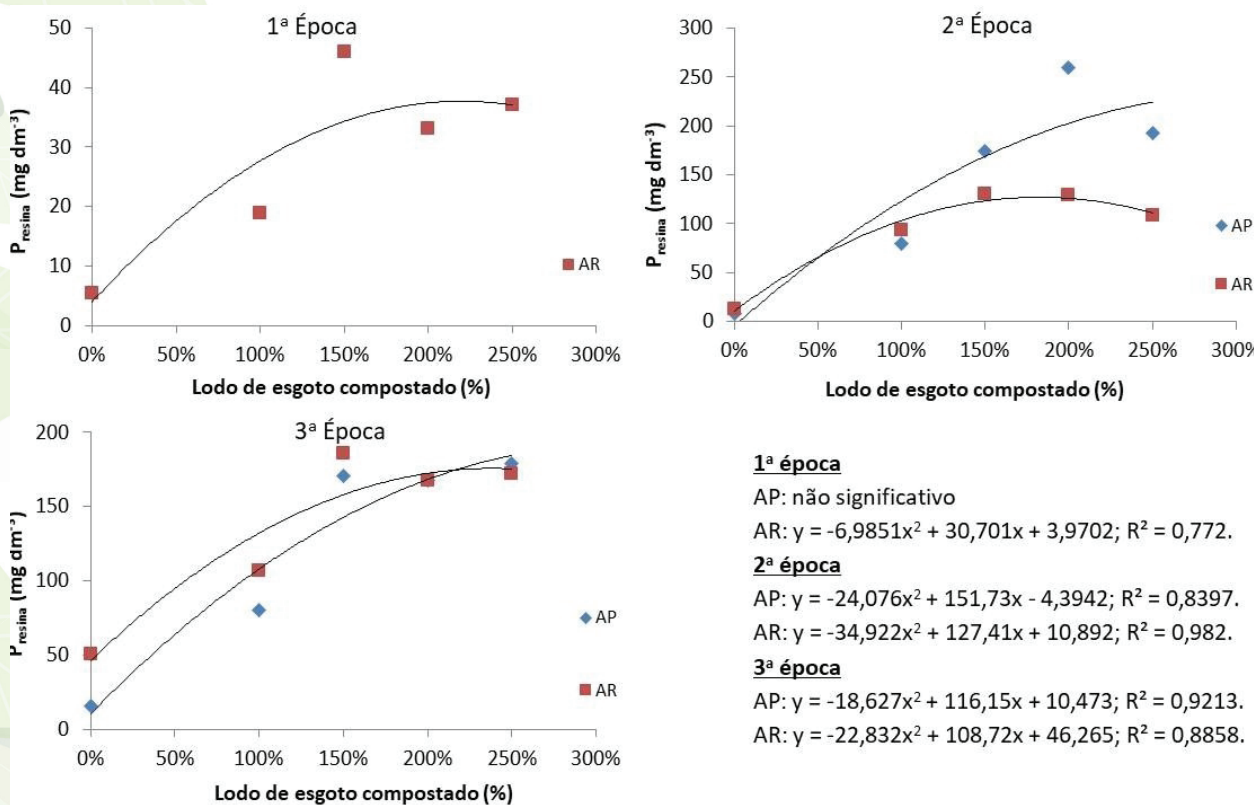
Analisando somente os tratamentos T1, T2 e T3, que receberam a mesma quantidade de adubação nitrogenada por fontes diferentes, observa-se que a substituição da adubação química convencional pelo LEC proporcionou incrementos significativos de P no solo, independente da água utilizada na irrigação. No entanto, os incrementos no T3 em relação ao T1 foram maiores na primeira e terceira épocas de avaliação com uso de AP, indicando que o LEC é promissor na substituição da adubação química convencional por incrementar significativamente os teores de P no solo.

Da mesma forma, Carvalho et al. (2013) observaram que a aplicação de lodo de esgoto no solo promoveu incrementos de P até a profundidade de 40 cm quando comparado à adubação mineral. Já Galdos et al. (2004) avaliando atributos químicos de um solo tratado com lodo de esgoto para cultivo do milho, concluíram que os teores de P disponíveis no solo onde foi incorporado lodo foram semelhantes aos do tratamento com adubo químico e sem lodo. Segundo Delarica (2016) quanto maior a dose de lodo de esgoto, maior é o teor de P disponível no solo. Isso foi observado neste experimento, em que as médias dos teores de P no solo, nas três épocas avaliadas, ajustaram-se à equação quadrática (Figura 02), de forma crescente até 250% de lodo de esgoto compostado, o que pode ser explicado em razão do lodo de esgoto diminuir a adsorção do P no solo, devido a matéria orgânica presente nesse resíduo fornecer íons orgânicos que competem com o fosfato pelos sítios de adsorção, bem como a formação de complexos e quelatos, aumentando assim sua disponibilidade. Comportamento semelhante foi observado por Lobo (2010) que relatou ter encontrado valores elevados e P

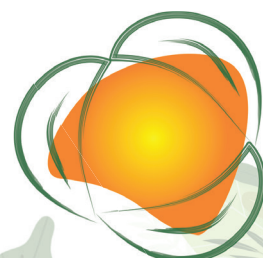


no solo com uso de doses crescentes de lodo no cultivo de aveia e trigo, assim como Prates et al. (2011), ao identificarem que os teores de fósforo no solo (nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm) aumentaram com o incremento das doses de lodo de esgoto (0; 4,8; 9,6; 14,4; e 19,2 t.ha⁻¹).

Figura 02:
Fósforo (P) no solo em função do lodo de esgoto compostado (%).



Bonini et al. (2015) observaram aumento nos teores de P no solo devido à incorporação de lodo de esgoto nas doses de 30 à 60 Mg.ha⁻¹ no solo, doses muito semelhantes às trabalhadas neste estudo (12, 24, 36, 48 e 60 Mg.ha⁻¹). No entanto, nota-se que doses elevadas (máximas) de lodo de esgoto no solo (Tabela 03 e figura 02) não corresponderam necessariamente aos teores máximos de P no solo, devido ao fato do P possuir forte tendência de adsorção, assim nem sempre a parcela com maior dose de P será a com maior valor de P disponível no solo.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

A irrigação com água residuária de estação de tratamento de esgotos (AR) em substituição à água potável, promoveu incrementos significativos de P no solo, o que poderia contribuir com a redução de gastos com adubação química convencional.

O uso de lodo de esgoto compostado (LEC) como fertilizante é promissor, uma vez que foram observados incrementos significativos de P no solo, na substituição da adubação química convencional pelo LEC.

Tanto doses elevadas de LEC quanto a associação de lodo e água residuária podem elevar o teor de P no solo ao longo do tempo; e como o P possui forte tendência à adsorção, nem sempre o excesso de P estará disponível no solo.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao Programa de Pós-Graduação em Irrigação e Drenagem da UNESP e ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

182

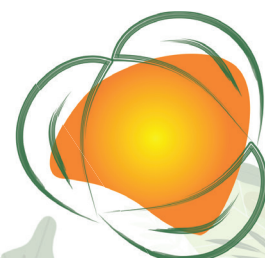
REFERÊNCIAS

BONINI, C. S. B.; ALVES, M. C.; MONTANARI, R. Lodo de esgoto e adubação mineral na recuperação de atributos químicos de solo degradado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 19, n. 4, p. 388-393, 2015.

CARVALHO, C. S.; RIBEIRINHO, V. S.; ANDRADE, C. A.; DE MARIA, I. C. Disponibilidade de fósforo em solos tratados sucessivamente com lodos de esgoto. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2013, Florianópolis. **Anais [...]** Florianópolis: XXXIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2013. p. 01-04.

DELARICA, D. L. D. **Carbono, nitrogênio e fósforo em latossolo após aplicação de lodo de esgoto por dezoito anos consecutivos**. 2016. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Ciência do solo) - Faculdade de Ciências Agrárias E Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2016.

DUARTE, A. S. et al. Efeitos da aplicação de efluente tratado no solo: pH, matéria orgânica, fósforo e potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina grande, v. 12, n. 3, p. 302-310, 2008.



GALDOS, M. V.; DE MARIA, I. C.; CAMARGO, O. A. Atributos químicos e produção de milho em um Latossolo Vermelho eutroférico tratado com lodo de esgoto.

Revista Brasileira de Ciência do Solo, 28:569-577, 2004.

HUE, N.V. Sewage sludge. In: RECH, G.L., ed. **Soil amendments and environmental quality**. Boca Ration, CRC Press, 1995. p. 149-168.


LOBO, T. F. **Manejo de lodo de esgoto em rotações de culturas no sistema de plantio direto**. 2010. Tese (Doutorado) – Agricultura, Universidade estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2010.

PRATES, F. B. S.; SAMPAIO, R. A.; SILVA, W. J.; FERNANDES, L. A.; JUNIO, G. R. Z.; SATURNINO, H. M. Crescimento e teores de macronutrientes em pinhão manso adubado com lodo de esgoto e silicato de cálcio e magnésio. **Revista Caatinga**. Mossoró, v. 24, n. 2, abr-jun, p. 101-112, 2011.

RAIJ, B. Van et al. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas Instituto Agrônômico, 2001. 285p.

RAIJ, B. Van et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônômico/ Fundação IAC. 1997. 285p





TRATAMENTO DE EFLUENTES CONTAMINADOS COM AZUL DE METILENO UTILIZANDO BIOSSORVENTES PRODUZIDOS COM LEUCENA, MORINGA E BANANA CATURRA

ADRIANA DE ALMEIDA P. BRACARENSE¹

DANIELY ELYSIANE NUNES VELOSO²

SARAH GUIMARÃES COSTA³

SURYA DE MOURA RHOSARD⁴

REAPROVEITAMENTO, REUTILIZAÇÃO E TRATAMENTO DE RESÍDUOS (SÓLIDOS E LÍQUIDOS)

184

RESUMO

Atualmente, é frequente a poluição de corpos hídricos devido ao descarte incorreto de corantes sintéticos, consequência essa do alto custo dos tratamentos. Um dos corantes mais utilizados no tingimento de algodão, lã e seda é o azul de metileno, o qual, além de prejudicar a biota aquática, apresenta diversos efeitos nocivos à saúde humana. Sendo assim, propõe-se no presente trabalho a produção de biossorventes sustentáveis e economicamente viáveis, que sejam eficientes na adsorção do azul de metileno, de modo a incentivar o tratamento dos efluentes contaminados. Para tal, foram produzidas

1 Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – Campus I; Departamento de Química; adrianabracarense@cefetmg.br Prof. Dra. Adriana de Almeida Pinto Bracarense; Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – Campus I, Departamento de Química, adrianabracarense@cefetmg.br.

2 Técnica em Meio Ambiente; Centro Federal de Educação Tecnológica den Minas Gerais, danielynunesveloso@gmail.com

3 Técnica em Meio Ambiente; Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, sarahguimaraesc@hotmail.com

4 Técnica em Meio Ambiente; Centro Federalde Educação Tecnológica de Minas Gerais, surya6b@gmail.com



Biomassas a partir das folhas e fruta, conhecidas popularmente como Leuce-na, Moringa e Banana Caturra. Em seguida, foram realizados testes de biossorção, nos quais foi medida a absorvência do resíduo de azul de metileno anteriormente e após o tratamento. O melhor resultado foi selecionado para repetição dos testes de biossorção, levando-se em consideração a biomassa de maior disponibilidade e com maior porcentagem de adsorção no primeiro teste. Verificou-se que os três biossorbentes tem alto potencial de adsorção, contudo, em questão da disponibilidade e dos melhores valores obtidos, a Banana Caturra se mostrou a melhor opção, sendo assim, ela foi reavaliada e apresentou 96,7% de remoção do resíduo. Desse modo, conclui-se que a pesquisa produziu com sucesso um biossorbente de alta eficiência e baixo custo, que poderá incentivar o tratamento de efluentes contaminados com o azul de metileno.

Palavras-chave: Adsorção; Biomassas; Corantes.

INTRODUÇÃO

Atualmente muitas indústrias têxteis ainda descartam efluentes sem tratamento adequado em corpos hídricos, devido ao alto custo e dificuldade do tratamento (LESSA, 2018). Alguns desses resíduos podem apresentar alta toxicidade e potencial cancerígeno, podendo prejudicar o ecossistema nas proximidades do efluente poluído e causar doenças para as populações que fazem uso deles (LARA *et al.*, 2016). Além de causar a contaminação dos lençóis freáticos (QUEIROZ *et al.*, 2019).

O azul de metileno é um corante comumente aplicado no tingimento de algodão, lã e seda, sendo o mais utilizado da categoria de corantes tiazínicos (SENTHILKUMAAR *et al.*, 2005). Quando descartado sem tratamento adequado, pode acarretar danos ao meio ambiente, tais como poluição visual e alterações nos ciclos biológicos, principalmente se tratando do processo de fotossíntese (SILVA *et al.*, 2016). No que diz respeito à saúde humana e de outros animais, a exposição aguda ao azul de metileno pode causar lesões nos olhos, irritações no trato gastrointestinal, metemoglobinemia, cianose, convulsões, taquicardia e dispneia (SENTHILKUMAAR *et al.*, 2005).

Grande parte dos corantes utilizados nas indústrias apresentam alta estabilidade química e fotolítica, o que lhes garante maior



durabilidade (FONSECA, 2016). Devido à alta estabilidade, à complexidade das estruturas químicas e aos métodos de tingimento, não existe uma única técnica de tratamento de efluentes que se aplique para todos os tipos de corantes (ZANONI; YAMANAKA, 2016). Sendo assim, é necessário o teste de diversos métodos de remoção para cada corante, a fim de avaliar a eficácia e eficiência de cada um.

Um dos vários procedimentos que vêm sendo testados recentemente para a remoção de corantes sintéticos de efluentes é a adsorção. Tal procedimento consiste em uma operação de transferência de massas entre uma fase fluida (líquida ou gasosa) e uma matriz sólida (adsorvente), a qual concentra determinados componentes (adsorvato) da fase fluida em sua superfície, através de mecanismos de fisissorção e/ou quimissorção (NASCIMENTO et al., 2014).

A adsorção dos componentes pela matriz sólida pode ser influenciada por diversos fatores, tais como a área superficial, as propriedades físico-químicas e o ponto de carga zero (PCZ) do adsorvente, a temperatura e o pH do sistema, e as propriedades físico - químicas do adsorvato (NASCIMENTO et al., 2014).

Atualmente, a maioria dos efluentes industriais, que recebem tratamento devido à contaminação por resíduos de corantes, são tratados utilizando-se carvão ativado, por conta da sua alta eficiência no processo de adsorção (FREITAS; CÂMARA; MARTINS, 2015). Contudo, tal material possui um alto custo de aquisição, o que torna seu uso limitado, causando, conseqüentemente, desinteresse de muitas empresas e instituições no investimento em tratamentos mais eficazes (FREITAS; CÂMARA; MARTINS, 2015). Sendo assim, é de grande importância a busca por adsorventes sustentáveis de baixo custo e com alto potencial de adsorção, que sirvam como alternativa para o tratamento dos efluentes. Segundo Lunardi (2014), materiais adsorventes cuja matéria-prima é encontrada em maior abundância podem gerar melhor custo-benefício.



Deste modo, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência de diferentes biomassas produzidas com folhas e cascas de frutas no tratamento de efluentes contaminados com azul de metileno, a fim de produzir um adsorvente que seja sustentável e economicamente viável, de modo que esse estimule o tratamento dos efluentes contaminados com azul de metileno, reduzindo, assim, parte do impacto das indústrias têxteis nos ecossistemas e na saúde humana. Ademais, busca-se compreender melhor o mecanismo de remoção dessas biomassas por meio da identificação do ponto de carga zero, com o intuito de instigar novos estudos sobre o.

METODOLOGIA

Preparo das Biomassas

Inicialmente adquiriu-se a matéria-prima para a produção dos bioadsorventes. Foram coletadas as folhas *Leucaena leucocephala* e *Moringa oleífera* em uma área privada na região do cerrado mineiro e a fruta híbrida entre as espécies *Musa acuminata* e *Musa balbisiana* do subgrupo Cavendish no restaurante estudantil do campus I do CEFET-MG, conhecidas popularmente como Leucena, Moringa e Banana Caturra (também chamada de Banana Nanica) respectivamente (DRUMMOND; RIBASKI, 2010; PIF, 2006; RANGEL, 1999).

Após a aquisição das folhas e frutas, foi feita a produção dos bioadsorventes, por meio de etapas de descascamento, lavagem, secagem, trituração e peneiração.

Para a lavagem, foi utilizada água destilada, sendo que as cascas e folhas foram lavadas manualmente em uma bacia e deixadas de molho durante o período de 4 horas, havendo a troca da água a cada 1 hora, como demonstrado na Figura 1.

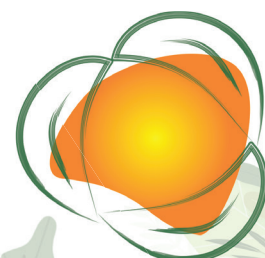


Figura 1:
Cascas de Banana Caturra de Molho em Água Destilada.



Fonte: Produzido pelas autoras.

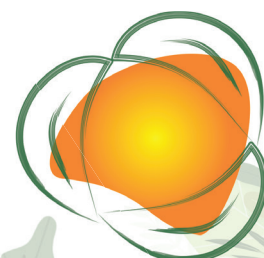
Em seguida, as cascas e folhas foram distribuídas em bandejas de metal e levadas à estufa para secagem à temperatura de 60 °C durante o período de 24 horas.

Depois de secas (Figura 2), foram trituradas em liquidificador industrial e peneiradas em peneiras granulométricas de 14, 28, 48 e 65 mesh, durante 10 minutos. Das granulometrias obtidas, foram separadas as correspondentes a 14-28 mesh e 48-65 mesh para a realização dos testes de bioissorção, enquanto as demais foram armazenadas para usos futuros.

Figura 2:
Cascas de Banana Secas.



Fonte: Produzido pelas autoras.



Testes de Absorbância

Os testes de bioissorção foram avaliados por meio do método de espectrofotometria, no espectrofotômetro UV-vis, comparando a absorbância do resíduo de azul de metileno antes e depois do tratamento com as biomassas.

A técnica de espectrofotometria permite a identificação da quantidade de determinados compostos presentes em uma amostra, por meio da medição da absorção da radiação eletromagnética pela mistura a ser analisada. Quando essa medição é realizada utilizando o espectro visível, a cor que a amostra absorve é complementar à cor que ela emite, de tal modo que a união das duas dá origem à cor branca (MOREIRA; SANTOS; COSTA JUNIOR, 2016). Sendo assim, conforme a cor emitida pelo azul de metileno, foi utilizado nos testes de bioissorção o comprimento de onda de 665.

Sendo assim, o resíduo de azul de metileno (pH 4,0) foi agitado e analisado no espectrofotômetro. Em seguida, foram preparadas em duplicata misturas de 50 mL de resíduo de azul de metileno e 200 mg de biomassa produzida com cada folha ou fruta (Leucena, Moringa e Banana) em cada granulometria separada (14-28 mesh e 48-65 mesh), ou seja, foram preparadas um total de 12 misturas.

Após a preparação das misturas elas foram levadas ao agitador durante 120 minutos, sendo retirada uma pequena amostra após 30 minutos e outra após 120 minutos decorridos, para medição da absorbância.

Ao final dos testes, foi selecionada a biomassa que apresentou os menores valores de absorbância dentre os resultados obtidos, para a realização de novos testes de bioissorção, dessa vez em triplicata e com coleta de amostras apenas após o prazo de 2 horas.

Realização dos Testes de Ponto de Carga Zero

Por fim, definiu-se o ponto de carga zero (PCZ) de cada biomassa, a fim de entender o funcionamento do mecanismo de remoção de cada adsorvente.

O pH do sistema e o PCZ do adsorvente são fatores extremamente relevantes no processo de adsorção, visto que podem afetar



a ionização de grupos funcionais de superfícies e sua interação com o adsorvato presente na solução (SILVA, 2012). Sendo assim, a identificação do PCZ das biomassas pode indicar em que pH são mais eficientes e a natureza do processo, podendo ser fisissorção e/ou quimissorção.

A realização dos testes se deu individualmente para cada biomassa, sendo assim, para cada uma foi necessário inicialmente, adicionar em 36 erlenmeyers 200 mg de biossorvente (de qualquer granulometria), e em seguida, acrescentar 20 mL de cloreto de sódio (NaCl) em cada um.

Após uma pequena agitação das misturas, as mesmas foram transferidas para béqueres, onde foi adicionado ácido clorídrico (HCl), para a produção de soluções de caráter ácido, e hidróxido de sódio (NaOH), para a produção de soluções de caráter básico. Para cada valor de pH de 1 a 12, foram preparadas 3 soluções, totalizando as 36 da primeira biomassa.

Durante o preparo das misturas, o pH de cada uma foi medido utilizando um pHmetro, após a medição, as soluções foram retornadas para os respectivos erlenmeyers, onde foi anotado em cada um o valor exato do pH da solução.

Em seguida, os erlenmeyers foram colocados em um agitador durante o período de 24 horas. Após decorrido esse período, mediu-se novamente o pH das soluções, sendo os valores anotados para a formulação do gráfico de PCZ.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o tratamento do resíduo por meio de adsorção com as biomassas, as misturas foram analisadas no espectrofotômetro e apresentaram as seguintes porcentagens de remoção de azul de metileno (Tabela 1, Tabela 2, Tabela 3):

Tabela 1:
Absorbância da Leucena

Amostra	30 min	120 min
14-28 mesh nº 1	83,3 ± 0,8	82,8 ± 3,5
14-28 mesh nº 2	82,2 ± 0,8	77,8 ± 3,5

Continua...



Amostra	30 min	120 min
48-65 mesh nº 1	86,7 ± 2,8	86,2 ± 1,2
48-65 mesh nº 2	82,7 ± 2,8	86,2 ± 1,2

Fonte: Autoria própria (2021).

Tabela 2:
Absorbância da Moringa

Amostra	30 min	120 min
14-28 mesh nº 1	83,3 ± 0,8	87,0 ± 0,3
14-28 mesh nº 2	87,2 ± 0,6	86,5 ± 0,3
48-65 mesh nº 1	86,7 ± 2,8	84,3 ± 1,5
48-65 mesh nº 2	87,4 ± 1,0	86,5 ± 1,5

Fonte: Produzido pelas autoras.

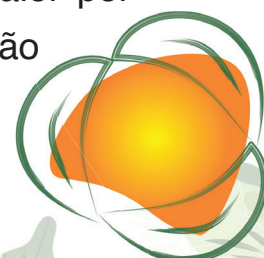
Tabela 3:
Absorbância da Banana Caturra

Amostra	30 min	120 min
14-28 mesh nº 1	91,2 ± 0,1	85,6 ± 0,5
14-28 mesh nº 2	91,4 ± 0,1	84,8 ± 0,5
48-65 mesh nº 1	83,3 ± 1,8	85,7 ± 3,3
48-65 mesh nº 2	80,8 ± 1,8	81,0 ± 3,3

Fonte: Produzido pelas autoras.

Observou-se que todas as três biomassas foram eficientes em reduzir a absorbância do resíduo, sendo que a biomassa de *Leucena* apresentou valores de redução da absorbância de 86,7% a 77,8%; a *Moringa* apresentou valores de redução de 87,4% a 84,3%, e a *Banana Caturra* apresentou valores de redução de 91,4% a 80,8%. Apesar de todas as biomassas apresentarem grande potencial de adsorção, foi necessária a seleção de uma delas para a realização de novos testes de adsorção.

A biomassa selecionada de acordo com os resultados obtidos foi a biomassa produzida com a *Banana Caturra*, pois, ela apresentou maior porcentagem de remoção (91,4%). Além disso, levou-se em consideração a disponibilidade da matéria-prima, sendo a banana o material de mais fácil aquisição.



Desse modo, repetiu-se os testes de bioadsorção com a biomassa de Banana Caturra, para uma melhor avaliação do potencial de adsorção da mesma. Obtendo-se os seguintes resultados (Tabela 4):

Tabela 4:
Reavaliação da Banana Caturra

Amostra	120 min
14-28 mesh nº 1	93,6 ± 0,4
14-28 mesh nº 2	94,3 ± 0,4
14-28 mesh nº 3	93,6 ± 0,4
48-65 mesh nº 1	96,7 ± 0,6
48-65 mesh nº 2	95,6 ± 0,6
48-65 mesh nº 3	96,3 ± 0,6

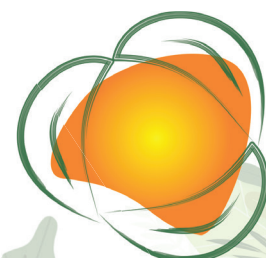
Fonte: Produzido pelas autoras.

A partir dos resultados obtidos, observou-se que a biomassa produzida com Banana Caturra possui grande eficiência na remoção do azul de metileno contido na solução, adsorvendo entre 93,6% e 94,3% do corante azul quando tratado com a biomassa de 14-28 mesh, e entre 95,6% e 96,7% quando tratado com a biomassa de 48-65 mesh. Na Figura 3, pode ser observada a diferença de tonalidade entre o resíduo tratado (esquerda) e o resíduo não tratado (direita).

Figura 3:
Tonalidades Antes e Depois do Tratamento.



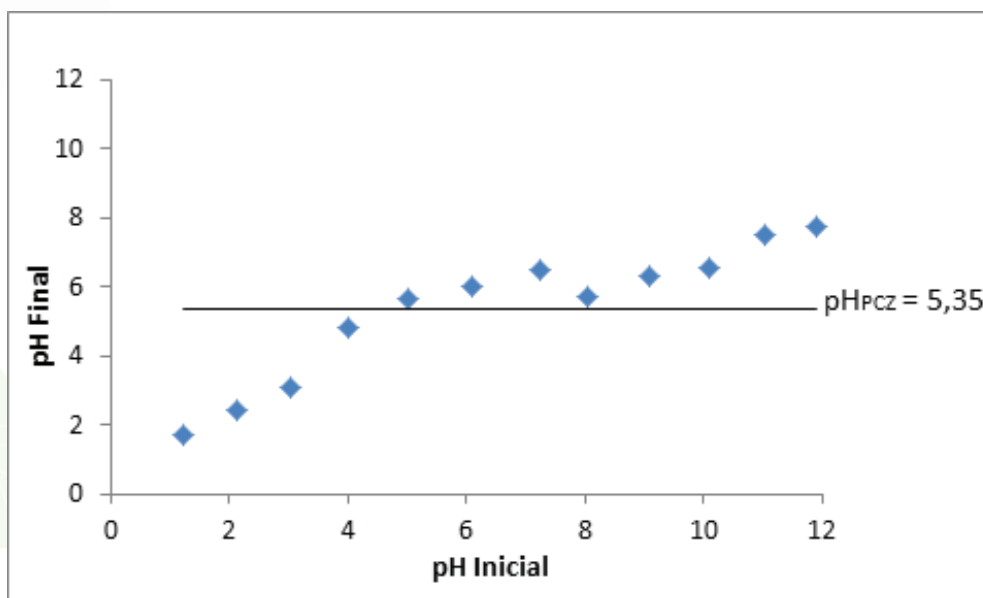
Fonte: Produzido pelas autoras.



Resultados dos Testes de Ponto de Carga Zero

O ponto de carga zero pode ser definido como o pH em que a carga da superfície do adsorvente é neutra, uma vez que, em soluções com o pH acima do PCZ, a superfície do sólido apresenta carga positiva, facilitando, assim, sua interação com adsorvatos de carga negativa. Em soluções com o pH abaixo do PCZ, o sólido apresenta carga negativa em sua superfície, favorecendo a interação com adsorvatos de carga positiva (SILVA, 2012). Desse modo, é importante definir o PCZ das biomassas, a fim de constatar em que pH elas seriam mais eficientes e auxiliar na elucidação do mecanismo de adsorção (fisissorção ou quimissorção). A seguir, estão os gráficos de PCZ das biomassas (Figura 4, Figura 5, Figura 6).

Figura 4:
Ponto de Carga Zero da Biomassa de Leucena.



Fonte: Produzido pelas autoras.

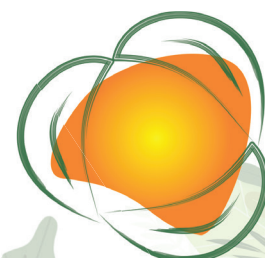
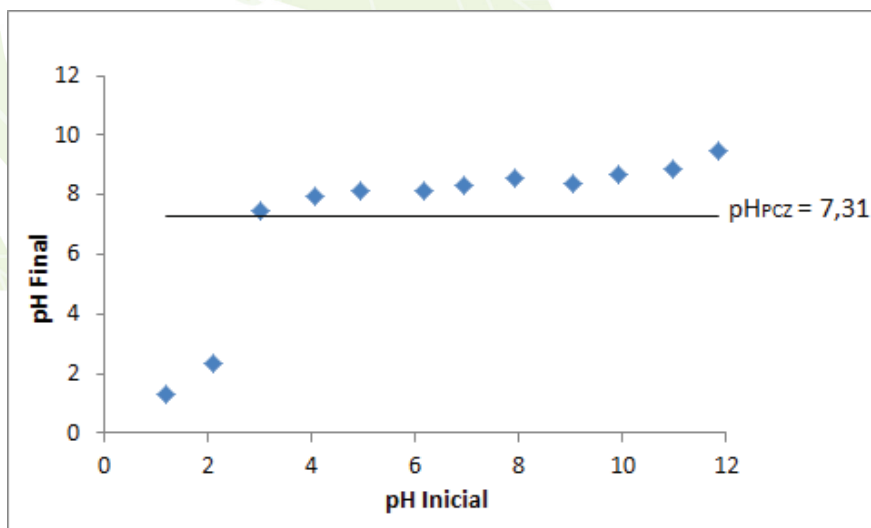
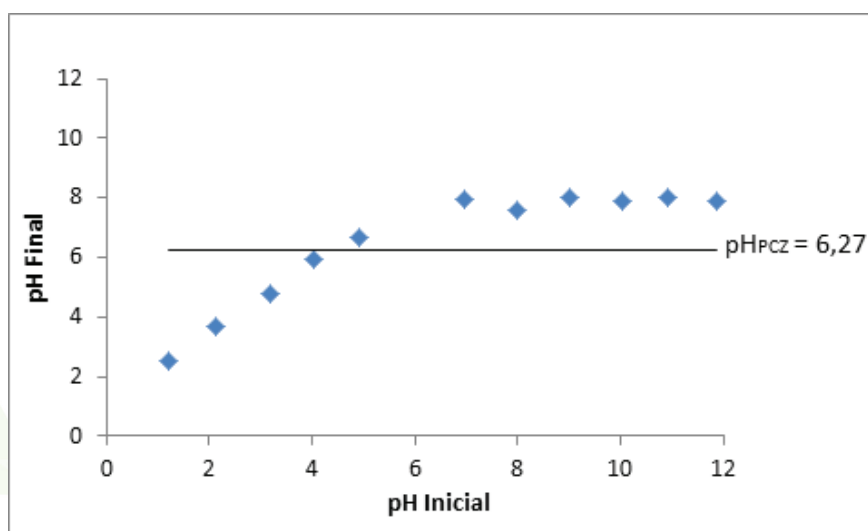


Figura 5:
Ponto de Carga Zero da Biomassa de Moringa.



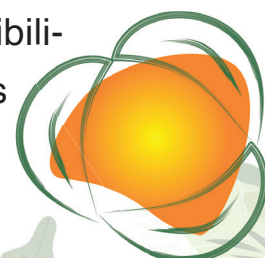
Fonte: Produzido pelas autoras.

Figura 6:
Ponto de Carga Zero da Biomassa de Banana Caturra.



Fonte: Produzido pelas autoras.

Os pontos de carga zero encontrados para Leucena (5,35), Moringa (7,31) e Banana (6,27) apresentaram valores superiores ao pH da solução de tratamento (resíduo). Sabendo-se que o azul de metileno trata-se de um corante catiônico, e que todas as biomassas testadas também estavam com a superfície carregada positivamente, o mecanismo de fisissorção, no qual é regido por atração eletrostática não se apresenta como uma possibilidade. Desta forma a remoção do azul de metileno promovida pelas três biomassas possivelmente ocorreu por quimissorção.



CONCLUSÃO

Os biossorventes preparados com a Leucena, a Moringa e a Banana Caturra, consideradas matérias-primas de fácil acessibilidade, apresentam baixo custo e potencial na remoção do azul de metileno, o que possibilita a aplicação de um tratamento barato e eficiente, que não admite o descarte de efluentes altamente poluidores nos corpos hídricos.

Os procedimentos de identificação do PCZ das biomassas preparadas indicaram que a remoção do azul de metileno ocorreu por quimissorção.

AGRADECIMENTOS

Ao GPADB e ao CEFET-MG que nos deu todo o apoio necessário para o sucesso da pesquisa. A

REFERÊNCIAS

DRUMMOND, Marcos Antônio; RIBASKI, Jorge. **Leucena (Leucaena Leucocephala)**: Leguminosa De Uso Múltiplo Para O Semiárido Brasileiro. Colombo: Embrapa Florestas, 2010.

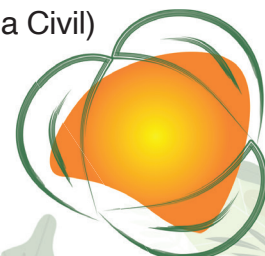
FONSECA, Patrícia Vieira. **Estudo Da Remoção De Corantes De Efluente Através Do Processo De Bioadsorção Em Resíduos De Soja E Banana**. 2016. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.

FREITAS, Fernanda Beatriz Aires De; CÂMARA, Myrelle Yasmine De Freitas; MARTINS, Daniel Freitas Freire. Determinação Do PCZ De Adsorventes Naturais Utilizados Na Remoção De Contaminantes Em Soluções Aquosas. *In*: Encontro Regional De Química, 5, 2015, Mossoró. **Proceedings [...]**. [S. l.]: Blucher, 2015. p. 610-618.

LARA, Everaldo Batista De *et al.* **Remoção De Corantes Em Efluentes Industriais Por Hidróxido Duplo Lamelar**. 2016. Projeto Integrador - Instituto Federal Catarinense, Araquari, 2016.

LESSA, Raquel Studart De Farias. **Remoção De Corantes Azos Aniônicos Por Adsorção Em Sílica Gel Funcionalizada Com 3-aminopropiltriétoxissilano**. 2018. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

LUNARDI, Layane Martins. **Remoção De Corantes Têxteis Por Adsorção Com Pó De Serragem De *Pinus sp.*** 2014. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2014.



MOREIRA, Alex Ferreira; SANTOS, Sérgio Ricardo Bezerra Dos; COSTA JUNIOR, Ademar Gonçalves Da. Construção E Caracterização De Um Fotômetro Destinado Ao Uso De Aulas Experimentais De Química Sobre A Lei De Beer-lambert. **Holos**. [S. l.], v. 2, p. 142-151, 2016.

NASCIMENTO, Ronaldo Ferreira Do *et al.* **Adsorção: Aspectos Teóricos E Aplicações Ambientais**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2014.

PIF. **Normas de Classificação de Banana**. São Paulo: CEAGESP, 2006.

QUEIROZ, Marluce Teixeira Andrade *et al.* Reestruturação Na Forma Do Tratamento De Efluentes Têxteis: Uma Proposta Embasada Em Fundamentos Teóricos. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 26, n. 1, p. 1-14, 2019.

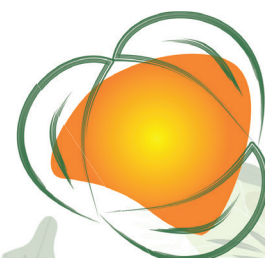
RANGEL, Maria Salete Alves. **Moringa Oleífera: Uma Planta De Uso Múltiplo**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 1999.


SENTHILKUMAAR, Sadasivam *et al.* Adsorption Of Methylene Blue Onto Jute Fiber Carbon: Kinetics And Equilibrium Studies. **Journal of Colloid and Interface Science**. [S. l.], v. 284, n. 1, p. 78-82, 2005.

SILVA, Erika Lima *et al.* Aplicação Do Processo De Fotocatálise Solar Homogênea (UV/H₂O₂) Na Degradação Do Corante Azul De Metileno. *In*: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 7, 2016, Campina Grande. **Anais [...]**. Campina Grande: IBEAS, 2016.

SILVA, Maria Vitória Roma Da. **Adsorção De Cromo Hexavalente Por Carvão Ativado Granulado Comercial Na Presença De Surfactante Aniônico (LAS)**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2012.

ZANONI, Maria Valnice Boldrin; Hideko Yamanaka. **Corantes: Caracterização Química, Toxicologia, Métodos de Detecção e Tratamento**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2016.





AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE UM SISTEMA DE LAVADORES DE GASES NO TRATAMENTO DE PARTICULA DOS E GASES EMITIDOS POR UMA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

JÉSSICA TALITA ZAGONEL¹
EDUARDO ALVES DOS SANTOS²

POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

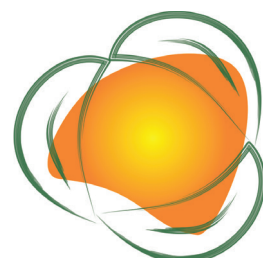
RESUMO

A defumação consiste na impregnação de essências aromáticas que se desprendem da combustão lenta da madeira, juntamente com o açúcar e aroma artificial de fumaça, conferindo ao alimento as propriedades de produto defumado. Ao término do processo de defumação, muitas empresas lançam a fumaça e os materiais partícula dos gerados sem nenhum tipo de tratamento diretamente ao ambiente externo, tornando-os assim um poluente nocivo à saúde humana e ao meio ambiente. Perante o exposto, o presente trabalho teve por objetivo principal analisar a eficiência da instalação de um lavador de gases, no tratamento dos particulados e gases produzidos por uma indústria de alimentos, durante o processo de defumação da mortadela tipo Bologna. Para analisar a eficiência do equipamento utilizou-se como base de referência a Resolução SEMA N° 016/2014 para os parâmetros: material partícula do total, monóxido de carbono e densidade colorimétrica. Ao concluir o estudo, observou-se que após a instalação do lavador de gás houve uma redução de 72,5% das emissões de material particulado, 97,1% do monóxido de carbono e a densidade colorimétrica manteve-se em 20% (Padrão N° 1), atendendo assim aos limites previstos na legislação para todos os parâmetros analisados.

Palavras-chave: Produtos defumados; Poluição Atmosférica; Tratamento de gases; Legislação Ambiental.

1 Prof. Ma. Universidade do Oeste de Santa Catarina – Campus Videira, jessica.zagonel@unoesc.edu.br.

2 Graduado em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade do Oeste de Santa Catarina–Campus Videira, dudao.tp@gmail.com.



INTRODUÇÃO

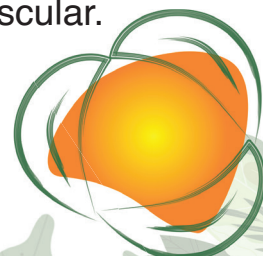
O prazo de validade de um produto alimentar é, normalmente, definido como o tempo durante o qual este permanece seguro mantendo suas qualidades nutricionais e características sensoriais, químicas, físicas e microbiológicas desejadas, quando armazenado nas condições recomendadas (GIMÉNEZ; ARES; ARES, 2012).

As técnicas mais empregadas na conservação (aumento do prazo de validade) de alimentos baseiam-se, em sua grande maioria, na redução das taxas de alterações microbiológicas, intimamente associadas com as questões de segurança alimentar (AZEREDO et al., 2012). Dentre os métodos de conservação disponíveis é possível citar o uso de calor, frio, desidratação (AZEREDO et al., 2012; LEONARDI; AZEVEDO, 2018), controle da água e oxigênio, uso de aditivos (LEONARDI; AZEVEDO, 2018), secagem, salga, cristalização, fermentação (LOPES, 2007), defumação, dentre outros.

A defumação é uma técnica que consiste na impregnação de essências aromáticas que se desprendem da combustão lenta da madeira (LOPES, 2007), juntamente com o açúcar e aroma artificial de fumaça, conferindo, assim, ao alimento as propriedades de produto defumado (ALENCAR, 2001).

Durante o processo de defumação, a fumaça gera danos fumegadores (geradores de fumaça) (VAZ-VELHO, 2003), é conduzida por tubulações até as estufas de cozimento, para a impregnação ao produto. Ao término do processo toda a fumaça e material particulado gerado são lançados diretamente no meio ambiente, em muitos casos, sem nenhum tipo de tratamento.

O material particulado conjuntamente com os poluentes gasosos compõe os denominados poluentes atmosféricos. A curto prazo, a exposição aos poluentes atmosféricos está associada a problemas de saúde como doença pulmonar obstrutiva crônica, tosse, falta de ar, respiração ofegante, asma e doença respiratória. Já os efeitos a longo prazo podem incluir asma crônica, insuficiência pulmonar, doenças e mortalidade cardiovascular. (MANISALIDIS et al., 2020).



Diante do exposto, o presente trabalho buscou avaliar a eficiência da instalação de um lavador de gases, no tratamento dos particulados e gases lançados na atmosfera por uma indústria de alimentos durante o processo de defumação da mortadela tipo Bologna.

METODOLOGIA

Local de estudo

O presente estudo foi realizado no setor das estufas de cozimento e defumação da mortadela tipo Bologna de uma indústria, situada no estado de Santa Catarina, que atua no ramo de abate de animais de pequeno porte (frangos e porcos) e industrialização de produtos de origem animal.

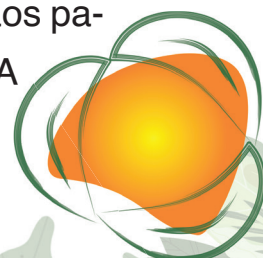
Análises das emissões atmosféricas

As análises das emissões atmosféricas foram efetuadas em parceria com duas empresas que atuam no ramo de engenharia e consultoria ambiental. As medições das emissões ocorreram através de um orifício localizado no duto vertical da chaminé das estufas, após o exaustor do defumador, em intervalos regulares (60 minutos), em período representativo e em condições típicas do processo produtivo.

Para determinação da eficiência do lavador de gases, avaliou-se os parâmetros material particulado total (MPt), gases de combustão (monóxido de carbono – CO) e densidade colorimétrica. Durante a aferição do MPt e CO empregou-se equipamentos devidamente calibrados e próprios para a função. Já para a verificação da densidade colorimétrica utilizou-se como base o previsto na norma técnica da CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) L9.061.

Legislação ambiental

A empresa, objeto deste estudo, inicialmente, deveria atender aos padrões de emissões atmosféricas previstos na Resolução CONAMA 436/2011, uma vez que as chaminés das estufas de defumação são



consideradas fontes fixas de emissão atmosféricas e foram instaladas no ano de 2004, ou seja, são anteriores a 02 de janeiro de 2007.

No entanto, na CONAMA 436/2011 não está previsto padrões/limites de emissão aplicáveis a fontes de combustão não externa, onde os gases da combustão entram em contato com o produto processado. Além disto, no estado de Santa Catarina, não há legislação sobre o tema. Assim para fins de verificação da eficiência do equipamento empregou-se os padrões/limites previstos na Resolução Estadual do Paraná SEMA N° 016/2014, Artigo 22, Inciso IV, Alínea “b” (Tabela 1). Mais especificamente, utilizou-se dos limites estabelecidos na referida Alínea “b” para fontes novas e existentes de combustão não externa com potência térmica nominal até 0,5 MW, dado que o defumador instalado na empresa possui uma potência térmica nominal de 0,05 MW.

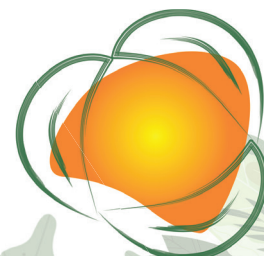
Tabela 01:
Padrões para fontes novas e existentes de combustão não externa

Potência Térmica Nominal MW	Densidade colorimétrica	MP-totalmg/ Nm ³	CO ⁽³⁾ mg/Nm ³	NO xmg/ Nm ³	SO xmg/ Nm ³
Até 0,5		560 ⁽¹⁾	6.000 ⁽¹⁾	NA	NA
Entre 0,5 e 2,0	20% equivalente ao Padrão 1 da Escala Ringelmann ⁽²⁾	560 ⁽¹⁾	3.000 ⁽¹⁾	NA	NA
Entre 2,0 e 10		560 ⁽¹⁾	3.000 ⁽¹⁾	NA	NA
Entre 10 e 50		400	3.000	500	NA
Entre 50 e 100		200	3.000	500	NA
Acima de 100		100	2.000	500	NA

Fonte: Resolução SEMA N° 016/14

Notas:

- (1) Na faixa até 10 MW, o controle das emissões poderá ser comprovado através do atendimento ao padrão de MP total ou atendimento ao padrão de CO a critério do órgão ambiental.
 - (2) Exceto nas operações de aquecimento, modulação e ramonagem, por um período que totalize 10 minutos, ao longo das 24 horas do dia.
 - (3) Padrões de CO aplicáveis para operação de plena carga.
- NA: Não aplicável



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise dos gases emitidos pela indústria antes da instalação do lavador de gases

Em análise aos resultados expressos na Tabela 2, constatou-se que para os parâmetros avaliados, somente a densidade colorimétrica estava dentro dos limites estabelecidos pela Resolução SEMA N° 016/2014.

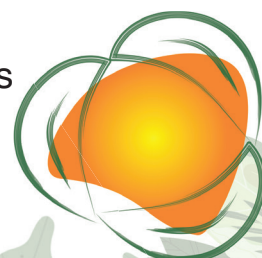
Tabela 02:
Análise dos gases emitidos pelo defumador

Parâmetro Analisado	MP-total mg/ Nm ³	CO mg/ Nm ³	Densidade Calorimétrica
Gases emitidos pela chaminé	1382,86	78613,10	Padrão N° 1 (Densidade 20%)
Padrão Resolução SEMA N° 016/2014	560,00	6000,00	Padrão N° 1 (Densidade 20%)

Para veículos automotores movidos a óleo diesel, por exemplo, de acordo com a Portaria IBAMA N° 85 de 17/10/96, os limites de emissão de fumaça a serem obedecidos serão menores ou iguais ao padrão n° 2 da escala Ringelmann, quando medidos em locais situados a 500 m de altitude, e menores ou iguais ao padrão n° 3 da escala, quando medidos em localidades acima de 500 m de atitude.

Como não foram localizados na literatura estudos que avaliassem a densidade colorimétrica da fumaça em fontes estacionarias, e tendo em vista que os veículos automotores podem apresentar potencial poluidor nove vezes maior que as indústrias em razão da quantidade, distribuição espacial e mobilidade (SOUZA; SILVA; JUSTINA, 2016), é possível estabelecer um comparativo que para fumaças oriundas das mais diversas fontes (estacionarias ou não) com densidade acima de 40% (padrão n° 2) ou 60% (padrão n° 3) na escala Ringelmann, poderão representar um risco a saúde humana e ao meio ambiente.

Em relação ao monóxido de carbono, a chaminé das estufas emite uma concentração superior a treze vezes o estabelecido pela



resolução SEMA Nº 016/2014. O gás CO é um poluente incolor, não irritante, inodoro e insípido (WHO, 2010; FAZLZADEH et al., 2015). Os veículos motorizados e as indústrias são reconhecidos como as principais fontes de poluição atmosférica de CO nas áreas urbanas (FAZLZADEH et al., 2015).

A exposição ao monóxido de carbono pode levar a efeitos hipóxicos, pois o CO após ser inalado liga-se rapidamente a hemoglobina (Hb) formando COHb, esta ligação ocorre em velocidade e facilidade similar com que o O₂ (oxigênio) se liga a hemoglobina, embora a ligação do monóxido seja mais forte. Assim, o CO compete com o O₂ pela hemoglobina, mas ao contrário deste último que facilmente dissolve sua ligação, o CO permanece ligado por muito mais tempo a hemoglobina. Desta forma, com a exposição continua ao CO, o COHb continua aumentando deixando menos hemoglobina para transportar oxigênio, resultando na hipoxemia. (WHO, 2010)

Ademais, a exposição prolongada a baixas concentrações de CO, podem levar a efeitos tóxicos cumulativos como: insônia, cefaleia, fadiga, tontura, vertigens, náuseas, vômitos, distúrbios visuais, doenças respiratórias, isquemia cardíaca, aterosclerose, (LACERDA; LEROOUX; MORATA, 2005; SALICIO; BOTELHO, 2013) entre outros.

O material particulado (MP), de acordo com a CONAMA 491/2018, consiste em “partículas de material sólido ou líquido suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fuligem, entre outros”. Comumente trata-se a totalidade destas partículas como se apresentassem a forma esférica, embora algumas possuam forma diferente (PEREIRA; FORTES; MARTINS, 2015). A matéria particulada apresenta diâmetro aproximado de 0,002 a 100 μm (MARLEY; GAFFNEY, 2005).

O material particulado pode conter na sua composição inúmeros compostos ou espécies químicas diferentes, a citar: íons como SO₄²⁻, HSO₄²⁻, NO³⁻, NH⁴⁺ e H⁺, fuligem, compostos orgânicos, cinzas, partículas do solo, pólen e uma variedade de metais sob a forma de metais traço como, por exemplo, Pb, Hg, V, Cd, Cr, e elementos da crosta tais como Fe, Ca, Si e Al. (BRITO; ARAÚJO; SILVA, 2018)



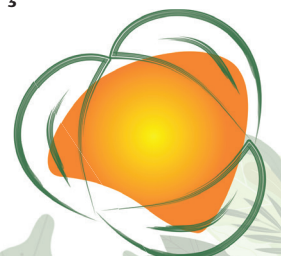
O material particulado disperso no ar absorve radiação solar provocando (SANTIAGO, 2013) uma diminuição da visibilidade (SANTIAGO, 2013; RAI, 2015). Além disto, dependendo da sua fonte, os particulados podem conter substâncias a base de enxofre e nitratos, que em contato com a água da atmosfera tem capacidade de produzir chuva ácida, substância que é responsável por corroer infraestruturas construídas e prejudicar o meio ambiente (PEREIRA; FORTES; MARTINS, 2015).

De acordo com a sua composição, tamanho e morfologia o MP pode ainda afetar o balanço de energia radiativa da terra e assim influenciar na variação de temperatura. De maneira direta as partículas interferem no espalhamento ou absorção da radiação solar e indiretamente essas partículas, se tiverem afinidade com a água, podem atuar como núcleos de condensação de nuvens, e dependendo da concentração destes núcleos na atmosfera, a formação de nuvens e os padrões de chuva são afetados. (BRITO; SODRÉ; ALMEIDA, 2018)

Em termos de saúde, o material particulado está associado a sérios efeitos adversos no sistema respiratório (RAI, 2015). O potencial para causar problemas de saúde em seres humanos está diretamente associado ao tamanho das partículas, quanto menor o tamanho maior será o impacto na saúde, uma vez que mais profundamente ocorrerá a deposição das partículas no sistema respiratório (BRITO; ARAÚJO; SILVA, 2018).

Partículas maiores que $10 \mu\text{m}$ ficam depositadas nas vias aéreas superiores e são removidas pela atividade ciliar (BOVO; WISNIEWSKI, 2009). Já o material particulado com diâmetro menor que $2,5 \mu\text{m}$ têm impactos mais deletérios a saúde, pois ao serem inalados podem alcançar os alvéolos pulmonares (RAI, 2015), chegar a corrente sanguínea e atingir outros órgãos, além do pulmão (NASCIMENTO et al., 2017).

Segundo WHO (2013) a exposição a curto e longo prazo a inalação de material particulado pode provocar agravamento da asma, sintomas respiratórios e aumento das admissões hospitalares; mortalidade por doenças cardiovasculares e respiratórias e por câncer de pulmão.



Análise dos gases emitidos pela indústria após instalação do lavador de gases

Com base nos resultados expostos na Tabela 3, é possível observar que houve uma significativa redução de monóxido de carbono e particulados emitidos pela chaminé das estufas, após a instalação do lavador de gases.

Tabela 03:
Análise dos gases emitidos pelo defumador após instalação lavador de gases

Parâmetro Analisado	MP-total mg/ Nm ³	CO mg/ Nm ³	Densidade Calorimétrica
Gases emitidos pela chaminé antes da instalação do lavador de gases	1382,86	78613,10	Padrão N° 1 (Densidade 20%)
Gases emitidos pela chaminé após da instalação do lavador de gases	380,17	2275,41	Padrão N° 1 (Densidade 20%)
Padrão Resolução SEMA N° 016/14	560,00	6000,00	Padrão N° 1 (Densidade 20%)

Analisando de uma perspectiva legal, como no estado de Santa Catarina, e mesmo a nível federal, não existe ainda uma legislação que estabeleça limites ou padrões de lançamento para emissões atmosféricas de fontes estacionárias de combustão interna, a empresa, antes mesmo da instalação do lavador de gases, não estaria sujeita a sanções legais (penais ou administrativas). Soma-se a este fato, a questão de que nas condicionantes previstas na licença ambiental do setor das estufas, não há previsão de monitoramento das emissões atmosféricas.

Porém, a chaminés das estufas estão localizadas a aproximadamente 10 metros do limite do parque fabril, na direção de um condomínio residencial. Em horários de grande atividade das estufas, e principalmente em dias frios e de baixa pressão atmosférica, a fumaça se alastra por toda a área da rua lateral.

Por consequência do fato acima mencionado, muitos moradores do condomínio dirigiam reclamações na empresa, pois a fumaça acabava por invadir os cômodos dos apartamentos de frente para a chaminé causando incomodo e mal-estar, alguns moradores queixavam-se de



dores de cabeça frequentes. Com o intuito de sanar o problema, foi que a empresa instalou o lavador de gases na chaminé das estufas. Isto permitiu que a empresa além de atender a legislação (SEMA N° 016/2014) utilizada para avaliar a eficiência do equipamento, também contribuísse para a melhoria da qualidade de vida das pessoas que residem próximo a esta.

Cabe ressaltar que a empresa, objeto deste estudo, também desenvolve programas de sustentabilidade, ou seja, está sempre buscando desenvolver ações que visem melhor e tornar mais eficiente os tratamentos dos resíduos produzidos no seu parque fabril.

CONCLUSÕES

Após a instalação do lavador de gases observou-se uma redução das reclamações por parte da comunidade que reside próximo a empresa, e além disto, todos os parâmetros avaliados atingiram os valores estabelecidos pela Resolução SEMA N° 016/2014, sendo que o material particulado ficou 67,8% abaixo do limite imposto e o monóxido de carbono 37,92%.

205

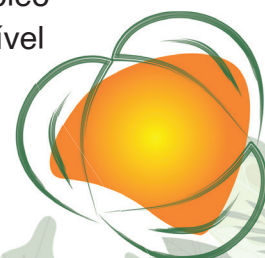
REFERÊNCIAS

ALENCAR, N. de. **Produção de defumados**. Viçosa, MG: Centro de Produções Técnicas - CPT, 2001. 82 p.

AZEREDO, H. M. C. de; PINTO, G. A.; BRITO, E. S. de; AZEREDO, R. M. C. de. Alterações microbiológicas em alimentos durante a estocagem. *In*: AZEREDO, H. M. C. (ed.). **Fundamentos de estabilidade de alimentos**. 2. ed., rev. e ampl. Brasília – DF: Embrapa, 2012. cap. 1, p. 15-38.

BOVO, F.; WISNIEWSKI, P. Efeitos de material particulado sobre mecanismos imunológicos. *Biosaúde*, Londrina, v. 11, n. 2, p. 93-100, 2009. Disponível em: https://www.uel.br/ccb/patologia/portal/pages/arquivos/Biosaude%20v%2011%202009/BS_v11_n2_DF_31.pdf. Acesso em: 24 out. 2020.

BRASIL. Portaria IBAMA N° 85, de 17 de outubro de 1996. Dispõe sobre a criação e adoção de um Programa Interno de Auto Fiscalização da Correta Manutenção da Frota, quanto a emissão da fumaça preta, por empresa que possuem frota própria de transporte de carga ou de passageiro, cujos veículos são movidos a óleo diesel. **Diário Oficial da União**, Brasília, 21 de outubro de 1996. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=181449>. Acesso em: 24 out. 2020.



BRASIL. Resolução CONAMA N° 436, de 22 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos e para fontes fixas instaladas ou com pedido de licença de instalação anteriores a 02 de janeiro de 2007. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 26 maio de 2011. Disponível em: <http://http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res11/res43011.pdf>. Acesso em: 11 set. 2020.

BRASIL. Resolução CONAMA N° 491, de 19 de novembro de 2018. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 21 novembro de 2018. Disponível em: https://www.in.gov.br/web/guest/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/51058895/do1-2018-11-21-resolucao-n-491-de-19-de-novembro-de-2018-51058603. Acesso em: 30 out. 2020.

BRITO, G. F. S.; SODRÉ, F. F.; ALMEIDA, F. V. O impacto do material particulado na qualidade do ar. **Revista Virtual de Química**, v. 10, n. 5, p. 1-20, 2018. Disponível em: <https://www.ufjf.br/baccan/files/2019/04/Brito-Gabriel-RVQ-NoPrelo.pdf>. Acesso em: 28 out. 2020.

BRITO, P. H. F.; ARAÚJO, R. S.; SILVA, G. M. M. Composição química do material particulado atmosférico: uma revisão de literatura. **HOLOS**, v. 3, n. 34, p. 62-74, 2018. Disponível em: <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/4648/pdf>. Acesso em: 28 out. 2020.

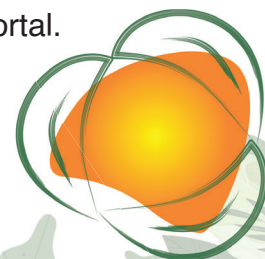
CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). **Normalização Técnica** - Determinação do grau de enegrecimento da fumaça emitida por fontes estacionárias otimizando a escala de Ringelmann reduzida, método de ensaio (L9.061). São Paulo: CETESB, 1979. 3 p. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/normas-tecnicas-cetesb/normas-tecnicas-vigentes/>. Acesso em: 28 out. 2020.

FAZLZADEH M.; ROSTAMI, R.; HAZRATI, S.; RASTGU, A. Concentrations of carbon monoxide in indoor and outdoor air of Ghalyun cafes. **Atmospheric Pollution Research**, v. 6, n. 4, p. 550-555, jul. 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1309104215301859>. Acesso em: 28 out. 2020.

GIMÉNEZ, A.; ARES, F.; ARES, G. Sensory shelf-life estimation: A review of current methodological approaches. **Food Research International**, v. 49, n. 1, p. 311-325, nov. 2012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996912002517>. Acesso em: 11 set. 2020.

LACERDA, A.; LEROUX, T.; MORATA, T. Efeitos ototóxicos da exposição ao monóxido de carbono: uma revisão. **Pró-Fono Revista de Atualização Científica**, Barueri (SP), v. 17, n. 3, p. 403-412, set./dez. 2005. <https://www.scielo.br/j/pfono/a/JpP46cBJBVJy5Y6xmnc8y3w/?lang=pt>. Acesso em: 28 out. 2020.

LEONARDI, J. G.; AZEVEDO, B. M. Métodos de conservação em alimentos. **Revista Saúde em Foco**, v. 10, p. 51-61, 2018. Disponível em: https://portal.unisepe.com.br/unifia/wp-content/uploads/sites/10001/2018/06/006_M%C3%89TODOS_DE_CONSERVA%C3%87%C3%83O_DE_ALIMENTOS.pdf. Acesso em: 11 set. 2020.



LOPES, R. L. T. **Dossiê técnico: conservação de alimentos**. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais - CETEC, out. 2007. Disponível em: <https://www.respostatecnica.org.br/dossie- tecnico/downloadsDT/MjEz>. Acesso em: 11 set. 2020.

MANISALIDIS, I.; STAVROPOULOU, E.; STAVROPOULOS, A.; BEZIRTZOGLU, E. Environmental and health impacts of air pollution: a review. **Frontiers in Public Health**, v. 8, p. 1-13, fev. 2020. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7044178/>. Acesso em: 11 set. 2020.

MARLEY, N. A; GAFFNEY, J. S. Introduction to urban aerosols and their impacts. *In*: MARLEY, N. A; GAFFNEY, J. S. (ed.). **Urban Aerosols and their impacts: lessons learned from the world trade center tragedy**. Washington, DC: American Chemical Society, 2005. cap. 1, p. 2-22. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/bk-2006-0919.ch001>. Acesso em: 28 out. 2020.

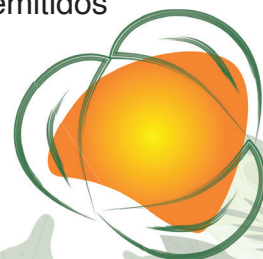
NASCIMENTO, P. A.; SANTOS, J. M.; MILL, J. G.; SOUZA, J. B.; JÚNIOS REIS, N. C.; REISEN, V. A. Associação entre concentração de partículas finas na atmosfera e doenças respiratórias agudas em crianças. **Revista de Saúde Pública**, v. 51, n. 3, p. 1-10, jan. 2017. Disponível em: https://www.scielo.br/pdf/rsp/v51/pt_0034-8910-rsp-S1518- 87872017051006523.pdf. Acesso em: 28 out. 2020.

PARANÁ. Resolução SEMA Nº 016, de 15 de abril de 2014. Dispõe sobre definição critérios para o controle da qualidade do ar como um dos instrumentos básicos da gestão ambiental para proteção da saúde e bem estar da população e melhoria da qualidade de vida, com o objetivo de permitir o desenvolvimento econômico e social do estado do paraná de forma ambientalmente segura. **Diário Oficial do Estado do Paraná**, Paraná, PR, 15 de abril de 2014. Disponível em: <http://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/pesquisarAto.do?action=exibir&codAto=117128&cod TipoAto=&tipoVisualizacao=original>. Acesso em: 28 out. 2020.

PEREIRA, J. L. G.; FORTES, J. D. N.; MARTINS, E. M. Poluição do ar por material particulado em área intraurbana no rio de janeiro: aspectos metodológicos. **REEC – Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v.1 0, n. 3, p. 53-67, 2015. Disponível em: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:gnK3Vf6kAn4J:https://www.revistas.uf g.br/reec/article/download/32901/19497/+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em: 28 out. 2020.

RAI, P. K. Multifaceted health impacts of particulate matter (PM) and its management: an overview. **Environmental Skeptics and Critics**, v. 4, n. 1, p. 1-26, 2015. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/d3c9/3c2d0c361d1e68b9d5e3aaf15dae31e74746.pdf>. Acesso em: 28 out. 2020.

RODRIGUES, M. T.; RODRIGUES, B. T.; MONTE, B. E. O.; MALHEIROS, J. M.; FIALHO, W. M.B. Avaliação e caracterização dos padrões de poluentes emitidos pelo transporte coletivo de Maceió – AL. **Revista Geografia em Atos**, v. 2, n. 13, p. 1-9, jul./dez. 2013. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/geografiaematos/article/view/2134>. Acesso em: 28 out. 2020.



SALICIO, M. A.; BOTELHO, C. Avaliação da função pulmonar, níveis de monóxido de carbono exalado e stress oxidativo em idosos praticantes de exercícios físicos no período de seca e de chuva na cidade de Cuiabá-MT. *In: Seminário Transdisciplinar da Saúde*, 1., 2013, Várzea Grande – MT. **Anais [...]**. Várzea Grande – MT, 2013. Disponível em: <http://www.periodicos.univag.com.br/index.php/SeminSaude/article/viewFile/641/801>. Acesso em: 28 out. 2020.

SANTIAGO, A. **Material particulado total suspenso na baixa atmosfera em Cuiabá-MT no período de queimadas**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Ambiental) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2013. Disponível em: https://ri.ufmt.br/bitstream/1/1569/1/DISS_2013_Aline%20Santiago.pdf. Acesso em: 28 out. 2020.

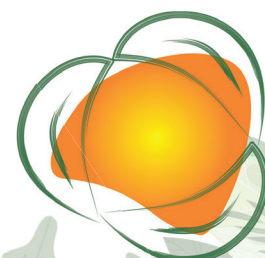
SANTOS, H. L.; FIALHO, M. L.; REIS, K. P.; FRANCO, M. V.; OLIVEIRA, R. B. Relação entre poluentes atmosféricos e suas consequências para a saúde. **Intraciência Revista Científica**, v. 17, p. 1-24, 2019. Disponível em: http://www.uniesp.edu.br/sites/_biblioteca/revistas/20190312105045.pdf. Acesso em: 29 out. 2020.


SOUZA, R. C.; SILVA, M. F.; JUSTINA, E. E. D. Escala de Ringelmann como método de avaliação da fumaça emitida pela frota de ônibus urbano de Porto Velho, Rondônia. **Caminhos de Geografia**, v. 17, n. 59, p. 279-293, set. 2016. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/download/30984/18881/>. Acesso em: 10 out. 2020.

TSAI, W. Toxic volatile organic compounds (VOCs) in the atmospheric environment: regulatory aspects and monitoring in Japan and Korea. **Environments**, v. 3, n. 23, p. 1-7, 2016. Disponível em: [doi:10.3390/environments3030023](https://doi.org/10.3390/environments3030023). Acesso em: 10 out. 2020.

VAZ-VELHO, M. Smoked Foods/production. *In: CABALLERO, B.; FINGLAS, P.; TOLDRA, F. (ed.). Encyclopedia of food sciences and nutrition*. 2. ed. New York: Academic Press, 2003. p. 5302-5309. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B012227055X013730>. Acesso em: 11 set. 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants**. Copenhagen, Denmark: WHO Regional Office for Europe, 2010. cap. 2, p. 55-102. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK138710/>. Acesso em: 28 out. 2020.





REMOÇÃO DE SULFATO PRESENTE EM DRENAGEM ÁCIDA DE MINA: EFEITO DA FONTE DE CARBONO, CONCENTRAÇÃO DE SULFATO, FERRO E RAZÃO DQO/SO₄⁻ NO DESEMPENHO DE BIORREATORES EM BATELADA

GABRIEL DE FREITAS COSTA¹
JULIANA KAWANISHI BRAGA²
GISELLE PATRICIA SANCINETTI³

REAPROVEITAMENTO, REUTILIZAÇÃO E TRATAMENTO DE RESÍDUOS

209

RESUMO

A alta acidez observada na drenagem ácida de mina (DAM) pode promover a dissolução de metais resultando em consequências negativas para o meio ambiente e para a saúde pública. Tratamentos biotecnológicos apresentam a possibilidade de recuperação dos metais presentes nesse resíduo e menores custos de disposição do lodo gerado. A redução biológica do sulfato é um destaque entre as alternativas, por combinar a remoção de acidez, sulfato e metais. Essa redução é realizada através das bactérias redutoras de sulfato (BRS). A DAM é deficiente em fontes de carbono e por isso é necessária uma adição externa para que o sulfato seja reduzido de maneira satisfatória. No presente estudo, buscou-se otimizar a eficiência de reatores anaeróbios em batelada, com volume útil de 450mL, na remoção de sulfato presente em DAM

1 Aluno do Curso de Mestrado em Ciência e Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Alfenas – UNIFAL-MG, Campus Poços de Caldas, Instituto de Ciência e Tecnologia, gabrielfreitasmb@gmail.com

2 Prof. Dr. da Universidade Federal de Alfenas – UNIFAL-MG, campus Poços de Caldas, Instituto de Ciência e Tecnologia, jukawanishi@gmail.com

3 Prof. Dr. da Universidade Federal de Alfenas – UNIFAL-MG, campus Poços de Caldas, Instituto de Ciência e Tecnologia, gisellesancinetti@gmail.com



sintética, variando fontes de carbono, em que foram utilizados esgoto doméstico sintético, soro de leite e borra de café, concentração inicial de sulfato, variando entre 1500mg/L a 2500mg/L, de ferro, variando entre 100mg/L a 400mg/L e razões de DQO/SO - variando entre 0,67 e 2. Por último, um reator em batelada com volume útil de 2,5L, contendo a melhor condição obtida nas fases anteriores, foi utilizado para análise do aumento de escala. A condição que apresentava soro de leite, 1500mg/L de sulfato, 100mg/L de ferro e DQO/SO - igual a 1 foi a que obteve as melhores remoções de sulfato e DQO, porém, no reator em maior escala, a falta de agitação prejudicou o desempenho e as taxas de remoções foram menores.

Palavras-chave: Tratamento de Resíduos; DAM; Bactérias redutoras de sulfato; Soro de leite; Batelada.

INTRODUÇÃO

A drenagem ácida de mina (DAM) é produzida quando um material contendo sulfeto é exposto ao oxigênio e a água. A alta acidez apresentada pela DAM pode promover a dissolução de metais como ferro, zinco, cobre, cádmio, níquel e chumbo, por exemplo, resultando em impactos negativos para a fauna e flora (ROBINSON-LORA; BRENNAN, 2009; AKCIL; KOLDAS, 2006).

As bactérias redutoras de sulfato (BRS) são os microrganismos responsáveis pela redução do sulfato. Caracterizadas por apresentarem respiração anaeróbia, as BRS usam o sulfato como aceptor final de elétrons para a degradação de compostos orgânicos (como a drenagem ácida de mina), resultando na produção de sulfeto que atua como agente precipitador de metais (MUYZER; STAMS, 2008).

Geralmente, a drenagem ácida de mina é deficiente em fontes de carbono (doadores de elétrons) e por isso é necessária uma adição dessa fonte para que o sulfato seja reduzido de maneira satisfatória, alcançando alta performance, boa eficiência e viabilidade econômica para o tratamento. A escolha é basicamente feita analisando a degradabilidade da fonte de carbono e o custo por unidade de sulfato convertido em sulfeto. (COSTA et al., 2009).

Além de fontes mais utilizadas como lactato e etanol, pode-se fazer uso de compostos orgânicos mais complexos como lodo de esgoto, ester-



co animal, madeira, serragem, açúcar, soro de leite e outros resíduos, como a borra de café, por exemplo (LIAMLEAM; ANNACHHATRE, 2007).

Objetiva-se com esse trabalho avaliar a eficiência de remoção de sulfato e matéria orgânica presente na drenagem ácida de mina (DAM) sintética empregando diferentes fontes de carbono; avaliar a influência da carga orgânica na eficiência dos reatores; avaliar a eficiência de remoção de sulfato e matéria orgânica em diferentes concentrações iniciais de sulfato e ferro presentes na DAM e avaliar a eficiência de remoção de sulfato e matéria orgânica empregando um reator na melhor condição obtida anteriormente, em escala maior.

METODOLOGIA

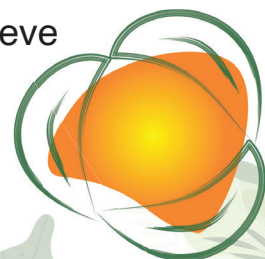
Toda a pesquisa foi realizada nos Laboratórios de Biotecnologia Anaeróbia e de Microbiologia Ambiental da Universidade Federal de Alfenas – UNIFAL -MG, campus Poços de Caldas.

Antes da primeira fase, o lodo empregado como inóculo, foi reativado por 7 dias utilizando como fonte de carbono e energia esgoto sintético (DQO = 1500 mg/L). Após esse período, foram montados 9 reatores com volume de 500mL cada e 10%v/v de lodo.

Na fase 1 foram adicionados em todos os reatores lodo previamente adaptado (10%v/v) e drenagem ácida de mina sintética (1500 mg/L de sulfato). Essa fase foi realizada a fim de adaptar o lodo às condições de pH e sulfato apresentados pela DAM. Foram aferidos valores de sulfato e DQO durante 15 dias, a fim de se observar o comportamento de remoção dessas variáveis sem a utilização de uma fonte de carbono no meio.

Na fase 2, foram testadas diferentes fontes de carbono (soro de leite, esgotodoméstico sintético e borra de café), todos com DQO igual a 1500mg/L.

A fase 3 consistiu em variar a concentração de sulfato e de carga orgânica no meio (mantendo a mesma razão de DQO/SO₄⁻), utilizando como fonte de carbono a melhor condição da fase anterior. Os valores de DQO e sulfato utilizados foram de 1500 mg/L, 2000 mg/L e 2500 mg/L. A fase 3 teve duração de 13 dias.



Na fase 4, foram testadas diferentes concentrações de ferro no meio (100mg/L; 200mg/L e 400mg/L), mantendo como concentração de DQO e sulfato as que tiveram melhor desempenho na fase 3. A fase 4 teve duração de 15 dias.

Na fase 5, cada reator constituído da melhor fonte de carbono, concentração de sulfato e ferro, obtidas na fase anterior, recebeu diferentes concentrações de fontes de carbono, resultando em uma razão DQO/SO₄⁻ diferente para cada um. Foram analisados o comportamento dos reatores com razões DQO/SO₄⁻ iguais a 1,0; 0,67 e 2,0 durante 18 dias.

Após a fase 5, foi analisada a capacidade de remoção de matéria orgânica e sulfato em um reator com a melhor condição previamente observada, porém em escala maior, com volume útil de 2,5L, ou seja, 5 vezes maior do que os reatores operados nas fases 1- 5.

Em todas as fases, o pH inicial foi ajustado para 4, empregando solução de HCl 4M.

A nomenclatura utilizada para cada condição, em cada fase estão na Tabela 1:

Tabela 1:
Nomenclatura de cada fase

Fase	Nomenclatura	Definição	Duração (dias)
Fase 1	F1	Fase de adaptação	15
Fase 2	F2 Soro	Soro de leite como fonte de carbono	13
	F2 Esgoto	Esgoto sintético como fonte de carbono	
Fase 3	F2 Café	Borra de café como fonte de carbono	13
	F3 S1500	Concentração de sulfato = 1500 mg/L	
	F3 S2000	Concentração de sulfato = 2000 mg/L	
Fase 4	F3 S2500	Concentração de sulfato = 2500 mg/L	15
	F4 Fe100	Concentração de Ferro = 100 mg/L	
	F4 Fe200	Concentração de Ferro = 200 mg/L	
Fase 5	F4 Fe400	Concentração de Ferro = 400 mg/L	18
	F5 R0,67	Razão DQO/SO ₄ ⁻ = 0,67	
	F5 R1,0	Razão DQO/SO ₄ ⁻ = 1,0	
	F5 R2,0	Razão DQO/SO ₄ ⁻ = 2,0	

Todas as análises foram realizadas de acordo com APHA, 2012.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os resultados referentes as fases de operação dos reatores estão dispostas na Tabela 2.

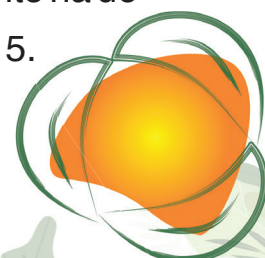
Tabela 2:
Resultados de pH, eficiência de remoção de sulfato, eficiência de remoção de DQO e concentração final de ferro para todos os ensaios

Fases	pH afluente	pH efluente	% remoção de sulfato	% remoção DQO	Concentração Fe ²⁺ Final (mg/L)
F1	4,05±0,00	6,35±0,40	20,56±7,42	74,45±7,86	1,49±0,32
F2 Soro	3,99±0,26	6,71±0,34	81,03±0,53	95,57±1,82	0,38±0,16
F2 Esgoto	3,91±0,22	6,93±0,22	76,56±1,07	92,67±2,54	0,40±0,08
F2 Café	3,89±0,01	6,72±0,04	52,92±3,28	82,62±3,33	1,96±0,64
F3 S1500	3,97±0,00	6,87±0,05	78,26±1,38	92,15±2,55	0,38±0,16
F3 S2000	4,08±0,00	6,78±0,31	45,81±1,04	79,35±7,73	1,60±0,57
F3 S2500	3,95±0,00	6,83±0,12	58,54±0,56	86,87±1,08	3,01±0,01
F4 Fe100	4,03±0,13	6,75±0,18	79,61±2,12	94,01±3,92	-
F4 Fe200	3,95±0,00	6,17±0,26	50,99±3,47	94,08±2,03	0,89±0,08
F4 Fe400	4,00±0,00	6,06±0,03	39,72±5,10	95,80±0,25	90,07±0,49
F5 R0,67	3,93±0,06	6,22±0,41	55,05±4,03	58,42±1,10	0,36±0,29
F5 R1,0	4,00±0,05	6,56±0,07	68,68±7,18	77,35±6,75	-
F5 R2,0	3,97±0,03	5,52±0,26	49,95±3,76	50,88±3,45	3,16±0,08
Reator Maior	4,00±0,00	6,03±0,00	42,27±4,69	76,53±3,25	0,40±0,19

O critério utilizado para escolha das melhores condições de cada fase foram os resultados de eficiência de remoção de DQO e sulfato.

Na fase 2, soro e esgoto obtiveram bons resultados na remoção das duas variáveis analisadas, porém, o soro obteve maior remoção de sulfato. Isso, somado ao fato de o soro ser um resíduo bastante comum na região de estudo. Sendo assim, a boa eficiência observada somado ao fato de ser um resíduo comum no estado de Minas Gerais favoreceu para a escolha dele como a fonte de carbono para as fases subsequentes. Na fase 3, o reator contendo 1500 mg/L de sulfato obteve melhor desempenho tanto na remoção de DQO quanto na de sulfato e, portanto, essa concentração foi mantida para as fases 4 e 5.

Na fase 4, o aumento na concentração de ferro (200 e 400mg/L) no



meio afetou a remoção de sulfato e por isso, na quinta fase, a concentração de ferro nos reatores foi de 100 mg/L. Na fase 5, em que foram testadas diferentes razões DQO/SO₄⁻, a razão igual a 1 obteve melhor desempenho.

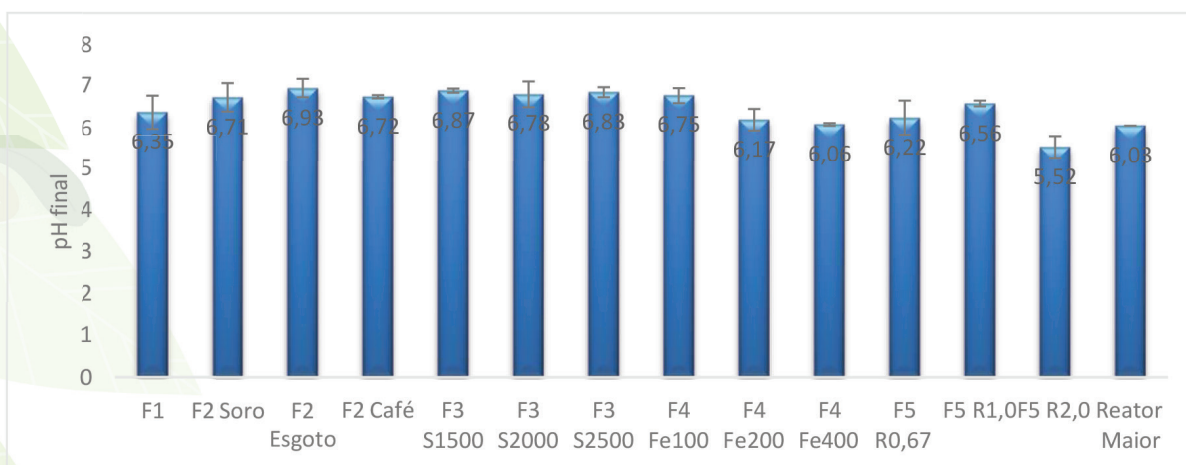
Na última fase, em que foi testado um reator em maior escala (2,5L de volume útil), as condições do meio líquido, portanto, foram: Soro como fonte de carbono, concentração de sulfato igual a 1500 mg/L, 100mg/L de ferro e razão DQO/SO₄⁻ igual a 1.

Os dados foram organizados em forma de gráficos para facilitar a discussão e para gerar conclusões comparativas entre todas as fases.

AVALIAÇÃO DO PH

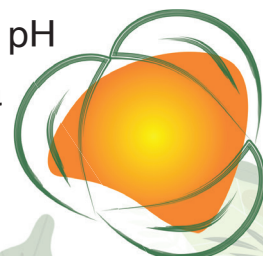
A Figura 1 apresenta, em forma de gráfico de barras, todos os valores de pH final em todas as fases do projeto.

Figura 1:
Valores de pH final de todas as fases.



Todas as fases, com pH inicial em 4, obtiveram um acréscimo de pH durante os experimentos. Esse aumento observado resulta da redução dissimilatória do sulfato presente no meio causado pelas BRS e, portanto, do consumo de acidez (íons H⁺), contribuindo assim com a geração de certa alcalinidade no efluente (RODRIGUEZ et al, 2012).

De todas as fases, somente a fase F5R2,0 obteve valor de pH final menor que 6, e isso pode ser explicado pelo fato de que essa mesma fase apresentou uma baixa remoção de sulfato. Nota-se



pela Tabela 2 que, com exceção da fase F3S2000, todas as outras fases que tiveram remoção de sulfato abaixo de 50%, também obtiveram pHs finais mais baixos. Com baixa redução de sulfato para sulfeto, ocorre um menor consumo de íons H^+ , resultando em um menor acréscimo de pH.

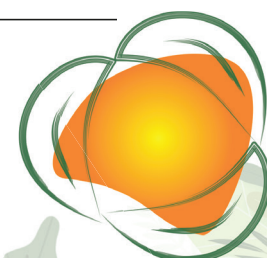
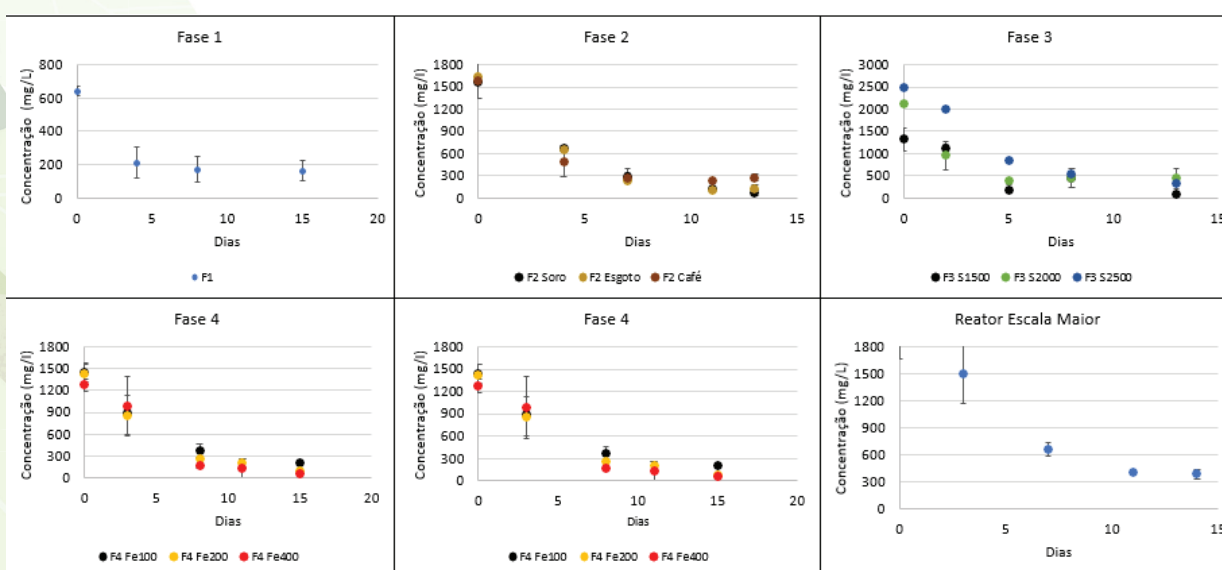
O sulfeto gerado acaba por precipitar os metais presentes no meio, e libera prótons que interagem com o bicarbonato resultante da redução do sulfato, conferindo neutralidade ao pH do meio (RODRIGUEZ et al, 2012).

Quando ocorre maior precipitação desse metal e, desta forma, um deslocamento da reação da redução do sulfato no sentido da geração de sulfeto, isso acaba por conferir aumento de pH no meio. Porém quando a concentração final de ferro solúvel é alta, como aconteceu e pode ser observado na Tabela 2 na fase F5R2,0, isso significa que ocorreu uma menor precipitação de metais e, com isso, o pH não sofre grandes acréscimos. (CAO et al., 2009; SHEORAN et al., 2010)

AVALIAÇÃO DA REMOÇÃO DE DQO E SULFATO

Os dados de remoção de DQO para cada uma das fases, estão dispostos na Figura 2:

Figura 2:
Remoção de DQO em todas as fases.



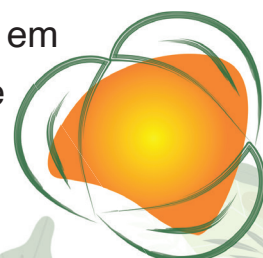
Nota-se, pelos gráficos da Figura 2 e pela Tabela 2, que a remoção de DQO em todas as fases, variou entre 77% e 95%, com exceção das fases F1, F5R0,67 e F5R2,0 e Reator Escala Maior.

Como a fase F1 foi a primeira fase realizada após a adaptação do lodo com Esgoto Doméstico Sintético, possivelmente as BRS não estavam com a atividade metabólica totalmente ativa, causando uma baixa remoção de DQO do meio. Além disso, como na fase F1 não foi adicionada nenhuma fonte de carbono, a DQO inicial no meio foi mais baixa do que a DQO inicial das outras fases, sendo toda ela provida pelo próprio lodo adicionado aos reatores. Com isso, a DQO presente poderia, também, não estar tão disponível para as BRS, como estava em outras fases, em que aconteceu a adição de matéria orgânica no meio, resultando assim em uma baixa taxa de remoção de DQO.

Em relação às fases F5R0,67 e F5R2,0, pode-se explicar a baixa remoção de DQO pelo fato de que o lodo utilizado já estava com mais de 8 meses de atividade, recebendo diferentes configurações de resíduos, com diferentes concentrações de DQO, sulfato e metais, podendo ter sofrido, portanto, um estresse que causou a queda na atividade metabólica das BRS. Isso pode ser confirmado até pela fase F5R1,0, que teve as mesmas condições do meio que a fase F2 Soro, mas teve uma taxa de remoção de DQO de quase 20% a menos.

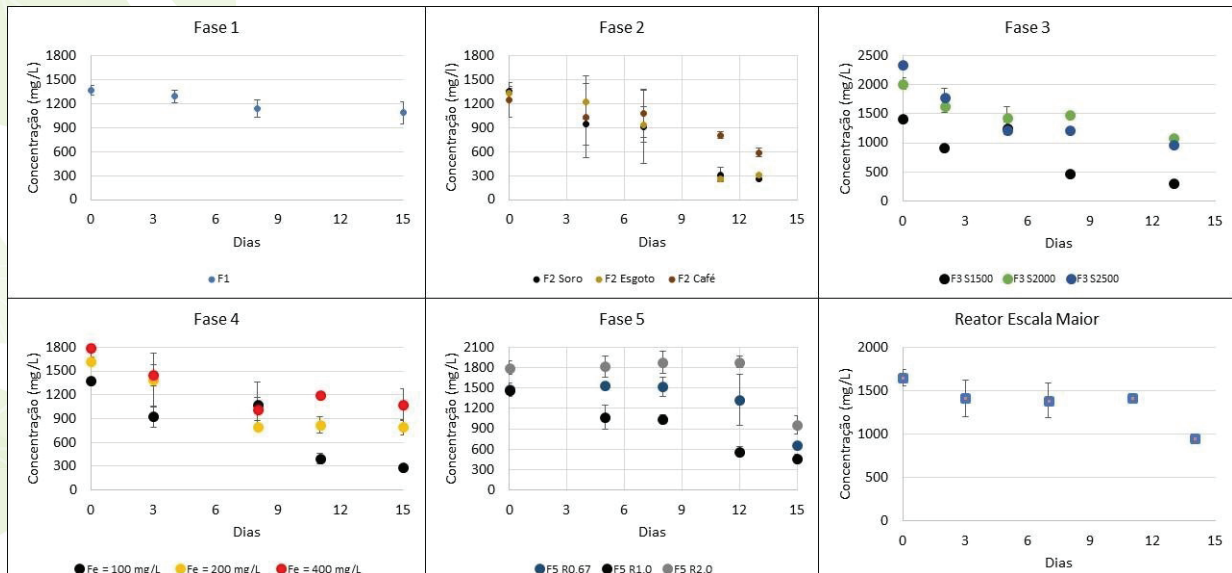
Além disso, o aumento da relação DQO/SO_4^- é indicado por alguns autores (SILVA et al, 2002; LENSET al. 1998) como uma maneira de favorecer o metabolismo de outros grupos bacterianos e desfavorecer as BRS. É provável, portanto, que com o maior aporte de elétrons, condições mais favoráveis a outros grupos bacterianos e não as BRS foi criado nos reatores.

Em relação ao Reator Maior Escala, pode-se destacar a falta de agitação aliada ao aumento de escala como causa da baixa remoção de DQO do meio. Como o reator possuía um volume útil 5 vezes maior do que os reatores testados nas fases anteriores, isso pode ter causado uma falta de contato entre o lodo contendo as BRS e todo o meio líquido contendo DAM + fonte de carbono. Com isso, sem a agitação, o lodo não conseguiu entrar em contato com todo o meio a ser tratado, gerando uma menor taxa de



remoção quando comparado às outras fases. A Figura 3 apresenta os gráficos relacionados à remoção de Sulfato em todas as fases do estudo:

Figura 3:
Remoção de Sulfato em todas as fases.

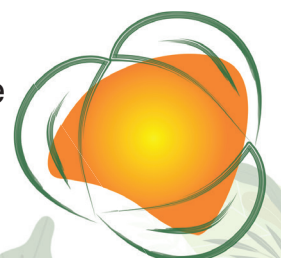


Na fase 1, ocorreu a menor taxa de remoção de sulfato entre todas as fases. Isso pode ser explicado pela ausência de matéria orgânica no meio, causando assim, falta de doadores de elétrons para que as Bactérias Redutoras de Sulfato conseguissem agir no meio.

Na fase 2, soro de leite e esgoto doméstico obtiveram taxas de remoção de sulfato bem próximas. Já quando foi utilizada a borra de café como fonte de carbono, o resultado não foi o mesmo. Isso pode ser explicado pela disponibilidade do carbono nessas fontes. Tanto o soro, quanto o esgoto, foram adicionados a partir de uma solução líquida. Já a borra de café continha maior quantidade de sólidos e isso pode ter prejudicado a utilização da matéria orgânica pelas BRS.

A diferença na carga orgânica disponível estudada na fase 3, deixou claro que o aumento da carga de DQO e sulfato promoveu uma mudança na rota metabólica de oxidação da matéria orgânica. Menores cargas aplicadas podem favorecer a predominância das BRS que são mais sensíveis a cargas maiores. (WIDDEL, 1988; MUYZER e STAMS, 2008).

Na fase 4, podemos constatar que maiores concentrações de ferro resultaram em menores valores de eficiência de remoção de

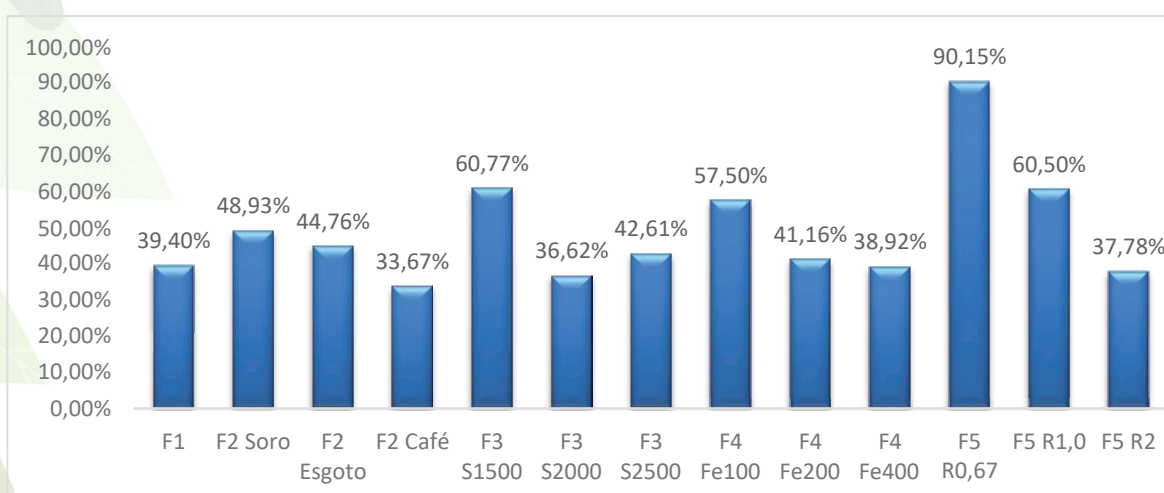


sulfato. Tang et al. (2009) explica que íons de ferro podem atuar como receptores de elétrons para algumas espécies de BRS, ou seja, o ferro presente pode dividir a função de receptor de elétrons com o sulfato, fazendo com que uma menor quantidade dele seja reduzido a sulfeto. Song et al. (1998) e Sani et al. (2001) também estudaram que altas concentrações de metais podem resultar em uma diminuição no metabolismo das BRS.

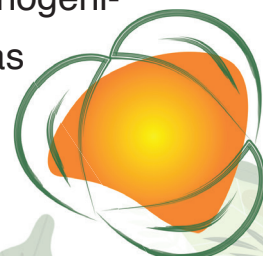
Na fase 5, observou-se que a razão $DQO/SO_4^- = 1$ promoveu melhores resultados. A baixa remoção de sulfato na razão $DQO/SO_4^- = 1$ pode estar relacionada com o metabolismo incompleto do substrato empregado como fonte de carbono. Madigan et al. (2004) descreveram um grupo de BRS que foram incapazes de oxidar completamente alguns substratos. Dessa forma, apenas parte do substrato disponível é utilizada como receptor de elétrons. Com isso, a razão DQO/SO_4^- igual a 1 pode ter disponibilizado uma quantidade de substrato próxima ao valor estequiométrico, gerando assim, um melhor resultado.

Em relação à condição da fase F5R2,0, com DQO/SO_4^- igual a 2,0, podemos explicar a baixa remoção de sulfato observando a Figura 4, que apresenta as eficiências de remoção de DQO por sulfetogênese de todas as fases:

Figura 4:
Contribuição da Sulfetogênese na eficiência de remoção de DQO.



É possível observar que na fase F5R2,0, a maior parte da DQO removida não foi causada pela ação das BRS, ou seja, as bactérias metanogênicas presentes no meio podem ter predominado na competição com as BRS pelo substrato disponível, causando menor redução de sulfato nessa fase.



Em relação ao Reator Maior Escala, pode-se explicar a baixa remoção de sulfato pelo mesmo motivo da baixa remoção de DQO: A falta de agitação aliada ao aumento de escala possivelmente foi a causa principal.

Por fim, nota-se que nas fases F2 Café, F4 Fe200 e F4 Fe400, apesar de ter ocorrido baixa taxa de eficiência de remoção de sulfato, a remoção de DQO foi satisfatória. Isso indica que ocorreu competição entre as arqueas metanogênicas, bactérias fermentativas e bactérias redutoras de sulfato nessas fases, além da ação do ferro como receptor de elétrons. Essa possível competição pela fonte de energia ou do ferro com o sulfato, resultou em remoção de sulfato menor que a esperada, porém não afetou a eficiência de remoção de DQO.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

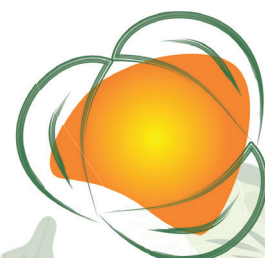
Observando o desempenho dos reatores estudados, concluiu-se que é imprescindível a escolha correta de uma fonte de matéria orgânica. Fontes que são mais disponíveis para as BRS possuem melhores resultados do que fontes, como a borra de café, que possuem maior quantidade de sólidos e dificultam o acesso das bactérias ao carbono. Vale ressaltar que efluentes com alta concentração de sulfato podem não ter boas taxas de remoção, uma vez que as BRS podem ser sensíveis a esses níveis mais altos de sulfato.

Ficou constatado que quando presente em maiores concentrações, o ferro pode dividir o papel de receptor de elétrons com o sulfato, diminuindo assim a redução de sulfato para sulfeto. Além disso, notou-se que em reatores com escala maior, faz-se a necessidade de adicionar um sistema de agitação para que propicie maior contato entre o lodo contendo as BRS e o meio líquido.

REFERÊNCIAS

AKCIL, A.; KOLDAS, S. **Acid Mine Drainage (AMD): causes, treatment and case studies**. Journal of Cleaner Production, v. 14, n. 12–13 SPEC. ISS., p. 1139–1145, 2006.

APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods for the examination for water and wastewater**. 22th ed. New York. 2012.



CAO, J.; ZHANG, g.; MAO, Z.; FANG, Z.; YANG, C. **Precipitation of valuable metals from bioleaching solution by biogenic sulfides.** Minerals Engineering, v. 22, p. 289 – 295. 2009

COSTA, M. C. et al. **Wine wastes as carbon source for biological treatment of acid mine drainage.** Chemosphere, v. 75, n. 6, p. 831–836, 2009.

LIAMLEAM, W.; ANNACHHATRE, A. P. **Electron donors for biological sulfate reduction.** Biotechnology Advances, v. 25, p. 452-463. 2007.

MADIGAN, M.T.; MARTINKO, J.M.; PARKER, J. **Microbiologia de Brock.** 10.ed. São Paulo:Prentice Hall, 2004, p. 608.

MUYZER, G.; STAMS, A. J. M. **The ecology and biotechnology of sulphate-reducing bacteria.** Nature Reviews - Microbiology, v. 6, n. 6, p. 441–454, 2008.

ROBINSON-LORA, M. A.; BRENNAN, R. A. **Efficient metal removal and neutralization of acid mine drainage by crab-shell chitin under batch and continuous-flow conditions.** Bioresource Technology, v. 100, n. 21, p. 5063–5071, 2009.

RODRIGUEZ, R. P.; OLIVEIRA, G. H. D.; RAIMUNDI, I. M.; ZAIAT, M. **Assessment of a UASB reactor for the removal of sulphate from acid mine water.** International Biodeterioration & Biodegradation, v. 74, p. 48-53. 2012.

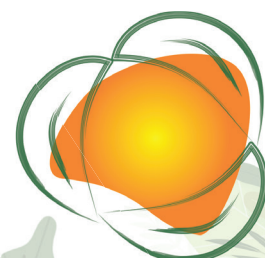
SANI, R.K.; PEYTON, B.M.; BROWN, L.T. (2001.) **Copper-induced inhibition of growth of *Desulfovibrio desulfuricans* G20: assessment of its toxicity and correlation with those of zinc and lead.** Applied Environmental Microbiology, v. 67(10), p. 4765-4772.

SHEORAN, A.S.; SHEORAN, V.; CHOUDHARY, R.P. **Bioremediation of acid-rock drainage by sulphate-reducing prokaryotes: A review.** Minerals Engineering, v.23, p. 1073-1100. 2010.

SONG Y.C., PIAK, B.C., SHIN, H.S., LA SJ. (1998) **Influence of electron donor and toxic materials on the activity of sulfate-reducing bacteria for the treatment of electroplating wastewater.** Water Science and Technology, v. 38, p. 187-194.

TANG K.; BASKARAN, V.; NEMATI, M. (2009) **Bacteria of the sulfur cycle: An overview of microbiology, biokinetics and their role in petroleum and mining industries.** Biochemical Engineering Journal, v. 44, p. 73-94.

WIDDEL, E. (1988) **Microbiology and ecology of sulfate- and sulfur-reducing bacteria. Biology of anaerobic microorganisms.** John Wiley & Sons, New York, p. 469-586.





A INFLUÊNCIA DAS MINHOCAS NA DECOMPOSIÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA

RHAIRA FERNANDA AYOUB CASALVARA¹

HANIEL FERNANDO AYOUB CASALVARA²

RÚBIA CARVALHO GOMES CORRÊA³

REAPROVEITAMENTO, REUTILIZAÇÃO E TRATAMENTO DE RESÍDUOS (SÓLIDOS E LÍQUIDOS)

RESUMO

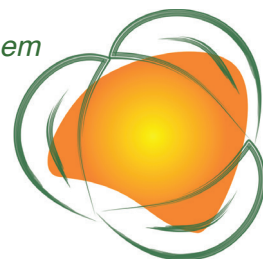
O aumento populacional acentuado nos centros urbanos em conjunto com os avanços tecnológicos fez com que a quantidade de resíduos sólidos urbanos, fração orgânica, crescesse consideravelmente. Diante disso a compostagem é uma alternativa promissora para a disposição desses materiais e vem sendo adotada no mundo todo. No trabalho em questão, baseado em análise experimental e estatística, os resultados foram obtidos utilizando o software bioestat. Foi trazido os resultados necessários para se demonstrar a atuação positiva das minhocas na decomposição da matéria orgânica em composteiras domésticas, apontando dentre tudo, a forma que a temperatura indica a etapa do processo de decomposição, bem como a consideração de variáveis indispensáveis como a umidade e o odor no experimento científico. A hipótese será comprovada mediante aplicação do teste de normalidade de Shapiro-Wilk e posteriormente o Teste T para indicar a diferença das médias amostrais, por fim o teste de correlação de Spearman para dados amostrais não lineares. Os resultados mostram que as técnicas utilizadas para compostagem se revelam em uma alternativa viável para a ciclagem dos resíduos orgânicos urbanos, e não deve ser feita sem a atuação das minhocas, pois sem elas o processo

221

1 Discente Programa de Mestrado em Tecnologias Limpas - Universidade Cesumar – UniCesumar, rhaira.casalvara@gmail.com.

2 Engenheiro Ambiental Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Bacharel em Direito Faculdade Integrado, hanielcasalvara@gmail.com

3 Docente Programa de Mestrado em Tecnologias Limpas - Universidade Cesumar – UniCesumar, rubia.correa@unicesumar.edu.br.



certamente apresentará deficiências principalmente no fator tempo, podendo levar inclusive os resíduos a apodrecer e não a se decompor.

Palavras-chave: Corantes Vegetais; Sustentabilidade; Solidez; Mordentes.

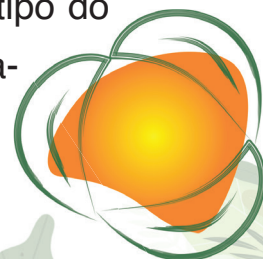
INTRODUÇÃO

O crescimento da geração de resíduos residenciais urbanos é gradativo, e isso tem construído grandes problemas ambientais, desde a coleta e disposição até as consequências difusas que esse lixo pode provocar no meio ambiente (MUCELIN e BELLINI, 2008). Assim, surge a necessidade de aprimorar técnicas e alternativas sustentáveis como objeto de destinação para esses resíduos.

Muito se discute sobre os resíduos produzidos nas residências urbanas, onde apesar da separação dos recicláveis ainda restam os que são denominados orgânicos. Portanto, os restos de alimentos, juntamente com todo o material sólido de origem orgânica (animal ou vegetal), gerados nos domicílios, constituem os resíduos sólidos orgânicos urbanos (REDAÇÃO AMBIENTE BRASIL, 2017; RICCHINI, 2016; SCHIEDECK et al. 2010; WANGER e FREITA, 2010).

Uma alternativa de tratamento e aproveitamento desse lixo é a compostagem, que é um processo de transformação de resíduos orgânicos em substância húmica, em síntese, a partir da mistura de restos de alimentos, frutos, folhas, esterco, palhada, dentre outros, se obtém ao fim do processo um adubo orgânico homogêneo, de cor escura, solto, rico em nutrientes e com melhora nas propriedades físicas, químicas e biológicas (REDAÇÃO AMBIENTE BRASIL, 2017; RICCHINI, 2016; SCHIEDECK et al. 2010; WANGER e FREITA, 2010).

Muitas são as variáveis que é preciso se considerar quando o objetivo é construir uma composteira, quanto a forma que o material será disposto, o espaço que será dedicado a instalar a estrutura, a facilidade de acesso a esse ambiente, ocorrência de sol e sombra, proteção contra o vento, o tipo do solo implantado, a presença de microrganismos, aeração, humida-



de e temperatura (REDAÇÃO AMBIENTE BRASIL, 2017; RICCHINI, 2016; SCHIEDECK et al. 2010; WANGER e FREITA, 2010).

No meio natural se verifica a atuação das minhocas na decomposição da matéria orgânica, são anelídeos com o corpo alongado e segmentado e detritívoro, ou seja, a sua alimentação se resume a organismos animais mortos e diversos tipos de folhas e frutos (REDAÇÃO AMBIENTE BRASIL, 2017; RICCHINI, 2016; SCHIEDECK et al. 2010; WANGER e FREITA, 2010).

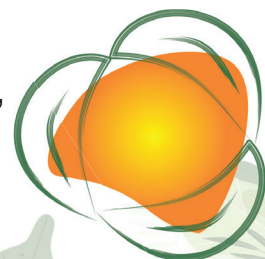
As minhocas são muito importantes para o solo e para o meio ambiente, pois se alimentam de restos orgânicos de animais e vegetais, eliminando em suas fezes restos alimentares que sofrem a ação de bactérias decompositoras, essas bactérias agem sob esses restos alimentares e produzem os húmus, que é muito importante para o crescimento e desenvolvimento de plantas, além de ser rico em fósforo, potássio e nitrogênio. Quando se movimentam embaixo da terra, cavam túneis, que favorecem a aeração do solo, contribuindo para a permeabilidade e infiltração (REDAÇÃO AMBIENTE BRASIL, 2017; RICCHINI, 2016; SCHIEDECK et al. 2010; WANGER e FREITA, 2010).

No presente trabalho, será proposto a comprovação da contribuição das minhocas no processo de decomposição da matéria orgânica, portanto será apontado a partir de análise experimental qual a influência desses anelídeos no processo de compostagem, sendo avaliado as alterações de temperatura nas composteiras, esse dado é o principal indicador do processo de decomposição da matéria orgânica, que libera calor conforme avança, essa variação de temperatura pode chegar a 70°C (REDAÇÃO AMBIENTE BRASIL, 2017; RICCHINI, 2016; SCHIEDECK et al. 2010; WANGER e FREITA, 2010).

Portanto o objetivo é verificar o efeito positivo da atuação das minhocas no processo de decomposição da matéria orgânica, sob avaliação contínua das variáveis essenciais ao processo, principalmente: temperatura, umidade, aeração, odor e tempo.

METODOLOGIA

Devido aos preceitos que regem o processo de compostagem, se definiu uma área experimental coberta, sob incidência de radiação



solar moderada, correntes de ar também equilibradas, localizada em uma propriedade rural no município de Araruna- PR, o experimento ocorreu no período de 15 de setembro de 2017 até 30 de setembro de 2017, totalizando 15 dias.

Foram definidas ainda afim de determinar o efeito da participação das minhocas no processo de decomposição um total de 6 amostras, das qual, 3 continham minhocas e 3 não continham.

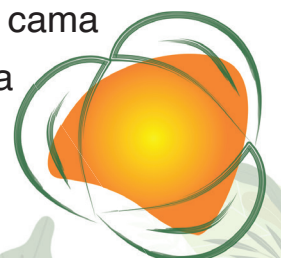
As amostras das composteiras foram confeccionadas utilizando os potes de mozzarella reaproveitados, principalmente por ter pequenos furos em suas extremidades que viriam a favorecer o fluxo de ar e dispersão de parte do calor, cuja as dimensões são de 30cm de altura, 30cm de comprimento e 15cm de largura, com capacidade de admitir 1300g quando cheio.

O processo de decomposição da matéria orgânica promove a liberação de chorume, liquido residual, que pode fazer com que a composteira fique com excesso de liquido na sua base, então, foram selados com o auxílio de silicone industrial dois desses potes um em cima do outro para que permita o fluxo desse liquido residual (chorume) acumulado na base do pote superior para o inferior, esse que estaria inteiramente dedicado a comportar o excesso de liquido. Então foi instalado torneiras de escape no pote inferior, afim de permitir que esse liquido tenha possibilidade de fluir quando o pote encha.

Foi definido então a disposição dos materiais de acordo com a altura dos potes, na altura 0 cm foi instalada uma tela fina que possa conter pequenas partículas de solo para não entupir os furos que permitem o escoamento do chorume, e logo acima aos 2 cm a cama de minhocas, feitas a partir de recortes de jornal molhados.

Na altura de 2 cm até 10 cm foi colocado o solo, latossolo vermelho, retirado na mesma propriedade. Posteriormente foi colocado a lavagem orgânica (fig. 8) a qual foram selecionadas apenas folhas de alface picadas, na altura de 10 cm até 20 cm. Por fim foi colocada na altura de 20 cm até 27 cm mais do solo já indicado e logo acima um recorte de papelão como tampa.

O peso das camadas consideráveis foi padronizado para: cama de minhocas, primeira camada de solo, lavagem orgânica e última



camada de solo, sendo respectivamente, 50 gramas, 400 gramas, 300 gramas, 450 gramas. Totalizando 1200 gramas.

A partir das amostras moldadas e preenchidas conforme as disposições já indicadas passaram a ser anotadas com o auxílio de planilhas eletrônicas a variação da temperatura interna em cada uma das amostras, a umidade, se havia ou não o mal cheiro e a promoção do processo de reviragem do conteúdo.

O tempo definido para as verificações da temperatura e odor foi de 12 horas, já para umidade e reviragem se davam a cada 5 dias. Tais dados apontam importantes resultados e servem de apoio para tomada de medidas corretivas caso o processo apresente algum dado em excesso.

A medida corretiva para a produção de odor desagradável está diretamente relacionada com o tipo do material disposto nas compoteiras. Quanto matéria orgânica com altos teores de ácidos, como dentes de alho e cebola são submetidos ao processo ocorre uma produção exagerada de componentes ácidos que produzem mau cheiro. Para evitar essas situações no presente experimento as lavagens foram padronizadas e definidas com a utilização apenas de folhas de alface, espécie com alto teor de umidade e rápida decomposição.

Se observado alto teor de umidade é necessário adotar como medida corretiva a adição de material que venha a absorver esse excesso, como serragem de madeira, folhas secas dentre outros. A reviragem é apenas proposta a fim de promover mais desprendimento do solo e acelerar o processo de decomposição.

Os resultados foram obtidos utilizando o *software bioestat*. Os dados de normalidade e anormalidade serão expressos pelo teste de Shapiro-Wilk cujo objetivo é fornecer uma estatística de teste para avaliar se uma amostra tem distribuição normal, podendo ser usado para dados amostrais de qualquer tamanho. Posteriormente, com a obtenção dos resultados se optou por qual medida de correlação de Spearman ou Pearson.

A análise estatística indicará a força e a direção dessa relação, para dados não normais deve-se aplicar o teste de correlação de



Spearman, que avalia a relação monotônica de duas variáveis contínuas ou ordinais, essa relação indica que as várias tendem a mudar juntas, mas não de forma constante. Já Person se aplica quando os dados normais, que irá apresentar uma relação linear entre duas variáveis contínuas.

Por fim, para determinar a diferença entre as amostras, optou-se pela aplicação do teste T, método indicado para se avaliar a diferença entre as médias de dois grupos, assim se definiu então as médias das temperaturas encontradas para processar a análise estatística.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados observados para o teste de normalidade de Shapiro-Wilk revelam que os dados para as amostras sem minhoca são não normais, ou seja, descarta a possibilidade de relação da temperatura e tempo para elas. Diferente é o observado no conjunto amostral que continha minhoca, que revelou normalidade nos dados, afirmando a existência da relação temperatura e tempo para as amostras.

Dada a determinação das análises e o período do experimento se desenvolveu então as tabelas para cada amostra que explanam os resultados necessários para que se comprove a atuação das minhocas positivamente no processo de decomposição, dentre eles, o tempo ao qual foi feita a anotação a temperatura ambiente (afim de analisar a relação dela com a temperatura das amostras), a temperatura no interior da amostra, a umidade, se houve ou não reviragem e irrigação.

Os resultados mostraram o aumento considerável da temperatura no interior das amostras para todas que continham as minhocas. Isso indica o avanço do processo de compostagem decompondo a matéria no interior dos potes, o mesmo não ocorreu nas amostras que não continham as minhocas no mesmo intervalo de tempo. Essa relação tempo e temperatura pode ser observada nos gráficos obtidos pela dispersão de pontos com linha de tendência dos resultados obtidos nos testes.

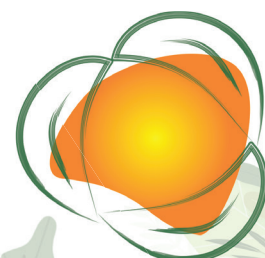


Figure 1:
Relação de temperatura e tempo para os resultados observados na planilha da amostra MINHOCA 1.

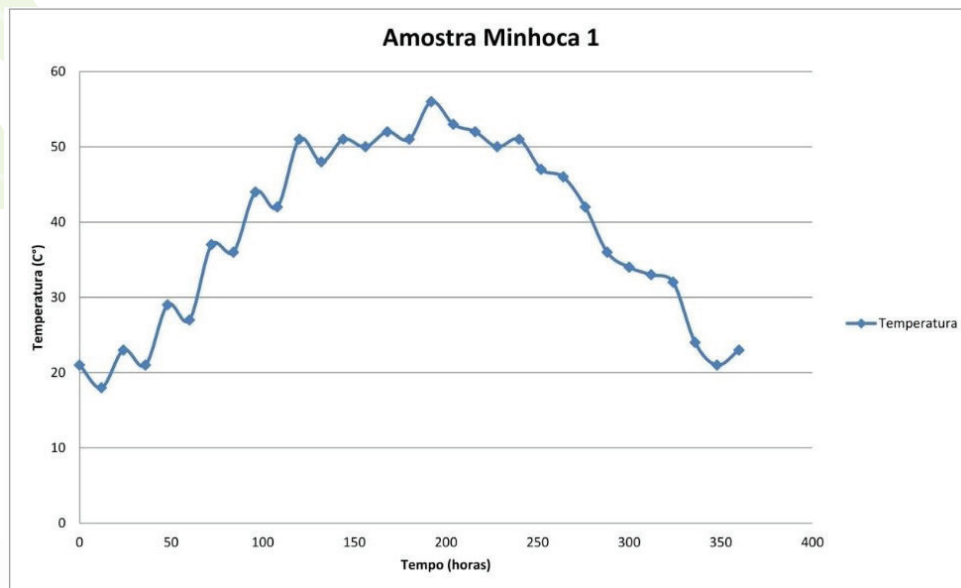


Figure 2:
Relação de temperatura e tempo para os resultados observados na planilha da amostra MINHOCA 2.

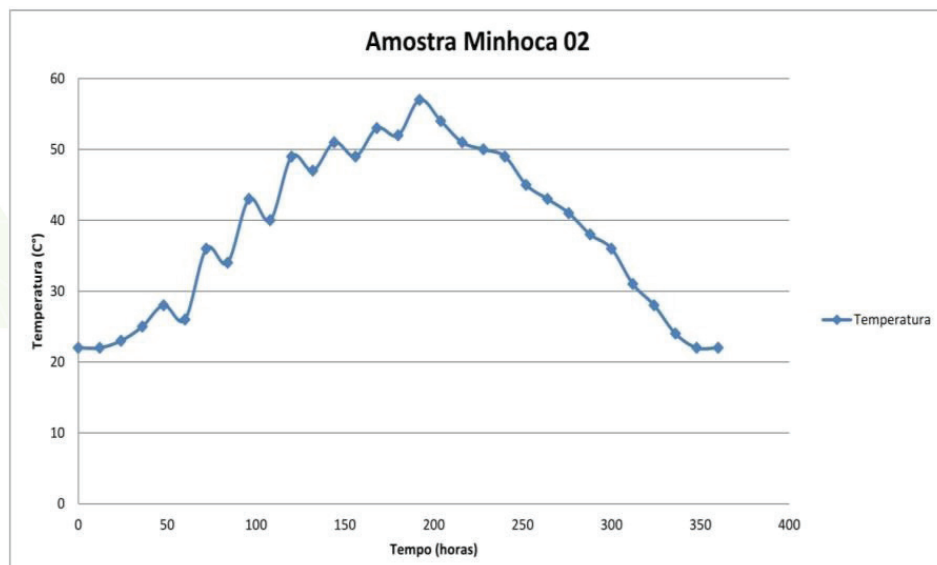


Figure 3:
Relação de temperatura e tempo para os resultados observados na planilha da amostra MINHOCA 3.

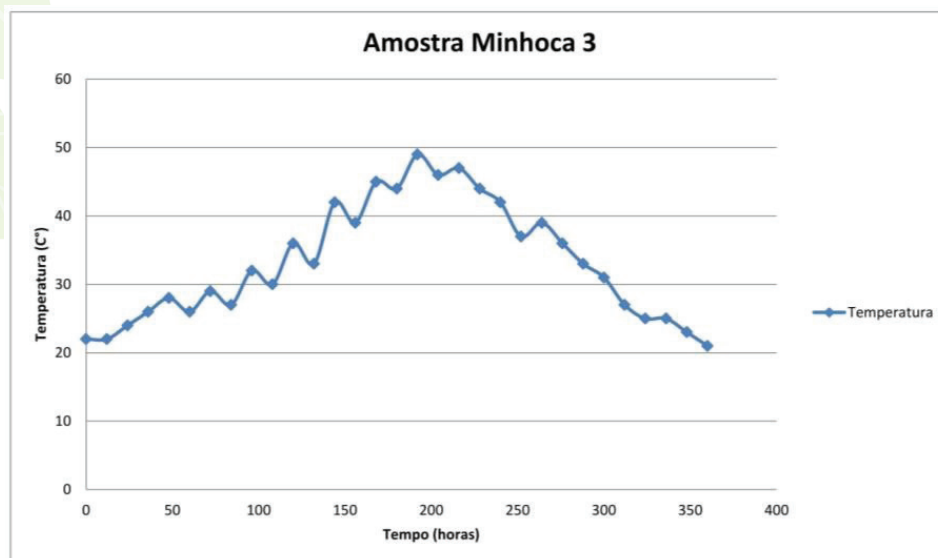


Figure 4:
Relação de temperatura e tempo para os resultados observados na planilha da amostra NATURAL 1.

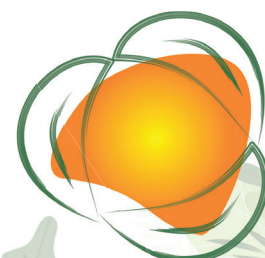
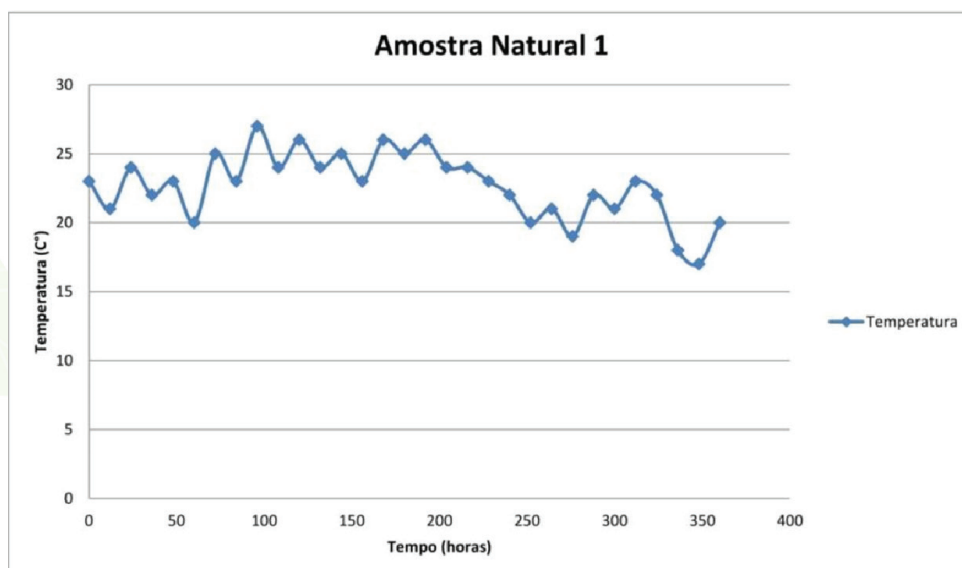


Figure 5:
Relação de temperatura e tempo para os resultados observados na planilha da amostra NATURAL 2.

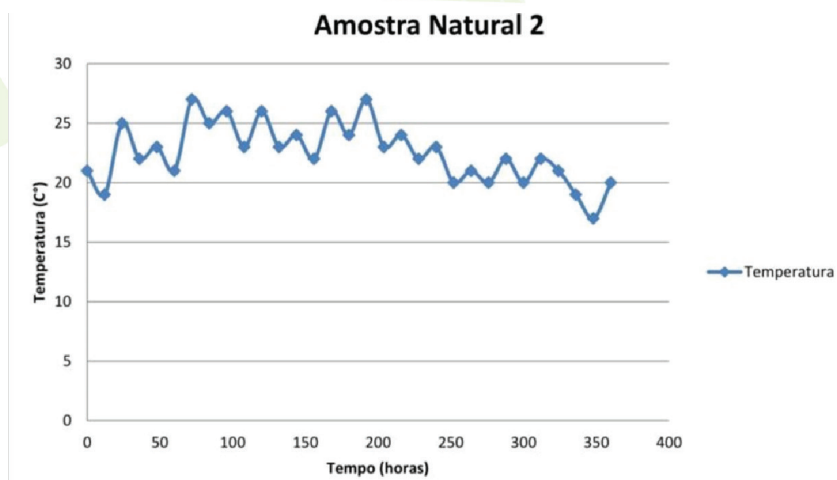
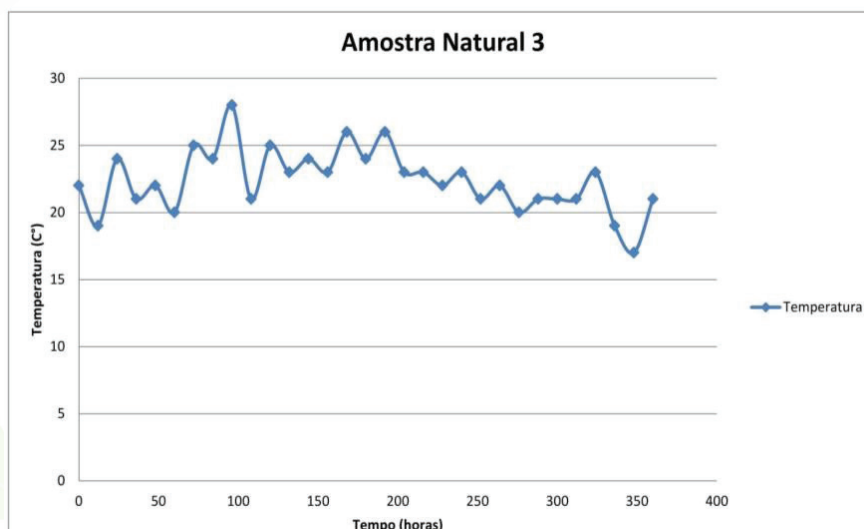


Figure 6:
Relação de temperatura e tempo para os resultados observados na planilha da amostra NATURAL 3.



Portanto, revelou-se que existe a atuação considerável das minhocas no processo de decomposição principalmente porque tal só ocorreu nas amostras que continham as minhocas, com dados de temperatura e tempo, foram então feitos os testes estatísticos a fim de comprovar a hipótese cientificamente. Tais testes são expostos nas tabelas e gráficos abaixo.

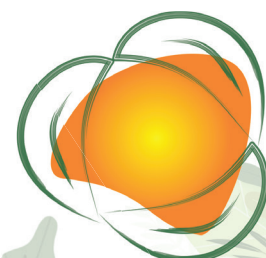


Tabela 1:
Análise descritiva para os conjuntos amostrais.

	COM MINHOCAS	SEM MINHOCAS
TAMANHO DA AMOSTRA	31	31
MÍNIMO DE TEMP.	20.6667	17
MÁXIMO DE TEMP.	54	57
AMPLITUDE TOTAL	33.3333	22.6667
PRIMEIRO QUARTIL (25%)	27.3333	21
TERCEIRO QUARTIL (75%)	46.6667	24.1667
DESVIO INTERQUARTÍLICO	19.3333	3.1667
MÉDIA ARITMÉTICA	36.7957	22.5269
VARIÂNCIA	113.3235	5.4798
DESVIO PADRÃO	10.6454	2.3409
ERRO PADRÃO	1.912	0.4204
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO	28.93%	10.39%
ASSIMETRIA (G1)	-0.0863	-0.1189
CURTOSE (G2)	-1.4357	-0.1204
MÉDIA HARMÔNICA	33.581	22.2841
MÉDIA GEOMÉTRICA	35.2068	22.2841
VARIÂNCIA GEOMÉTRICA	1.0423	1.00049
DESVIO PADRÃO GEOMÉTRICO	1.3619	1.1116

A análise descritiva apresenta os conjuntos de dados de temperatura para as amostras, demonstrando as médias, mínimos e máximos, fornecendo informações importantes principalmente de variação e desvio padrão, Tabela 2, possíveis de se observar na Figura 7.

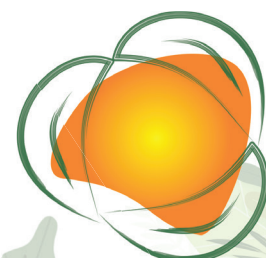
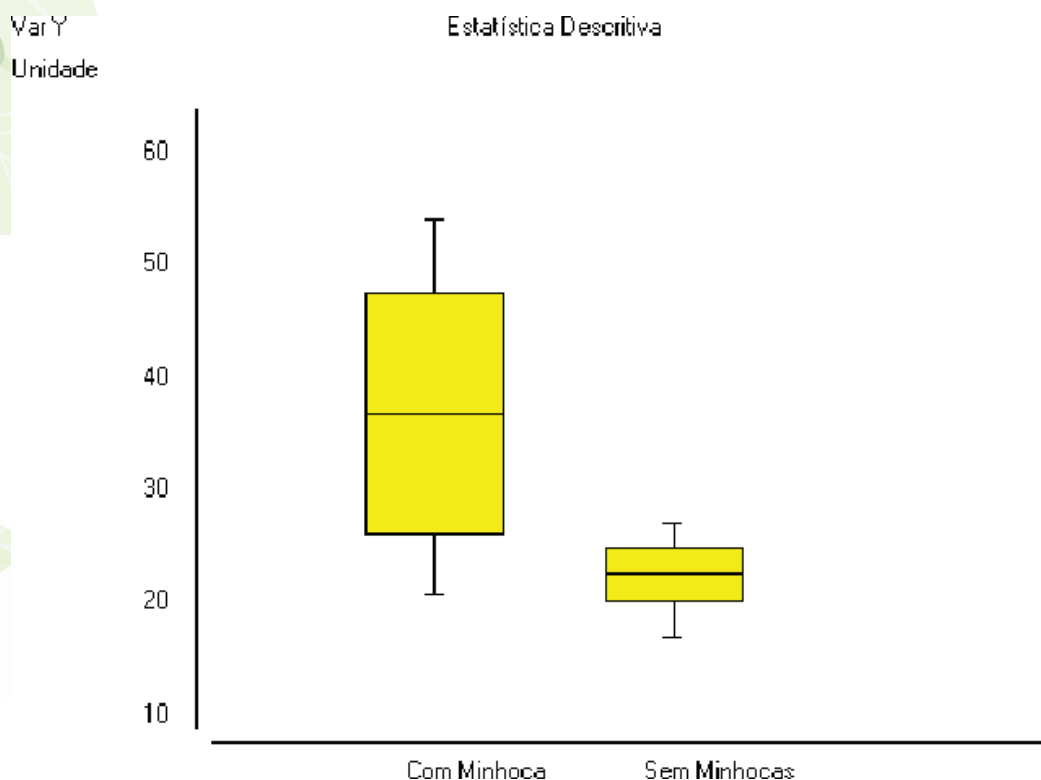


Figure 7:
Análise estatística descritiva para o conjunto de amostras de MINHOCA e NATURAL.

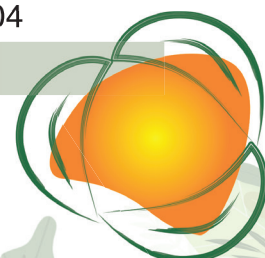


Nota-se a variação de temperatura superior para o conjunto de dados apresentados nas amostras que continham minhocas, tendo a variação do mínimo de 20,6667° C e máximo de 54° C, com variância de 113,3235° C. Já para as amostras sem minhoca o mínimo verificado foi de 17° C com máximo de 27° C, e a taxa de variação de 5,4789° C (Figura 7). Com os resultados das médias e, por conseguinte a aplicação do Teste T, determinou a diferença das médias de ambos conjuntos amostrais (Tabela 2).

Tabela 2:
Teste T para o conjunto de amostras MINHOCA e NATURAL

	COM MINHOCAS	SEM MINHOCAS
TAMANHO DA AMOSTRAS	31	31
MÉDIA	36.7957	22.5269
DESVIO PADRÃO	10.6454	2.3409
ERRO PADRÃO	31.912	0.4204
ERRO PADRÃO DA DIFERENÇA	1.7111	-
MÉDIA DAS DIFERENÇAS	14.2688	-

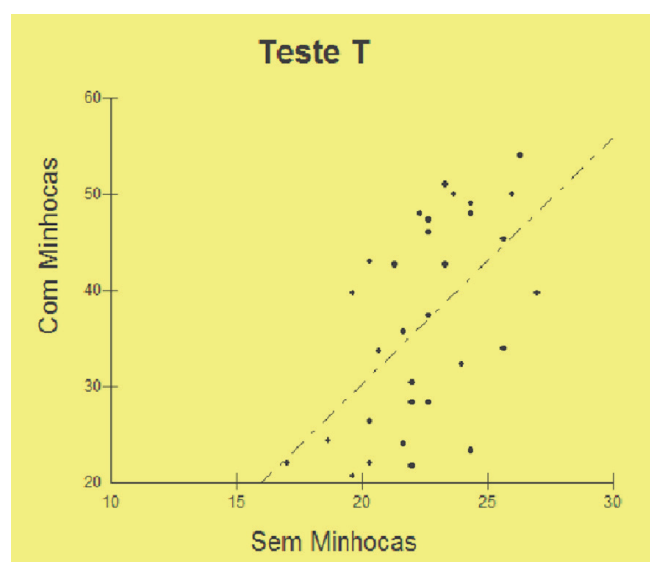
Continua...



	COM MINHOCAS	SEM MINHOCAS
(T)	8.3389	-
GRAUS DE LIBERDADE	30	-
(P) UNILATERAL	< 0.0001	-
(P) BILATERAL	<0.0001	-
IC (95%)	10.7747 A 17.7629	-
IC (99%)	9.5632 A 18.9744	-

Se conclui que existe diferença dos dados de temperatura apenas para as amostras que continham minhoca, pois o erro padrão (p), apresenta valor considerável apenas para esse conjunto de amostra, sendo de 1,912, revelando então que é possível aceitar a hipótese que existe diferença na relação, pois o erro máximo aceitável para desconsiderar a diferença é de 0,5, que é o caso das amostras sem minhocas, relando o erro padrão de 0,4204. Adendo a esse resultado é possível apresentar o gráfico de pontos para os conjuntos amostrais com minhoca e sem minhoca (Figura 8).

Figura 8:
Variação da temperatura apresentada em forma de dispersão para as amostras MINHOCA e NATURAL.



Para se reafirmar a hipótese inicial da contribuição das minhocas na decomposição da matéria orgânica, se vê necessário comprovar que não houve correlação da temperatura ambiente com a temperatura medida



no interior de ambos os conjuntos amostrais, para tal se propôs o teste de correlação de Spearman para dados não normais (tabela 3).

Tabela 3:
Teste de correlação de Spearman, entre a temperatura ambiente e a temperatura no interior dos conjuntos amostrais MINHOCA e NATURAL.

	COM MINHOCAS	SEM MINHOCAS
COEFICIENTE DE SPEARMAN (RS)	0.0987	0.5728
T	0.5343	3.7634
(P) ERRO PADRÃO	0.5972	0.0007
NÚMERO DE PARES	31	31

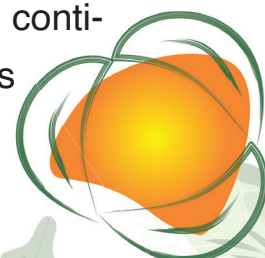
Como observado na tabela 3, o valor de (P) para o conjunto amostral com as minhocas impossibilitou que se admitisse a hipótese de influência da temperatura ambiental pois revelou o valor de 0,5972, diferente para o conjunto sem as minhocas que apresentou considerável relação com a temperatura ambiente, ou seja, a temperatura ambiente influencia os dados coletados de temperatura no interior das amostras, com o p de 0,0007, existindo correção dos dados.

233

CONCLUSÕES

As técnicas adotadas para confecção e gerenciamento das composteiras se mostraram muito eficiente, pois não se observou a geração de odor, reafirmasse então a importância de ao adotar a construção desse tipo de processo a fim de reaproveitar os resíduos orgânicos urbanos conduzir o processo levando em consideração seus fatores básicos, como aeração, umidade e temperatura, que se feitos devidamente feitos não apresentará a geração de mau cheiro nem de vetores indesejados como moscas e varejeiras.

A partir dos resultados obtidos em todas as análises estatísticas, revelou-se que existe influência positiva das minhocas no processo de decomposição, uma vez que o processo só ocorreu nas composteiras que continham os anelídeos e nem sequer se iniciou nas amostras que não as continham.



Descartou-se a possibilidade de existir interferência da temperatura ambiente nas amostras com as minhocas, por outro lado nas sem minhoca a variação da temperatura observada se deu quase que inteiramente pela mudança na temperatura ambiente.

Sendo assim a compostagem se revela em uma alternativa viável para a ciclagem dos resíduos orgânicos urbanos, e não deve ser feita sem a atuação das minhocas, pois sem elas o processo certamente apresentará deficiências principalmente no fator tempo, podendo levar inclusive os resíduos a apodrecer e não a se decompor.

REFERÊNCIAS

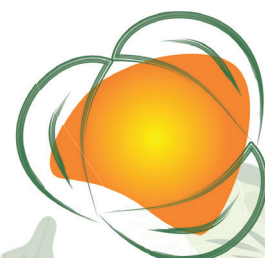
MUCELIN, C. A.; BELLINI, M. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. **Sociedade & Natureza**, v. 20, n. 1, p. 111–124, 2008.

REDAÇÃO AMBIENTE BRASIL. Compostagem: Etapas de decomposição. 2017. Disponível em: <http://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/coleta_e_disposicao_do_lixo/compostagem_-_etapas_da_decomposicao.html>

RICCHINI, R. Compostagem: o destino correto do lixo orgânico. 2016. Disponível em: <<http://www.setorreciclagem.com.br/compostagem/compostagem-o-destino-correto-para-o-lixo-organico/>>

SCHIEDECK, G. et al. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Clima Temperado Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento Minhocultura Produção de húmus 2a edição revista e ampliada. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 5, n. 2, p. 81–88, 2010. Disponível em: <www.embrapa.br/livraria>

WANGEN, D.; FREITAS, I. Compostagem Doméstica: alternativa de aproveitamento de resíduos sólidos orgânicos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 5, n. 2, p. 81–88, 2010.





TENDÊNCIAS DE ÍNDICES CLIMÁTICOS PARA CIDADE DE IBIRITÉ – MINAS GERAIS

FLÁVIO SOARES NUNES¹

LUCAS DE ALBUQUERQUE MARTINS²

RAYSSA GARCIA DE SOUSA³

SIMONE ANDRADE BASTOS⁴

ALISSON SOUZA DE OLIVEIRA⁵

ROSÂNGELA FRANCISCA DE PAULA VITOR MARQUES⁶

MUDANÇAS CLIMÁTICAS

RESUMO

Desde a revolução industrial, o homem tem descarregado na atmosfera enormes quantidades de gases que podem, potencialmente, ter efeito sobre o clima, como CO₂ e gás metano. Outro fato que pode estar influenciando o clima é o desmatamento e o desenvolvimento das grandes metrópoles através da alteração da incidência da radiação do sol criando ilhas de calor. Neste sentido, objetivou-se, neste estudo, avaliar a tendência de quatro índices de extremos climáticos relacionados às temperaturas mínimas e máximas do ar, no município de Ibirité, MG. Estes índices foram desenvolvidos pelo “*Expert Team on Climate Change Detection Monitoring and Indices*” (ETCCDMI) com o objetivo de subsidiar alterações climáticas em nível global, regional e local.

235

1 *Discente do programa de Mestrado Profissional em Sustentabilidade em Recursos Hídricos, da Universidade Vale do Rio Verde, flavio.nunes@vale.com.*

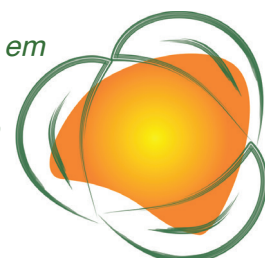
2 *Discente do programa de Mestrado Profissional em Sustentabilidade em Recursos Hídricos, da Universidade Vale do Rio Verde, lucas.martins@vale.com.*

3 *Discente do programa de Mestrado Profissional em Sustentabilidade em Recursos Hídricos, da Universidade Vale do Rio Verde, rayssa.sousa@yahoo.com.br.*

4 *Discente do programa de Mestrado Profissional em Sustentabilidade em Recursos Hídricos, da Universidade Vale do Rio Verde, simone.bastos@unincor.edu.br.*

5 *Prof. Dr. Universidade Vale do Rio Verde – Mestrado Profissional sustentabilidade em Recursos Hídricos, alissonso@hotmail.com.*

6 *Profa. Dra. Universidade Vale do Rio Verde – Mestrado Profissional sustentabilidade em Recursos Hídricos, roeflorestal@hotmail.com.*



Para tanto, foi utilizada uma série histórica obtida junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para o município, compreendendo o período de 1961 a 2017. As análises foram conduzidas considerando as quatro estações do ano com base nos testes de Mann-Kendall e regressão linear. Os resultados mostraram tendências de aumento para os índices de temperaturas máximas (TXn e TXX) e mínimas (TNn e TNx) para o município de Ibité ao longo dos meses, porém sem padrão para a sazonalidade de período seco e chuvoso observadas. Contudo, é importante ressaltar que a localização do município de Ibité pode ser influenciada pelo fenômeno conhecido como ilha de calor, visto encontrar-se próxima a uma região metropolitana adensada, fato que pode contribuir para a elevação das temperaturas mínimas e médias.

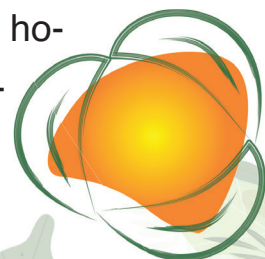
Palavras-chave: Tendências Climáticas; Índices extremos de temperatura; Aquecimento Global.

INTRODUÇÃO

A situação climática do Planeta Terra é fonte de preocupação da comunidade mundial, tendo em vista as mudanças constantes de temperaturas e precipitações, causando danos ao planeta e aos indivíduos. De acordo com Conti (2005) o degelo dos Andes Meridionais é uma evidência do agravamento do efeito estufa do planeta, sendo previstas tendências de aumento da temperatura em torno de 2°C, elevação do nível do mar de 0,50 a 0,80cm, entre 1990 e 2100, incidência de secas e inundações mais constantes.

A percepção das alterações climáticas transcende às áreas científicas, sendo discutida no cotidiano das pessoas que, frequentemente se deparam com eventos extremos. Neste contexto, a Geologia, segundo Eerola (2013), suporta o desenvolvimento de estudos para mensuração destas mudanças, que podem ser exemplificadas por registros pretéritos da existência de mares, desertos, geleiras no Brasil, o autor ainda acrescenta que a instabilidade climática atual é pouco significativa quando comparada às eras geológicas já passadas pelo planeta.

Estudiosos de múltiplas disciplinas das ciências naturais têm aplicado técnicas modernas com o objetivo de entender como as ações antrópicas podem também influenciar no clima. Desde a revolução industrial, o homem tem descarregado na atmosfera enormes quantidades de gases que podem, potencialmente, ter efeito sobre o clima, como CO₂



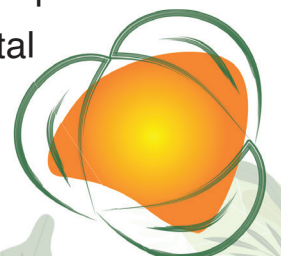
e gás metano. A estimativa dada para o aquecimento da Terra é de 1,2 graus para cada duplicação, de modo que 2,4 graus seria o aquecimento se as concentrações de CO₂ aumentassem em um fator 4 (ROSSETI, 2017).

Pode-se afirmar que existem muitos estudos e debates sobre a influência da geologia nas mudanças climáticas, porém mesmo com todo esforço dos cientistas as conclusões ainda são imprecisas e factíveis de contestação. Bessat (2015) pondera que não existe verdade absoluta quando o assunto é clima e destaca a transdisciplinaridade do tema, que envolve questões científicas, políticas, territoriais, econômicas, sociais e culturais, acrescentando que, muitas vezes são gerados cenários extremamente severos, porém sem considerar os tempos da geo-história envolvida neste processo.

Neste cenário é necessário a aplicação de técnicas que possam mensurar de forma mais direta as alterações climáticas. Uma das linhas utilizadas são os índices de detecção de mudanças climáticas, propostos pela Equipe de Especialista em Detecção, Monitoramento e Índices de Mudanças Climática, do Programa de Pesquisa do Clima Mundial.

Luiz Silva et al (2014) em trabalho publicado na Revista Brasileira de Meteorologia sobre extremos climáticos de temperatura e precipitação no estado do Paraná, com dados avaliados de 1976 a 2010, afirmam que os indicadores TNn (valor mínima mensal de temperatura mínima diária), TNx (valor máximo mensal de temperatura mínima diária), TXn (valor mínima mensal de temperatura máxima diária) e TXx (valor máximo mensal de temperatura máxima diária) apresentam tendência de elevação. Para TNx estes indicadores ficam em torno +0,01° C por ano, e para TXx esta tendência é de +0,03°C por ano. Segundo Obregón e Marengo (2007) as tendências de aquecimento no estado do Paraná podem estar relacionadas ao crescimento do perímetro urbano.

Segundo Luiz Silva & Dereczynski (2015) no estudo “Caracterização climatológica e Tendências observadas em Extremos Climáticos para o Estado do Rio de Janeiro” houve elevação das temperaturas mínimas entre +0,001 °C/ano e +0,004°C/ano para a região metropolitana do Rio de Janeiro, enquanto as máximas variaram entre +0,001 °C/ano e +0,008°C/ano na Capital do Estado e +0,001 °C/ano e +0,004°C/ano para o norte fluminense.

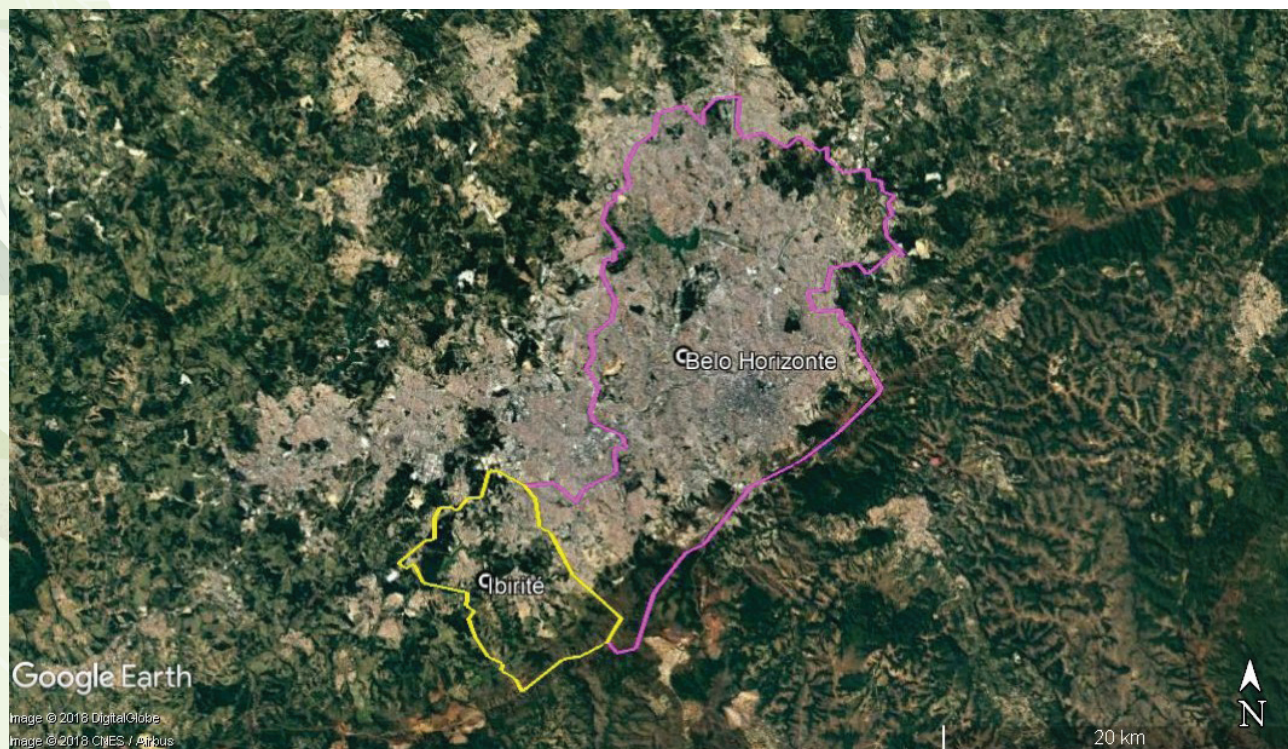


Portanto, objetivou-se neste trabalho analisar o comportamento tendencial dos índices extremos de temperatura do ar (temperaturas mínimas – TNn e TNx e máximas – TXn E TXx), para uma estação meteorológica da cidade de Ibirité, em Minas Gerais.

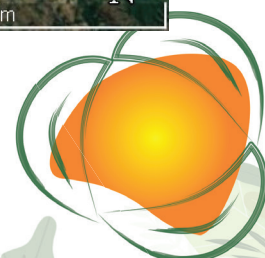
METODOLOGIA

Foram utilizados dados diários de temperatura mínimas e máximas do ar, obtidos junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), da Estação Meteorológica Convencional cujo código é 83632, localizada na porção norte do município de Ibirité, sob coordenadas $-20,02^{\circ}$ e $-44,08^{\circ}$, em altitude 822,08 m acima do nível do mar. A cidade de Ibirité está localizada na região metropolitana de Belo Horizonte e faz fronteira com capital de Minas Gerais, conforme apresentado na Figura 1. O último censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), realizado em 2010, o município possui 158.954 habitantes distribuído em uma área total de 72,573 km².

Figura 1:
Localização da cidade de Ibirité em relação a capital Belo Horizonte.



Fonte: Google Earth, 2021.



Os indicadores de extremos climáticos utilizados foram baseados na metodologia de Equipe de Especialista em Detecção, Monitoramento e Índices de Mudanças Climáticas (Expert Team on Climate Change Detection, Monitoring and Índices - ETCCDMI) e são apresentados na Tabela 1.

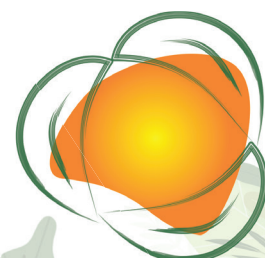
Tabela 1:
Índices de Extremos Climáticos associados à precipitação e temperaturas mínimas e máximas do ar.

Índices	Nome do identificador	Definição	Unidade
TNn	Menor temperatura mínima	Menor temperatura mínima diária para o período analisado	°C
TNx	Temperatura mínima mais alta	Maior temperatura mínima diária para o período analisado	°C
TXn	Menor temperatura máxima	Menor temperatura máxima diária para o período analisado	°C
TXx	Máxima temperatura máxima	Maior temperatura máxima diária para o período analisado	°C

Fonte: Próprio autor

Conforme metodologia proposta por Oliveira et al, (2018) os cálculos dos índices foram realizados com uso de planilha eletrônica Excel, programadas na linguagem Visual Basic for Applications (VBA). Como critério para análise da disponibilidade de dados, foram excluídos das análises os anos que apresentaram mais que 65 dias de falhas.

Para análise da tendência nos dados de precipitação e temperaturas máximas e mínimas foi utilizado o teste de Mann-Kendall, com posterior Análise de Regressão Linear Simples para aqueles que apresentassem tendência positiva na primeira etapa. Nesta etapa foi utilizado o software XLSTAT versão 2015.6.01 associado ao Excel. Para validação da tendência nos dados positivos, ambos os testes deveriam apresentar significância estatística de ao nível de 5% (OLIVEIRA et al, 2018).



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Índices Extremos de Temperatura Mínima (TNn e TNx)

Assim como no trabalho de Rebello et al., 2008, que avaliou dados de temperatura e pluviosidade de Brasília DF no período de 1963 a 2005, os resultados, apresentados na Tabela 2, apontam para um aumento nos valores máximos das temperaturas mínimas. Para o índice TNn, os meses de março, abril, maio, junho, julho, agosto e dezembro apresentaram tendências de aumento na temperatura sendo que o mês de junho foi o que apresentou a maior, 6,63°C até o ano de 2100. Os aumentos variaram entre 3,56°C para o mês de agosto à para o segundo maior aumento 4,40°C, no mês de agosto.

Tabela 2 :
Tendência de elevação nos valores do índice TNn estimados até o ano de 2100.

Mês	Resultado do Teste de Mann-Kendall	Acréscimo no TNn (°C)
Jan	Sem tendência	0,00
Fev	Sem tendência	0,00
Mar	Tendência	3,90
Abr	Tendência	4,40
Mai	Tendência	3,73
Jun	Tendência	6,63
Jul	Tendência	4,26
Ago	Tendência	3,56
Set	Sem tendência	0,00
Out	Sem tendência	0,00
Nov	Sem tendência	0,00
Dez	Tendência	3,58

Fonte: Próprio autor

Já TNx, mostra que os meses de janeiro, março, abril, julho, outubro e novembro possuem tendências de aumento segundo os mesmos critérios adotados, variando entre 2,82°C (janeiro) à 4,08°C no mês de julho (Tabela 3).

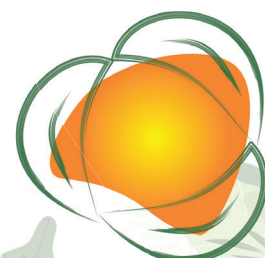


Tabela 3:
Tendência de elevação nos valores do índice TNx estimados até o ano de 2100.

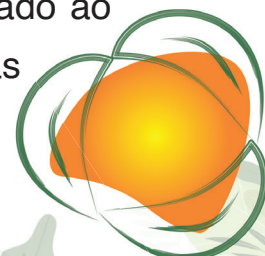
Mês	Resultado do Teste de Mann-Kendall	Acréscimo no TNx (°C)
Jan	Tendência	2,85
Fev	Sem tendência	0,00
Mar	Tendência	2,06
Abr	Tendência	2,75
Mai	Sem tendência	0,00
Jun	Sem tendência	0,00
Jul	Tendência	4,08
Ago	Sem tendência	0,00
Set	Tendência	2,82
Out	Tendência	3,35
Nov	Sem tendência	0,00
Dez	Sem tendência	0,00

Fonte: Próprio autor

Ainda avaliando os índices TNn e TNx, os maiores aumentos foram verificados para os meses de junho e julho, para o índice TNn, com 6,63°C e 4,26°C respectivamente. Para o mês de julho, o índice TNx, pode apresentar um aumento de até 4,08°C até o ano de 2100. Esse fato nos permite inferir que para as temperaturas mínimas são mais impactadas pelo aumento da temperatura. Em torno de 54% dos meses apresentaram tendência de aumento de temperatura, o que corrobora para o fato de que está havendo aumento nas temperaturas mínimas.

Índices Extremos de Temperatura Máxima (TXn e TXx)

Para o índice TXn, nota-se que houve tendência de aumento de temperatura nos meses de abril, junho, julho, outubro e dezembro, sendo o mês de abril apresentando o maior valor 5,34°C seguido de julho com 4,35°C até o ano de 2100. Observa-se que nos meses de junho, julho e agosto, que são meses tipicamente com temperaturas mais baixas, está havendo uma tendência de aumento nas temperaturas mínimas, que se comparado ao índice TXx, observa-se que há aumento das temperaturas máximas



nos meses tipicamente mais quentes (Tabela 4). Os valores para o índice TXn variaram entre 3,43°C (agosto) até 5,34°C (abril) até o ano de 2100.

Tabela 4:
Tendência de elevação nos valores do índice TXn estimados até o ano de 2100.

Mês	Resultado do Teste de Mann-Kendall	Acréscimo no TXn (°C)
Jan	Sem tendência	0,00
Fev	Sem tendência	0,00
Mar	Sem tendência	0,00
Abr	Tendência	5,34
Mai	Sem tendência	0,00
Jun	Tendência	3,87
Jul	Tendência	4,35
Ago	Tendência	3,43
Set	Sem tendência	0,00
Out	Tendência	3,91
Nov	Sem tendência	0,00
Dez	Tendência	3,90

Fonte: Próprio autor

Observa-se que para o índice TXx, que houve tendência de aumento de temperatura nos meses de janeiro, fevereiro, março, abril, maio, julho, setembro, outubro e novembro, sendo que o mês de novembro apresentou maior tendência de aumento de temperatura, sendo da ordem de 5,31°C até o ano de 2100, seguida do mês de outubro com 5,17°C. O mês que houve menor tendência de aumento de temperatura foi maio com 1,85°C até 2100 (Tabela 5). Para este índice a amplitude de variação foi de 3,60°C à 5,31°C estimados até o ano de 2100.

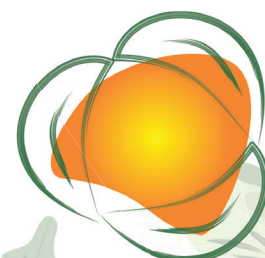


Tabela 5:
Tendência de elevação nos valores do índice TXx estimados até o ano de 2100.

Mês	Resultado	Valor °C
Jan	Tendência	4,47
Fev	Tendência	4,28
Mar	Tendência	3,60
Abr	Tendência	3,83
Mai	Tendência	1,85
Jun	Sem tendência	0,00
Jul	Tendência	4,72
Ago	Sem tendência	0,00
Set	Tendência	4,57
Out	Tendência	5,17
Nov	Tendência	5,31
Dez	Sem tendência	0,00

Fonte: Próprio autor

Na Figura 2 é possível observar que para todos os meses pelo menos um dos parâmetros de temperatura avaliados teve tendência de aumento. Nos meses de fevereiro e novembro apenas o parâmetro TXx apresentou tendência de aumento. Em contrapartida, os meses de abril e julho apresentam tendência de aumento para todos os índices avaliados. A maior tendência de aumento ocorreu para o índice TNn no mês de junho. No geral pode se observar um comportamento uniforme durante o ano, porém, nos meses mais frios há tendência de aumento da temperatura.

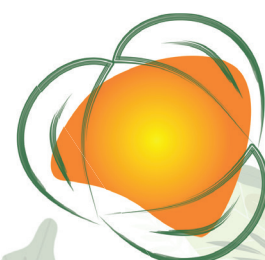
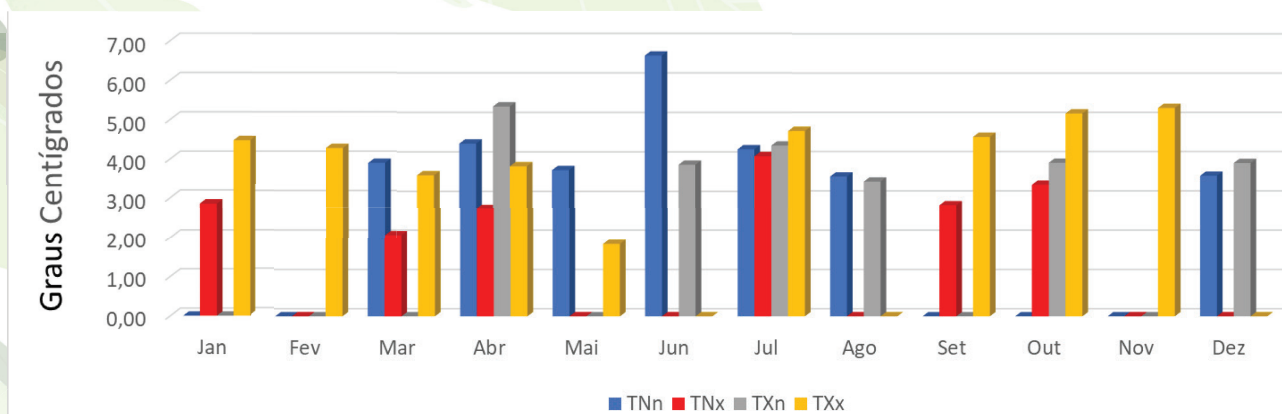


Figura 2:
Tendência de aumento nos índices extremos de temperatura na Estação de Ibirité – MG.



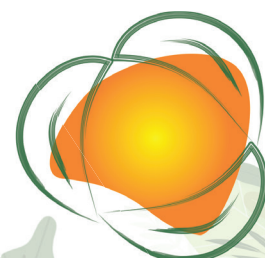
Fonte: Próprio autor

Os resultados encontrados para as tendências de aumento de temperatura na cidade de Ibirité convergem com os aqueles obtidos por Luiz Silva & Dereczynski (2014), visto que em ambos os casos se verificou tendência estatística de aumento das temperaturas. Oliveira et al (2018) descreveram sobre tendências em índices extremos de precipitação e temperatura do ar para o município de Uberaba, MG. Os autores trabalharam com a série histórica de 1961 a 2010, e concluíram que houve tendência de aumento de temperatura para o índice TNn nos meses de janeiro, fevereiro e novembro e TNx para os meses de janeiro, fevereiro, março, setembro, outubro, novembro e dezembro.

CONCLUSÕES

Foram identificadas tendências de aumento para os índices de temperaturas máximas (TXn e TXX) e mínimas (TNn e TNx) para o município de Ibirité ao longo dos meses, porém sem padrão para a sazonalidade de período seco e chuvoso observadas.

Contudo, é importante ressaltar que a localização do município de Ibirité pode ser influenciada pelo fenômeno conhecido como ilha de calor, visto encontrar-se próxima a uma região metropolitana adensada, fato que pode contribuir para a elevação das temperaturas mínimas e médias.



REFERÊNCIAS

BESSAT, Frédéric. **A mudança climática entre ciência, desafios e decisões: olhar geográfico**. Terra Livre, v.1, n. 20, p.11-26, 2003.

CONTI, José Bueno. Considerações sobre as mudanças climáticas globais. **Revista do Departamento de Geografia**. v. 16, p.70-75, 2005.

EEROLA, Toni Tapani. **Mudanças climáticas globais: passado, presente e futuro**. Florianópolis, 10p. 2003.

IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/mapasite/mapasite.php#populacao>>. Acesso em 27/10/2018.

LUIZ SILVA, W., DEREZYNSKI, C. Caracterização climatológica e tendências observadas em extremos climáticos no estado do Rio de Janeiro. Anuário do Instituto de Geociências / UFRJ, v.34 – 2 /2014 p. 123-138.

LUIZ SILVA, W., DEREZYNSKI, C., CHANG, M., FREITAS, M., MACHADO, B. J., TRISTÃO, L., RUGGERI, J. Tendências observadas em indicadores de extremos climáticos de temperatura e precipitação no estado do Paraná. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.30, n.2, 181-194, 2015.

NÓBREGA, J.N.; DOS SANTOS, C.A.C.; GOMES, O.M.; BEZERRA, B.G.; BRITO, J.I. Eventos extremos de precipitação nas mesorregiões da Paraíba e suas relações com a TSM dos oceanos tropicais. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.29, n.2, p.197-208, 2014.

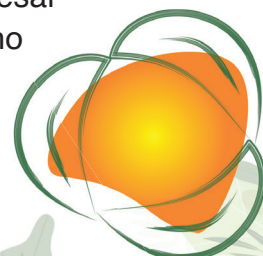
OLIVEIRA, A. S., PEREIRA, G. A., RODRIGUES, A. F., NETO, J. O. M., 2018. Tendências em índices extremos de precipitação e temperatura do ar na cidade de Uberaba, MG. **Revista Sustentare**, v.2, n.1, jan/jul. 2018, p.134.


OBREGÓN, G. MARENGO, J.A. Mudanças Climáticas Globais e seus Efeitos sobre a Biodiversidade. In: **Caracterização do clima no século XX no Brasil: tendências de chuvas e temperaturas médias e extremas**. Ministério do Meio Ambiente. Relatório 2, 87p. 2007.

QUEIROZ, Marise Aparecida. **Avaliação de tendências em séries de precipitação diária máxima anual na faixa central do estado de Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado em Saneamento Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, UFMG, Belo Horizonte, 202p., 2013.

ROSSETI, Victor. Aquecimento Global – A percepção pública quanto as mudanças climáticas. **Net Nature**, 2017,

SOUZA, Paulo Henrique; SANCHES, Rafael Grecco; SANTOS, Bruno César dos. Índices Climáticos e Chuvas Intensas no município de Alfenas/MG no período de 1984-2016. **Revista Brasileira de Climatologia**. v.1. n. 14, 321-342, 2018.





TENDÊNCIA DOS EVENTOS EXTREMOS NA QUALIDADE DE ÁGUA NOS AÇUDES DO ESTADO DO CEARÁ

MARIANE CARDOSO ELIAS¹

GABRIEL FRANCO²

PEDRO FLOMBAUM

ELIAS TREVISAN

RODRIGO FELIPE BEDIM GODOY³

RECURSOS HÍDRICOS E QUALIDADE DA ÁGUA

RESUMO

A eutrofização das águas de reservatórios pode comprometer a qualidade da mesma, principalmente as que são destinadas ao consumo humano, potencializando o crescimento de cianobactérias que são prejudiciais aos animais. Deste modo, o presente trabalho teve como objetivo analisar a qualidade das águas dos açudes distribuídos por todo o estado do Ceará. Foram levantados dados de 2008 a 2020 para analisar a variação temporal dos parâmetros nitrogênio total, fósforo total, clorofila-a e densidade de cianobactérias comparando com os valores máximos permitidos pela resolução CONAMA 357/2005 e correlacionando com os dados hidrológicos para o mesmo período, possibilitando assim visualizar os efeitos das chuvas e secas nos açudes e como as ações antrópicas influenciam na qualidade da água. Os anos de

246

1 Universidade Estadual de Maringá (UEM), Departamento de Meio Ambiente, Umuarama, PR, Brasil; marianecardosoelias@gmail.com, gabrielconfec@gmail.com, eliastrevisan@yahoo.com.br

2 Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Ecología Genética y Evolución, y Centro de Investigaciones del Mar y de la Atmósfera. Buenos Aires, Argentina pflombaum@cima.fcen.uba.ar

3 Engenheiro ambiental, mestrado em engenharia de recursos hídricos e ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba (PR); rodrigofelipe7@hotmail.com



maiores valores encontrados foram 2016 com mais de 3 mg/L de nitrogênio, 2017 com uma média de 0,21 mg/L de fósforo, também 2015 com uma alta exorbitante de cianobactérias com 1107646 cél./mL e 2016 com mais de 85 ug/L de médias para a clorofila-a, ou seja, 8 vezes mais do permitido pela resolução (10 µg/L). Também houve uma mudança do estado trófico em relação aos períodos iniciais, chegando ao estado hipereutrófico, pior nível de qualidade para as águas.

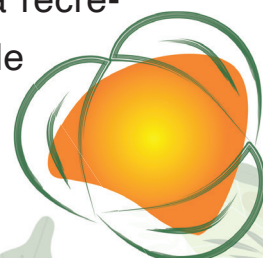
Palavras-chave: Nitrogênio; Cianobactéria; Eutrofização;

INTRODUÇÃO

A instalação de açudes iniciou-se no estado do Ceará devido às condições de semi- aridez da região do Nordeste e estes são de grande importância socioeconômica armazenando água para consumo humano e animal, para o desenvolvimento de piscicultura e, principalmente, para a regulamentação de cursos d'água possibilitando a distribuição de empreendimentos agrícolas em todo o estado (TEIXEIRA, 2004; MELO, 2005; MEIRELES *et al.*, 2007).

As cianobactérias são microrganismos procarióticos gram-negativos fotossintetizantes que desempenham papel de manutenção de cadeias alimentares e a ciclagem de nutrientes por meio dos ciclos biogeoquímicos. Na presença de abundante quantidade de nutrientes de matéria orgânica, os ambientes aquáticos sofrem dificuldade para receber luz, consequência destes organismos que crescem rapidamente e em grande quantidade, sendo considerados os maiores produtores de biomassa primária. Apesar de serem tolerantes a grandes estresses como mudança de temperatura e pH, estes preferem ambientes de água doce como lagos e reservatórios (CASTENHOLZ *et al.*, 1989; GRANDÍSSIMO *et al.*, 2020).

Algumas cianobactérias sintetizam compostos tóxicos, chamadas de cianotoxinas. Estas podem afetar o sistema do corpo humano e podem levar à morte. Por conta disso, é essencial que seja feito um monitoramento em reservatórios de água para consumo humano, animal ou para recreação (GRANDÍSSIMO *et al.*, 2020). Outro parâmetro da qualidade da água, a clorofila-a, também pode sofrer alteração e devido a



sua fácil medição, é geralmente usada como indicador de biomassa algal (LAMON III *et al.*, 1996; LOPES *et al.*, 2015).

O lançamento de nutrientes aos corpos d'água, principalmente nitrogênio e fósforo, potencializa o crescimento de algas e plantas aquáticas. Este processo é chamado de eutrofização (FIA *et al.*, 2009). Para classificar os corpos d'água quanto ao grau de trofia, utiliza-se o Índice do Estado Trófico (IET) que relaciona este nível com o crescimento de algas ou microrganismos aquáticos (CETESB, 2007; ZANINI *et al.*, 2010). São muitas as consequências deste processo, que inclui alteração no: sabor, odor, turbidez e cor da água, e à redução do oxigênio dissolvido, podendo levar a morte de peixes e outras espécies aquáticas (MOTA, 2006; FIA *et al.*, 2009).

Dada a importância do fornecimento de água para a população em diferentes condições climáticas. Este trabalho teve como objetivo analisar a variação temporal das características químicas e biológicas de qualidade de água de 158 açudes espalhados pelo estado do Ceará, por meio da determinação do Índice do Estado Trófico (IET), entre os anos de 2008 e 2020.

METODOLOGIA

Área de Estudo - As áreas de estudo foram 158 açudes localizados no estado do Ceará. Os dados foram coletados no site da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), do governo do estado do Ceará, com dados no período de 2008 a 2020. Na figura 1 estão localizados os açudes, com valores de observações para cada corpo d'água e a média da concentração de clorofila-a para cada reservatório.

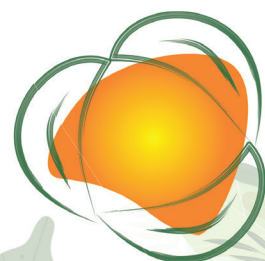
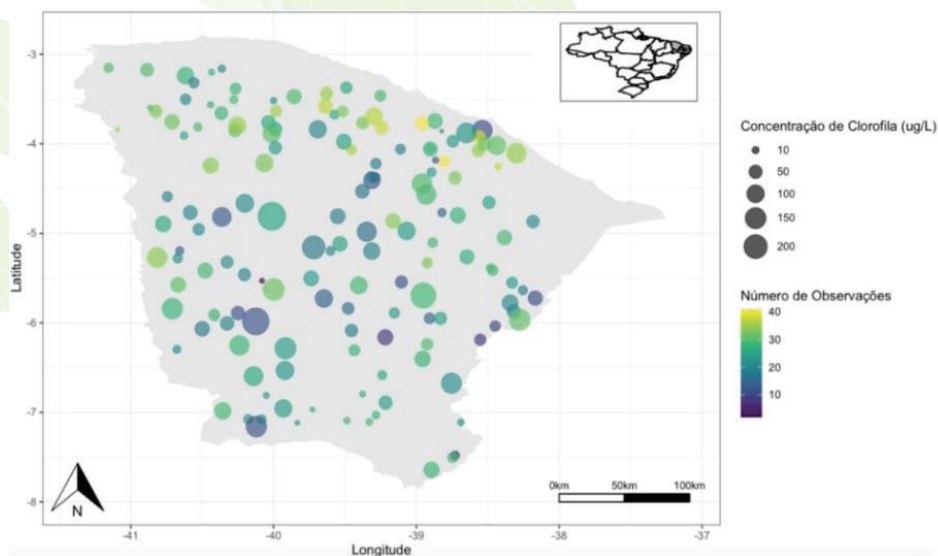


Figura 01:
Localização de 156 reservatórios utilizados no estudo.



Parâmetros - Foram coletados dados dos seguintes parâmetros: nitrogênio total (NT), fósforo total (FT), densidade de cianobactérias (Ciano) e concentração de clorofila-a. Foram coletados dados de precipitação (FUNCEME) e dados climáticos (INMET) para as estações de Fortaleza, Sobral, Guarimiranga, Barbalha, Iguatu, Tauá, Quixeramobim, Morada Nova, Jaguaruana, Crateús, Campos Sales, Guararibe, Itapipoca, Acaraú, Tianguá, Quixadá.

Análises - Para classificação de reservatórios, o Índice do Estado Trófico para o **fósforo** – IET(PT) e o Índice do Estado Trófico para a **clorofila-a** – IET(CL), modificados por Lamparelli (2004), é feito pelas equações a seguir (CETESB, 2013).

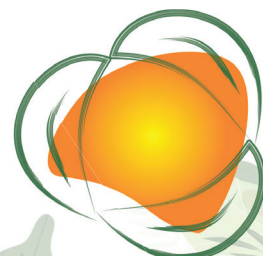
$$IEA (CL) = 10 \times \left(6 - \frac{0,92 - 0,34(LN CL)}{LN 2} \right)$$

$$IEA (PT) = 10 \times \left(6 - \frac{1,77 - 0,42(LN PT)}{LN 2} \right)$$

Onde: PT → concentração de fósforo total medida à superfície da água ($\mu\text{g.L}^{-1}$);

CL → concentração de clorofila-a medida à superfície da água ($\mu\text{g.L}^{-1}$)

ln: → logaritmo natural.



Em meses que obtiveram-se dados de ambas variáveis, o resultado do IET foi a média aritmética simples dos índices relativos ao fósforo total e a clorofila-a, (CETESB, 2013) segundo a equação:

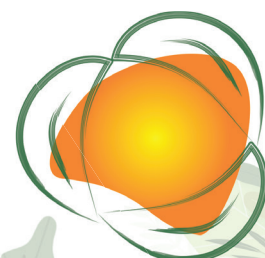
$$IEA = \frac{IET (PT) + IET (CL)}{2}$$

A tabela abaixo apresenta os limites estabelecidos para as classes de trofia para os reservatórios de São Paulo segundo Índice de Carlson Modificado (CETESB, 2013).

Tabela 01:
Classificação do Estado Trófico para reservatórios (CETESB, 2013).

CATEGORIA (ESTADO TRÓFICO)	PONDERAÇÃO	SECCHI-S (m)	P-TOTAL – P (mg.m-3)	CLOROFILA –A (mg.m-3)
Ultraoligotrófico	IET ≤ 47	S ≥ 2,4	P ≤ 8	CL ≤ 1,17
Oligotrófico	47 < IET ≤ 52	2,4 > S ≥ 1,7	8 < P ≤ 19	1,17 < CL ≤ 3,24
Mesotrófico	52 < IET ≤ 59	1,7 > S ≥ 1,1	19 < P ≤ 52	3,24 < CL ≤ 11,03
Eutrófico	59 < IET ≤ 63	1,1 > S ≥ 0,8	52 < P ≤ 120	11,03 < CL ≤ 30,55
Supereutrófico	63 < IET ≤ 67	0,8 > S ≥ 0,6	120 < P ≤ 233	30,55 < CL ≤ 69,05
Hipereutrófico	IET > 67	0,6 > S	233 < P	69,05 < CL

Frequência de Eventos Extremos - Definimos eventos extremos como aquelas observações com valores acima do percentil 90. Calculamos eventos extremos para NT, FT, Ciano e clorofila-a em cada ano e relacionamos as frequências de eventos extremos com variáveis climáticas, precipitação total acumulada e radiação.



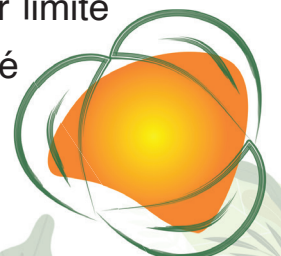
RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Variação Temporal

É possível observar uma variação interanual nas médias, valores máximos e mínimos de cada ano para todos os parâmetros (Tabela 2). Com destaque para o ano de 2017, que apresentou os maiores valores de NT, FT e clorofila-a. Os parâmetros que apresentaram menores variações entre os anos de 2008 a 2020 foi o nitrogênio total com aproximadamente 54% e o fósforo total com aproximadamente 57% entre o valor mínimo e o valor máximo. Em seguida a concentração de clorofila-a variou cerca de 74%, e o parâmetro que mais variou entre os anos foi a cianobactéria com aproximadamente 94%. Segundo a resolução CONAMA nº 357/2005 a concentração de nitrogênio total não deve ultrapassar 1,27 mg/L para ambientes lênticos. Comparando este valor a média de cada ano analisado, todos ultrapassaram o limite máximo para o mesmo, como em 2016 onde a concentração foi mais que o dobro de 2020.

O valor máximo de fósforo total em ambientes lênticos é de 0,020 mg/L, de acordo com a resolução CONAMA nº 357/2005. Portanto, todas as médias estão acima do permitido (Tabela 2), com destaque para os maiores valores no ano de 2017, ultrapassando 0,2 mg/L. A alta em ambos os parâmetros (NT e FT) podem estar associados à poluição orgânica, seja decorrente de poluição pontual, com o lançamento de esgoto, ou por fonte difusa, escoamento superficial em áreas agrícolas que carregam elevada concentração de fertilizantes e outros produtos (SILVA, 2012).

A densidade máxima de cianobactérias permitida para corpos d'água de classe 1 é de $2,0 \times 10^4$ cél/mL, portanto os valores médios calculados estão todos muito acima para todos os anos, principalmente em 2015 com um valor exorbitante de $11,1 \times 10^5$ cél./mL. É de grande importância o monitoramento das cianobactérias, pois estas dificultam a entrada de luz prejudicando outros organismos do mesmo ambiente e na qualidade da água para consumo por conta das toxinas liberadas (GRANDÍSSIMO et al, 2020). Assim como as cianobactérias, a concentração de clorofila-a também excedeu o valor limite estabelecido pela resolução em todos os anos, onde é permitido até



10 µg/L, como em 2015 e 2016 que houveram as maiores médias anuais, excedendo mais de 8 vezes do permitido.

Tabela 02:
Análise temporal da média, desvio padrão, valor máximo e mínimo.

ANO	NT (mg/L)	FT (mg/L)	CIANO (cél./mL)	CLOROFILA –A (ug/L)
2008	1,56 ± 1,06; 4,85*; 0,11** (n=59)	0,13 ± 0,16; 1,46; 0,002 (n=91)	1,88x105 ± 4,88 x 105; 49,26 x 105; 23 (n=120)	21,78 ± 33,60 218,2; 0,42 (n=64)
2009	1,52 ± 0,88; 4,53; 0,22 (n=55)	0,21 ± 0,32; 2,14; 0,022 (n=55)	1,71 x 105± 5,17 x 105 ; 86,36 x 105; 5 (n=349)	31,71 ± 29,11; 148,8; 3,04 (n=54)
2010	1,45 ± 1,13; 6,26; 0,23 (n=85)	0,10 ± 0,11; 0,79; 0,016 (n=137)	1,75 x 105± 2,71 x 105; 14,95 x 105; 4 (n=231)	36,73 ± 60,17 ; 431,2; 1.1 (n=107)
2011	1,41±0,89; 3,57; 0,16 (n=72)	0,11 ± 0,12; 0,65; 0,01 (n=124)	1,78 x 105 ± 2,90 x 105; 27,19 x 105 10 (n=270)	28,74±35,30; 185,57; 0,6 (n=119)
2012	1,49 ± 1,32; 6,17; 0,10 (n=131)	0,15 ± 0,36; 5,06; 0,01 (n=249)	2,94 x 105 ± 4,82 x 105; 48,32 x 105; 11 (n=402)	28,74 ± 35,30; 185,57; 0,6 (n=171)
2013	2,25 ± 1,71; 8,73; 0,12 (n=231)	0,18 ± 0,19; 1,02; 0,01 (n=249)	2,68 x 105 ± 7,11 x 105; 92,80 x 105; 130 (n=315)	55,86 ± 90,68; 497,51; 0,50 (n=171)
2014	2,71 ± 2,21; 13,60; 0,11 (n=385)	0,14 ± 0,21; 3,45; 0,01 (n=387)	2,15 x 105 ± 3,12 x 105; 31,91 x 105; 518 (n=402)	74,47 ± 106,93; 814,35; 0,83 (n=304)
2015	2,50 ± 2,59; 20,62; 0,025 (n=401)	0,13± 0,12;0,92; 0,01 (n=400)	11,07 x 105 ± 8946070; 1773,24 x 105 209 (n=405)	84,72 ± 118,85; 798,44; 0,65 (n=380)
2016	3,02 ± 3,13; 24,84; 0,025 (n=448)	0,14 ± 0,17; 2,03; 0,01 (n=448)	2,24 x 105 ± 3,62 x 105; 48,89 x 105 1296(n=434)	85,14 ± 137,93; 1035,6; 0,20(n=443)
2017	2,92 ± 6,24; 120,25; 0,15 (n=450)	0,21 ± 0,73; 15,05; 0,01 (n=451)	8,19x104 ± 1,14 x 105; 8,55 x 105 259 (n=454)	74,30 ± 178,70; 2617,6; 0,20 (n=448)
2018	2,29 ± 2,68; 34,37; 0,025 (n=525)	0,14 ± 0,23; 4,07; 0,01 (n=525)	6,78 x 104 ± 9,1 x 105; 5,76 x 105; 348(n=526)	49,48±68,06; 583,8; 1 (n=508)
2019	1,76 ± 2,59; 42,50; 0,11 (n=535)	0,11 ± 0,14; 1,39; 0,01 (n=535)	1,60 x 105 ± 3,58 x 105; 49,06 x 105; 58(n=533)	37,46 ± 52,33; 572,2; 1 (n=510)
2020	1,37 ± 1,06; 10,02; 0,12 (n=543)	0,97; 0,01 (n=548)	1,91 x 105 ± 3,37 x 105; 26,73 x 105; 1(n=544)	35,71 ± 51,76; n

n: número de observações; *: máximo; **:mínimo; Valor acima do limite para classe 1 ;
Valor abaixo do limite para classe 1 (Resolução CONAMA 357/2005)

Além disso, é verificado uma tendência de aumento na concentração de clorofila-a entre os anos de 2008 e 2015 e em seguida uma diminuição em sua concentração (Figura 2A). É possível observar a crescente concentração nos anos de 2014 e especialmente 2015, sugerindo uma alta concentração de biomassa dos organismos fitoplanctônicos nestes anos. Ainda, é possível verificar outliers para os anos de 2012, 2017, 2019 e 2020.

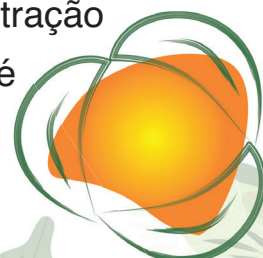
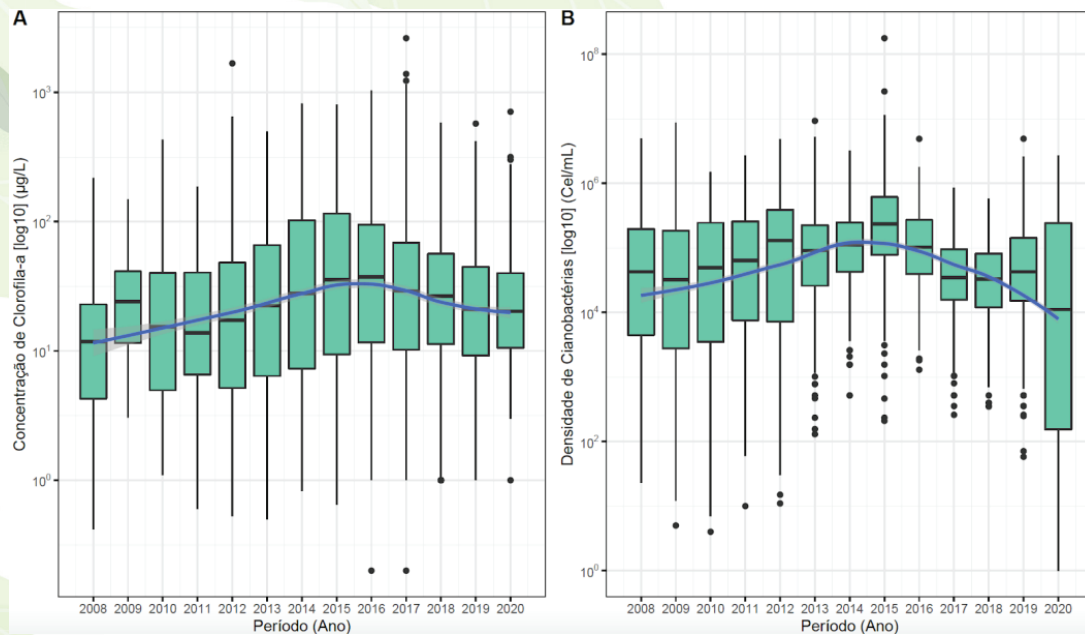


Figura 02:
Varição da concentração de clorofila-a e densidade de cianobactérias.

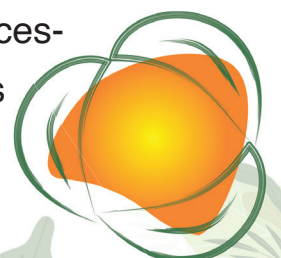


As cianobactérias apresentaram um aumento na sua densidade entre 2008 a 2015, seguindo um padrão com o que ocorreu aos dados da concentração de clorofila-a (Figura 2B). Porém, podemos verificar grande quantidade de outliers (n superior = 5; n inferior = 38) associado a menores densidades de cianobactérias, o que poderia possivelmente indicar uma melhor qualidade da água nestas coletas. Também, o ano de 2014 apresentou uma menor variação em relação ao boxplot dos outros anos, especialmente, para o ano de 2020.

2. Frequência de eventos extremos das variáveis que afetam a qualidade da água

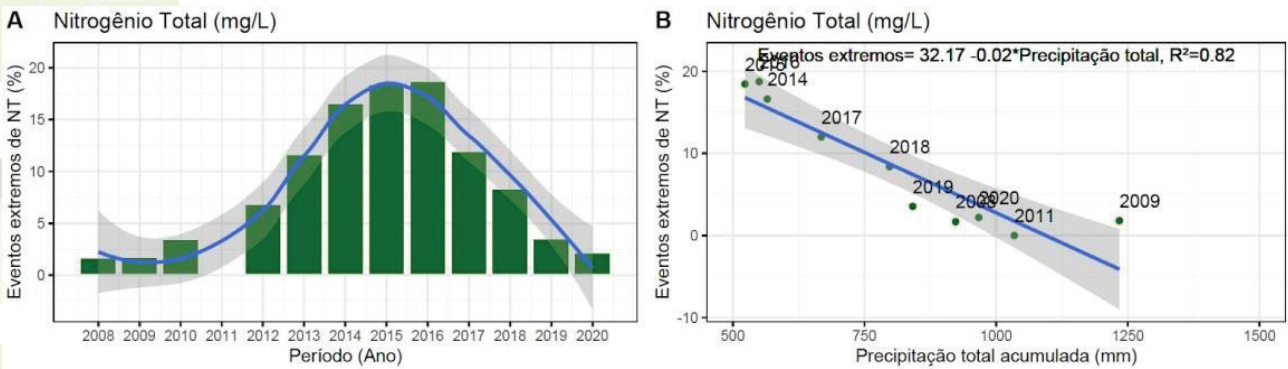
a. > Clorofila-a

Em relação à frequência de eventos extremos de clorofila-a em relação aos anos, houve um aumento entre 2008 e 2015 (maior valor) (Figura 3A). Porém, após 2016, houve uma diminuição do número de eventos extremos de clorofila-a conforme o aumento nos níveis de precipitação total acumulada ($R^2 = 0,82$; Figura 3B). Isso pode ser devido à decomposição de clorofila-a que ocorre especialmente pela foto-oxidação, processo que utiliza a absorção de energia luminosa (WETZEL, 2001; LAMPARELLI, 2004) esse processo é mais eficiente em ambientes mais transparentes, mas com as



chuvas essa transparência pode ser modificada, influenciado na eficiência desse processo, por isso acaba tendo uma maior concentração de clorofila-a em períodos de seca.

Figura 03:
Frequência de eventos extremos de Clorofila-a associado à precipitação.

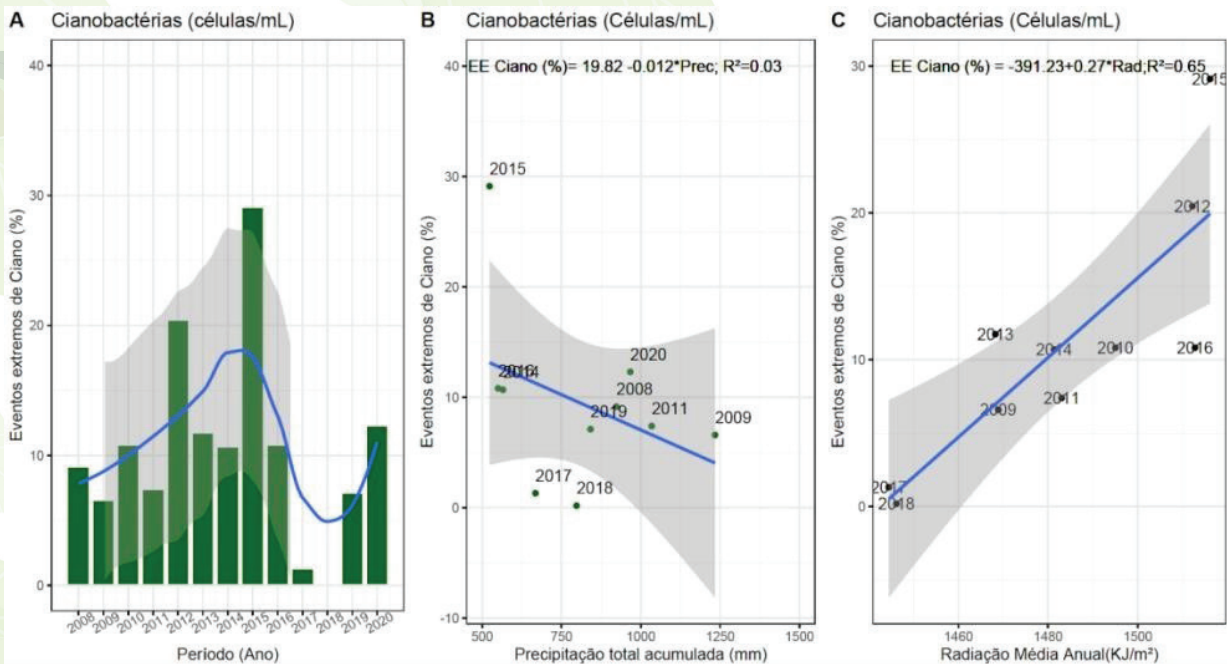


b. > Cianobactérias

Nota-se um grande aumento na frequência de eventos extremos de cianobactérias no ano de 2015, com menor NT quantidade de precipitação total acumulada (Figura 4B) e em todos os demais anos seguem uma proporcionalidade entre concentração e seca. Outros autores encontraram que a concentração de cianobactéria em reservatórios é influenciado por vários fatores, entre eles a temperatura elevada, baixa precipitação, pH neutro alcalino (pH 6-9) e altas concentrações de nutrientes (Fósforo e Nitrogênio) (MOURA et al., 2007; FONSECA et al., 2010; SILVA et al., 2013; LIMA, 2017). Apesar dos eventos climáticos, grande parte da eutrofização pode ser associada à decorrência de ações antrópicas, principalmente em reservatórios próximos às cidades com elevada taxa de urbanização e descarga de esgoto (AZEVEDO, 1998). Ainda, nota-se uma correlação entre aumento da concentração de cianobactérias e a incidência de radiação ($R^2 = 0,65$; Figura 5C) já que temperaturas elevadas favorecem o seu crescimento. Em 2012, por exemplo, apresentou uma concentração elevada de cianobactérias, que também apresentou uma elevada média de radiação anual.



Figura 04:
Frequência de eventos extremos de ciano associado à precipitação e a radiação.



c. > Nitrogênio Total e Fósforo Total

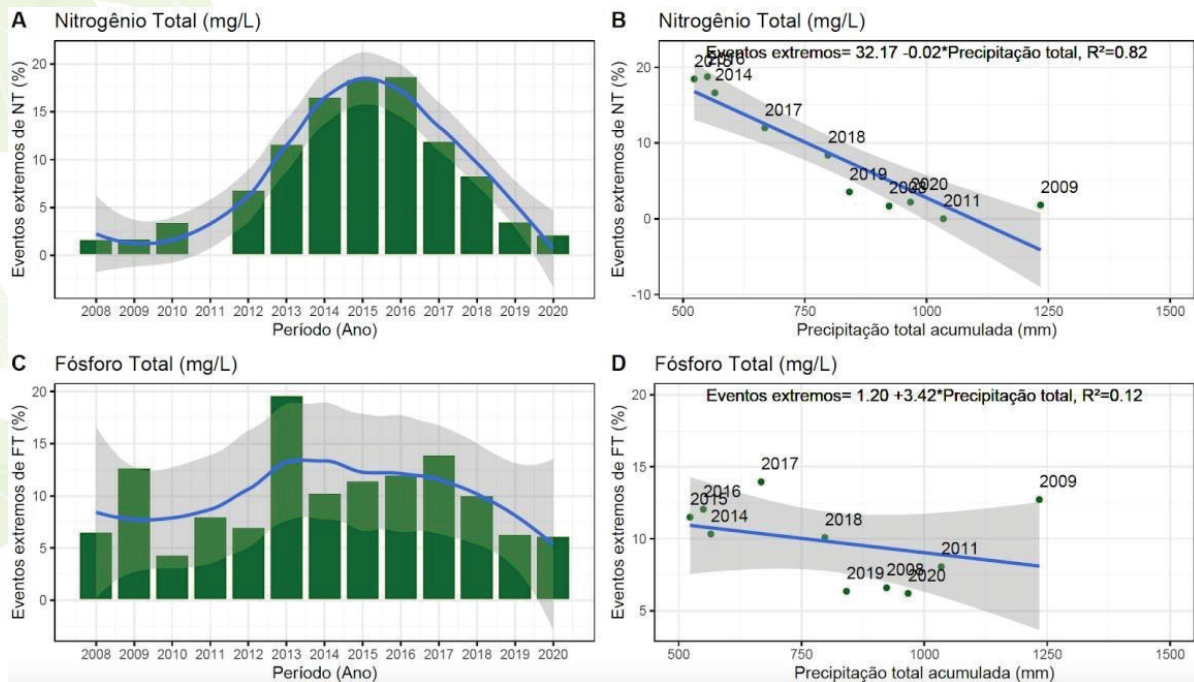
É possível notar que com a diminuição de precipitação total acumulada, a frequência de eventos extremos de nitrogênio total presente nos reservatórios aumentou, como nos anos de 2014, 2015 e 2016 com elevada seca e elevada concentração de nitrogênio (Figura 5). Apesar da concentração de nitrogênio total aumentar com a precipitação pluviométrica, pois os solos rurais são lavados e escovados nos reservatórios (DALU *et al*, 2013; SILVA & COSTA, 2015; LIMA *et al*, 2017) ocorreu um aumento nas secas podendo assim associar a presença do mesmo às ações antrópicas como lançamento de efluentes.

De modo geral, a concentração de fósforo segue uma relação inconsistente em relação a precipitação, como em 2017, onde houve baixa precipitação e um elevado número de eventos extremos de Fósforo e em 2009 que também houve elevada concentração de fósforo mas elevada quantidade de precipitação. Portanto, os dados para este parâmetro podem ser associados a práticas antrópicas como atividades agrícolas, industriais ou lançamento de efluentes, principalmente em 2013 que atingiu o maior número de eventos extremos. O monitoramento de fósforo também é dificultado pois



o mesmo possui alta capacidade de associação a outras partículas, água e sedimentos (BARBOSA & CIRILO, 2015; LIMA, 2017).

Figura 05:
Número de eventos extremos de NT (B) e FT (D) associados à precipitação.



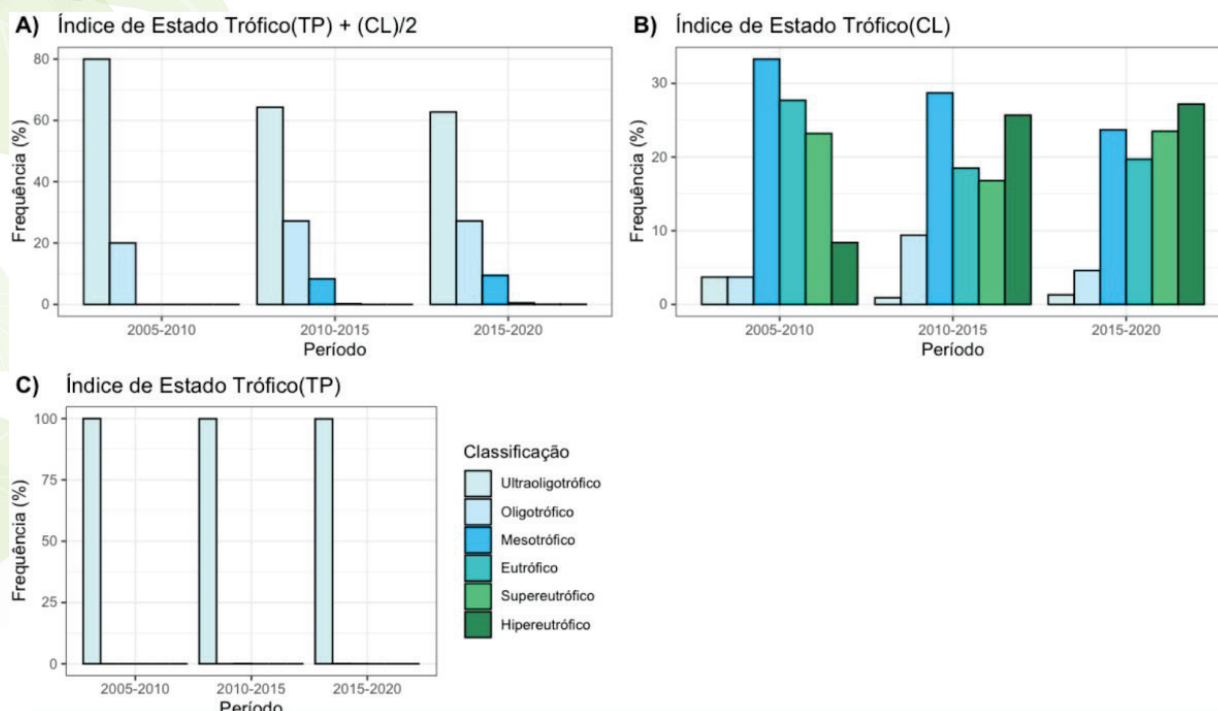
3. Variação do índice de Estado Trófico

Segundo a Classificação do Estado Trófico segundo Índice de Carlson, os reservatórios apresentaram diferentes índices com o passar dos anos. Observando o IET em relação à média entre a concentração de fósforo total e clorofila-a, nota-se que os reservatórios são predominantemente ultraoligotróficos em todos os anos, mas com um pequeno aumento da classificação de mesotrófico até 2020 (Figura 8A). O IET em relação apenas a clorofila-a, (Figura 8B), deixa explícito que nos primeiros anos de análises (entre 2005-2010) a classificação mais adequada para os reservatórios era como mesotrófico, ou seja, uma concentração de clorofila-a entre 3,24 a 11,03 mg/m³. Com o passar dos anos, as classificações que sobressaíram foram de mesotrófico e hipereutrófico, onde a concentração de clorofila-a é de até 69,05 mg/m³. Já nos últimos anos de monitoramento (2015-2020) a classificação dos reservatórios também ficou entre mesotrófico e hipereutrófico, mas este último um pouco mais evidente. Já o IET em relação apenas ao fósforo, apresenta uma classificação



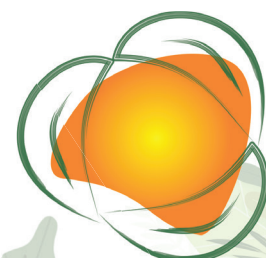
ultraoligotrófica de 2008 a 2020, sendo assim a qualidade dos reservatórios em relação ao fósforo é muito boa.

Figura 06:
Índice do estado trófico (IET) em relação à clorofila-a.



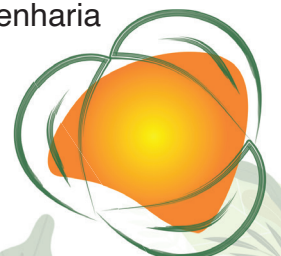
CONCLUSÕES

A partir das análises efetuadas neste estudo, foi possível concluir que os resultados obtidos das concentrações médias comparados com outros estudos foram coerentes as possíveis causas para estes valores e seguiram um bom padrão de resultados, mas infelizmente, foram valores acima do regulamentado pela resolução CONAMA nº 357/2005 para os parâmetros de nitrogênio total, fósforo total, cianobactérias e clorofila-a. Sugere-se que, visando uma melhoria da qualidade de água, é de suma importância o monitoramento regular de reservatórios de água, principalmente os que são destinados ao consumo humano para assim observar tendências e as consequências de fatores ambientais como os eventos extremos de seca e precipitação observados neste trabalho e as ações antrópicas.



REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, S. M. F. O. **Toxinas de Cianobactérias: Causas e consequências para a Saúde Pública.** Revista Virtual de Medicina Volume 1- Número 3 - Ano I (Jul/Ago/Set de 1998).
- BARBOSA, I. B. R; CIRILO, J. A. **Contribuição média de fósforo em reservatório de abastecimento de água - Parte 1.** Engenharia sanitária e ambiental, v.20, n.1, p.39-46, 2015.
- CASTENHOLZ, R.W; WATERBURY, J.B. **Oxygenic photosynthetic bacteria.** Group 1. Cyanobacteria. Berge's Manual of Systematic Bacteriology, 3:1710-1806, 1989.
- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **CETESB.** IET - Índice do Estado Trófico. Disponível em: <<https://www.cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2013/11/04.pdf>> Acesso em: 27 de Mar. 2021.
- DALU, T; THACKERAY, Z; LEUCI, R; CLEGG, B; CHARI, L. D; NHIWATIWA, T. **First results on bathymetry, stratification and physicochemical limnology of a small tropical African reservoir (Malilangwe, Zimbabwe).** Water SA, v.39, n.1, p.119-130, 2013.
- FIA, R; MATOS, A. T; CORADI, P. C; RAMIREZ, O. P. **Estado trófico da água na bacia hidrográfica da Lagoa Mirim, RS, Brasil.** Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science, vol. 4, núm. 1, pp. 132-141, 2009.
- FONSECA, F. S; RUVIERI, V; ONAKA, E. M; SANTANA, R. L; SCORSFAVA, M. A. & SABINO, M. **Influência de fatores climatológicos na ocorrência de microcistina.** Rev Inst Adolfo Lutz., 69(4):461-6. 2010.
- Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **FUNCEME.** Calendário de chuvas no estado do Ceará. Disponível em: <<http://www.hidro.ce.gov.br/hidro-ce-zend/app/pagina/show/168>> Acesso em: 23 de Mar. 2021.
- GRANDÍSSIMO, D.G; MOURÃO, M. M; SANTOS, A.V. **Importância do Monitoramento de Cianobactérias e Suas Toxinas em Águas Para Consumo Humano.** Rev. Bras. Crimin. v. 9, n. 2, p. 15-21, 2020.
- Instituto Nacional de Meteorologia. **INMET.** Dados Históricos Anuais. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>> Acesso em: 12 de Abr. 2021.
- LAMON III, E. C; RECKHOW, K. H; HAVENS, K. E. **Using generalized additive models for prediction of chlorophyll a in Lake Okeechobee, Florida.** Lakes & Reservoirs: Research and Management v.2, p. 37-46. 1996.
- LAMPARELLI, M. C. **Graus de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento.** Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES. *Versão impressa* ISSN 1413-4152 *Versão online* ISSN 1809-4457, 2004.



LIMA, F. J. de O; MENDONÇA, J. C; LOPES, F. B; ANDRADE, E. M; SILVA, M. D. **Qualidade de água de reservatório artificial em função da sazonalidade climática.** IV INOVAGRI International Meeting, 2017.

LIMA, V. H. M. **Cianobactérias em reservatórios do estado de Pernambuco:** ocorrência e toxicidade. HOLOS, Ano 33, Vol. 4. DOI: 10.15628/holos.4470, 2017.

LOPES, H; SOBRAL, M. C; GUNKEL, G., CANDEIAS, A. L; MELO, G. **Spatial behavior of chlorophyll-a in Itaparica reservoir, São Francisco River.** Eng. Sanit. Ambient. vol.20 no.3 Rio de Janeiro July/Sept. 2015.

MELO, A. D. **Operação de reservatórios no semi-árido considerando critérios de qualidade de água.** 89 f. Dissertação (Mestrado em Eng^a. Civil e Ambiental) Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 2015.

MEIRELES, A. C. M; FRISCHKORN, H; ANDRADE, E. M. **Sazonalidade da qualidade das águas do açude Edson Queiroz, bacia do Acaraú, no Semi-Árido cearense.** Revista Ciência Agronômica, [s. l], v. 38, n. 1, p. 25-31, 2007.

MOTA, S. **Introdução à engenharia ambiental.** 4 ed. Rio de Janeiro: Abes. 388 p. 2006.

MOURA, A. N; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C; DANTAS, E. W. & ARRUDA NETO, J. D. T. **Phytoplanktonic associations:** a tool to understanding dominance events in a tropical Brazilian reservoir. Acta Bot Bras.,21(3):641-8. doi:10.1590/S0102-33062007000300011. 2007.

SILVA, A. P. C; COSTA, I. A. S. **Biomonitoring ecological status of two reservoirs of the brazilian semi-arid using phytoplankton assemblages (Q index).** Acta Limnologica Brasiliensia, v.27, n.1, p.1-14, 2015.

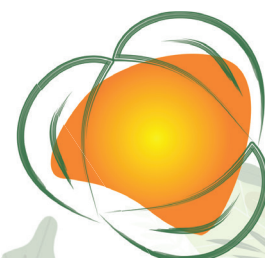
SILVA, E. M; GOMES, C. T. S; RAMOS, C. P. S. & BRICIO, S. M. L. **Ocorrência de cianobactérias no reservatório de Mundaú, no estado de Pernambuco, no período de janeiro de 2010 a novembro de 2011.** VISA Debate,1(3):35-42. doi:10.3395/vd.v1i3.40. 2013.

SILVA, M. B. **Estudo da influência da poluição difusa na qualidade da água de reservatórios de usinas hidroelétricas.** / Mariana Borin da Silva; orientador Lineu Belico dos Reis. – 50 p. il.; 30cm. São Paulo, 2012.

TEIXEIRA, F. J. C. **Modelos de gerenciamento de recursos hídricos:** análises e propostas de aperfeiçoamento do sistema do Ceará. Brasília: Banco Mundial e Ministério da Integração Nacional. 84 p. (Série Águas do Brasil, 6). 2014.

WETZEL, R. G. **Limnology - lake and river Ecosystems.** 3rd. Editio. Academic Press. San Diego. 1006p. 2001.

ZANINI, L. H. T. H; AMARAL, A. L; ZANINI, R. J; TAVARES, H. S. L. **Water quality of rico stream micro-basin evaluated by water quality index and trophic state index.** Eng. Agríc. vol.30 no.4 Jaboticabal July/Aug. 2010.





ESTIMATIVA DA EROSIVIDADE DA CHUVA NA BACIA DO RIO IPANEMA - SP ENTRE 2016 A 2019

TATIANA ACÁCIO DA SILVA¹

MIQUEIAS LIMA DUARTE²

CECÍLIA MARIA DE PAULA COELHO³

CLEBER COELHO MACHADO⁴

MANUEL ENRIQUE GAMERO GUANDIQUE⁵

AÇÕES ANTRÓPICAS SOBRE O MEIO AMBIENTE

RESUMO

O potencial da chuva em causar erosão do solo denomina-se erosividade, logo estudar tal fator torna-se um guia valioso com vista a recomendação de práticas de manejo de solo que visem reduzir a erosão hídrica. Nesse sentido, este estudo avaliou a erosividade da chuva na bacia do rio Ipanema no período de 2016 a 2019. Foram utilizados dados mensais de precipitação obtidos pelo *Global Precipitation Measurement-GPM* e validados com medições *in situ*, em seguida, foi obtido a erosividade da chuva. Os resultados obtidos mostraram que os meses com maior potencial de erosividade foram de janeiro a abril e de novembro a dezembro, enquanto os meses com menor potencial erosivos foram maio, junho, agosto, setembro e outubro. O índice de erosividade anual da bacia do Ipanema é considerada forte, pois apresentou valores entre 4.905 a 7.357 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹. Os resultados obtidos neste estudo mostram a importância do uso e ocupação do solo de forma adequada, pois a erosividade

260

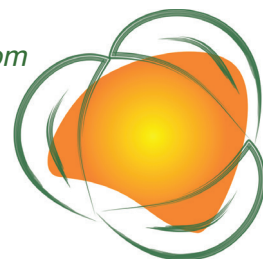
1 Aluna de Doutorado, Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista (UNESP), tatianaacacio1909@gmail.com

2 Aluno de Doutorado, Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista (UNESP), miqueiaseng@hotmail.com

3 Aluna de mestrado, Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista (UNESP), cecilia.depaulacoelho@gmail.com

4 Graduado em biologia, Universidade Paulista – UNIP, coelho.clebermachado@gmail.com

5 Professor adjunto Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba, enrique.gamero@unesp.br



natural pode causar erosão do solo, principalmente em solos onde a cobertura vegetal foi removida o que propicia ainda mais os processos erosivos.

Palavras-chave: *Global Precipitation Measurement*, Potencial erosivo da chuva, Bacia hidrográfica.

INTRODUÇÃO

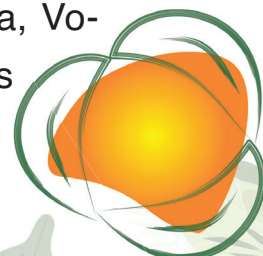
A erosão do solo é reconhecida como um dos impactos ambientais globais mais preocupantes da atualidade, pois os problemas associados causam o declínio na fertilidade do solo, perda da produtividade agrícola, deslizamento de encostas, sedimentação de reservatórios e difusão de contaminantes, causando distúrbios do ecossistema, todos os quais impactam de forma significativa a saúde humana (LAI et al., 2016).

A precipitação influencia de forma direta nos processos erosivos, tornando a erosão hídrica uma das que mais afetam o solo, desta forma a chuva é um dos parâmetros presente na Equação Universal da Perda de Solo, onde o fator R que corresponde a erosividade é representado em forma numérica o quanto uma determinada precipitação será prejudicial para o solo, pois a água da chuva age como componente erosivo através do impacto das gotas ao solo e da geração do escoamento superficial (BERTONI, LOMBARDI NETO, 2014).

O conhecimento do potencial erosivo das chuvas de uma região permite o planejamento de estruturas de conservação do solo e práticas agrícolas, que auxiliem a conservação do solo através da manutenção de sua cobertura (DUARTE; FILHO 2019). Desta forma, este estudo avaliou a erosividade da chuva entre o período de 2016 a 2019 com base em dados do *Global Precipitation Measurement-GPM* na bacia do rio Ipanema.

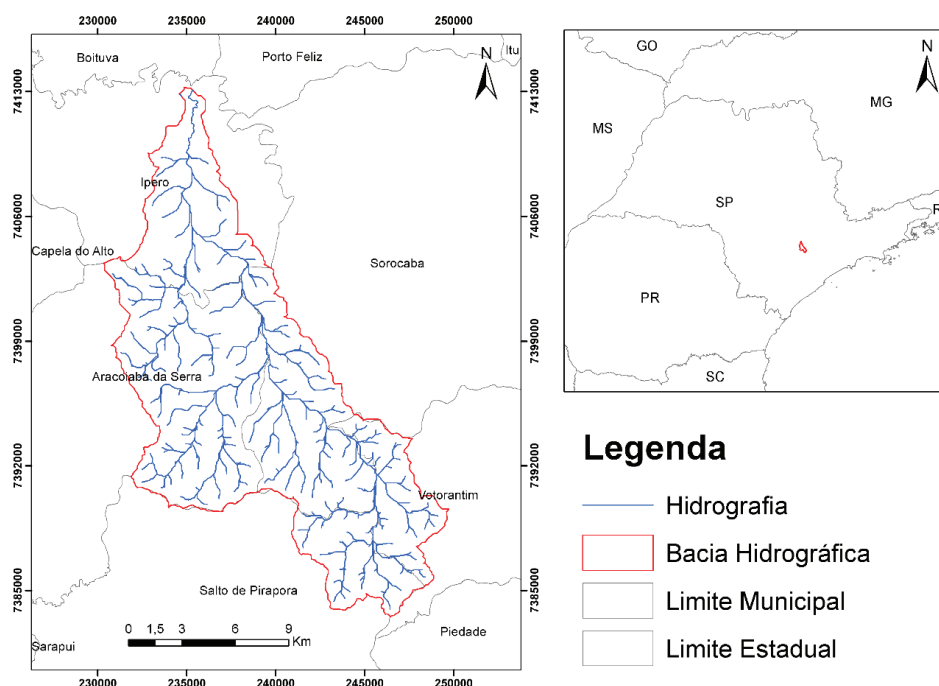
METODOLOGIA

A área de estudo está inserida na bacia hidrográfica do Sorocaba Médio Tietê (UGRHI 10), compreendendo a bacia do rio Ipanema. A bacia do Rio Ipanema está localizada entre os municípios de Sorocaba, Votorantim, Salto de Pirapora, Araçoiaba da Serra as coordenadas métricas 236000 a 251000 E; e 7384000 a 7396000 S (Figura 1).

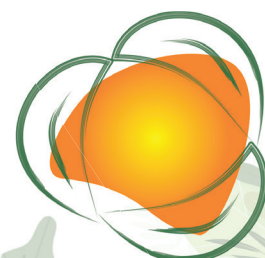


De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo subtropical (Cwa), caracterizado por ser chuvoso no período de verão e seco durante o período de inverno, com temperatura média anual de 21,4°C, sendo a máxima de 30°C no mês de janeiro a março, e a mínima de 12 °C no mês de maio a julho, com precipitação média anual de 1.311 mm, com máxima no mês de janeiro com 215,55 mm e mínima no mês de agosto como uma precipitação de 32,97 mm (CORRÊA et al., 2016).

Figura 1:
Localização da bacia hidrográfica do rio Ipanema.



A precipitação utilizada nesse estudo refere-se a estimativas em mm/mês entre janeiro de 2016 a dezembro de 2019 do produto *Final Run do Global Precipitation Measurement-GPM*. Os dados são disponibilizados de forma gratuita na base de dados do Giovanni. Com vista a verificar a qualidade dos dados de precipitação do GPM, foi utilizado dados de precipitação *in situ* de uma estação pluviométrica obtido no website do Instituto Nacional de Meteorologia-INMET para o período de janeiro de 2016 a dezembro de 2019 (estação sob código n° 83851, localizada nas coordenadas (UTM) Latitude 7401279 m S e Longitude 251817 m E).



Após a verificação da qualidade dos dados de precipitação do GPM, foi realizada uma interpolação dos dados pelo método *Topo-to-Raster*, utilizando o software ArcGIS (10.6.2). Em seguida, foi aplicado a equação proposta por Bertoni e Lombardi Neto (2014) para determinação da erosividade média anual da chuva para a bacia hidrográfica (Equação 5).

$$EI = 67,355 \left(\frac{r^2}{p} \right)^{0,85} \quad (5)$$

Onde *EI* corresponde à média mensal da erosividade pluvial (MJ. Mm. ha⁻¹.h⁻¹); *r* a precipitação média mensal (mm) e *p* a precipitação média anual (mm). Em seguida, os valores de erosividade anual foram classificados conforme classes definidas por Carvalho (1994), sendo considerado fraca erosividade quando $R < 2.452$; moderada erosividade entre $2.452 < R < 4.905$, moderada a forte erosividade entre $4.905 < R < 7.357$, e forte erosividade entre $7.357 < R < 9.810$ e muito forte para valores superiores a 9.810.

RESULTADOS E RISCOSSÃO

A Tabela 1 apresenta os valores de precipitação média mensal entre janeiro de 2016 a dezembro de 2019, e a precipitação acumulada para o período, bem como os valores de erosividade da chuva para a bacia hidrográfica do rio Ipanema-SP, sendo os valores máximos, mínimos, média e classes de erosividade, conforme intervalos definidos por Carvalho (1994) para a erosividade anual (Total), e classes de erosividade média mensal (valores anuais/12 meses). Em relação aos dados do GPM e os medidos pela estação de superfície, observou-se uma moderada correlação entre os dados (R^2 de 0,65).

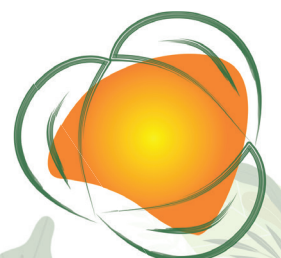


Tabela 1:
Distribuição da precipitação média e erosividade entre 2016 a 2019 na bacia do rio Ipanema.

Mês	Precipitação (mm)	EI-máximo	EI- mínimo	EI- média	Classes - EI
janeiro	189,54	1.223,88	1.106,01	1.162,47	Muito forte
fevereiro	108,79	501,42	427,64	452,37	Moderada a forte
março	149,83	1.038,29	674,91	781,65	Forte e muito forte
abril	166,87	985,03	909,59	936,20	Muito forte
maio	53,98	186,52	112,73	137,68	fraca
junho	36,13	86,46	62,26	69,50	fraca
julho	102,77	438,26	379,9	410,81	Moderada a forte
agosto	25,12	40,60	35,89	37,47	fraca
setembro	53,93	158,91	106,19	137,43	fraca
outubro	39,88	114,43	65,85	82,51	fraca
novembro	176,95	176,95	176,95	1.035,71	Muito forte
dezembro	155,48	855,29	801,19	801,19	Muito forte
Total	1.259,27	6.759,24	5.539,35	6.073,94	Forte

No que se refere a erosividade média mensal, os maiores índices foram observados nos meses de janeiro ($1.162,47 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$), abril ($936,20 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$), novembro ($1.035,71 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$) e dezembro ($830,14 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$), enquanto maio ($137,68 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$), junho ($69,50 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$), agosto ($37,47 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$), setembro ($137,43 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$) e outubro ($82,51 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$) foram observados os menores índices. No que se refere a erosividade média anual, a classificação proposta por Carvalho (1994) indica que o índice de erosividade da chuva para a bacia do Ipanema é considerada forte, pois apresenta valores entre 4.905 a $7.357 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos mostram que entre 2016 a 2019 a bacia do rio Ipanema apresentou forte erosividade da chuva ($6.073,94 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$), o que mostra a importância de manejo adequado do uso e ocupação do solo, pois os altos índices de erosividade natural podem causar erosão laminar do solo de forma acelerada.



REFERÊNCIAS

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. Conservação do Solo. São Paulo: Ícone, 2014. 9º edição.

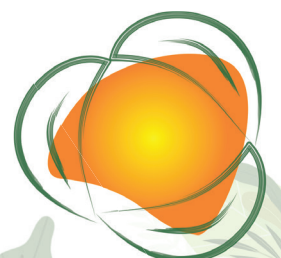
CORRÊA, C. J. P.; CRISTINA, T. K.; FRANCO, F. S. Análise hidroambiental da microbacia do Pirajibu-Mirim, Sorocaba, SP, Brasil. **Revista Ambiente & Água**. v.11, n.4, p .943-953. 2016.


DEMARCH, J. C.; PIROLI, E. L.; ZIMBACK, C. R. L. Estimativa de perda de solos por erosão laminar e linear na bacia hidrográfica do Ribeirão das Perobas (SP), nos anos 1962 e 2011. **RA'EGA**. v. 46, p. 110-131, 2019. <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v46i1.56746>

DUARTE, L. M.; SILVA FILHO, E. P. Estimativa da erosividade da chuva na bacia hidrográfica do rio Juma com base em dados do satélite TRMM. **Caderno de Geografia**, v. 29, n. 56, 2019. <https://doi.org/10.5752/P.2318-2962.2019v29n56p45>

LAI, C.; CHEN, X.; WANG. Z.; WU, X.; ZHAO, S.; WU, X. BAI, W. Spatio-temporal variation in rainfall erosivity during 1960–2012 in the Pearl River Basin, China. **CATENA**. v. 137, p. 382-391. 2016 <https://doi.org/10.1016/j.catena.2015.10.008>

SILVA, D. C. C.; FILHO, J. L. A.; SALES, J. C. A.; LOURENÇO, R. W. Identificação de áreas com perda de solo acima do tolerável usando NDVI para o calculo do fator C da USLE. **RA'EGA**, v. 42, p. 72-85, 2017. <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v42i0.45524>





PRODUÇÃO CIENTÍFICA NO CONTEXTO DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, ESCOLA, ENSINO E SUSTENTABILIDADE

MARINA COMERLATTO DA ROSA¹
LIA MARIS ORTH RITTER ANTIQUEIRA²

EDUCAÇÃO AMBIENTAL

RESUMO

Este trabalho compõe a tese doutoramento da primeira autora. Objetiva-se apresentar as produções acadêmicas (teses e dissertações) que tenham relação entre sustentabilidade, Unidades de Conservação, o ensino de Ciências e Biologia pensando na escola como agente formador de uma sociedade sustentável no litoral do Paraná. Realizou-se uma Revisão de Literatura na base de dados do Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Utilizou-se os Operadores Booleanos (AND, OR, NOT), mais especificamente o “AND”, objetivando trabalhos que relacionem os descritores. A delimitação temporal escolhida foi o período de 1992-2021. Após a leitura sistemática dos resumos das teses e dissertações chegou-se ao número total de 24 trabalhos que estão dentro da temática da pesquisa, ou seja, que tem maior aderência com a relação entre sustentabilidade, Unidades de Conservação, o ensino de Ciências e Biologia pensando na escola como agente formador de uma sociedade sustentável, no entanto apenas um trabalho estava delineado o com litoral do Paraná. Pesquisas que envolvem a relação entre sustentabilidade, Unidades de Conservação e educação, a partir do ensino das disciplinas de Ciências e Biologia, considerando a escola como agente formador de uma sociedade sustentável no litoral do Paraná, são necessárias, pois apesar de haver ampla literatura produzida relacionadas aos descritores utilizados, estudos que conjuguem essas três áreas

266

1 *Doutoranda em Sustentabilidade Ambiental Urbana pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. mcomerlattodarosa@gmail.com.*

2 *2Prof.^a Dr.^a da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa, Departamento Acadêmico de Ensino, liaantiqueira@utfpr.edu.br.*



as Sustentabilidade, Unidades de Conservação, Educação (Escola e Ensino) inexistem, surgindo lacunas de pesquisa neste campo específico.

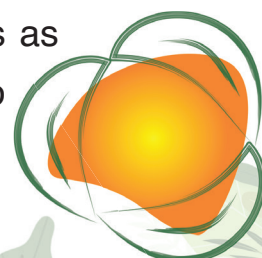
Palavras-chave: Ambientes Naturais; Áreas Protegidas; Ensino de Ciências e Biologia; Sociedade Sustentável.

INTRODUÇÃO

Esta pesquisa parte da enunciação de que a sustentabilidade é o único caminho para manutenção da vida das mais diferentes espécies (BOFF, 2012; LOUREIRO, 2012). Ela tem como tema a sustentabilidade, as Unidades de Conservação e o ensino de Ciências e Biologia, mais especificamente, a contribuição das Unidades de Conservação no ensino de Ciências e Biologia, evidenciando o papel de agente formador da escola para uma sociedade sustentável.

Para Leff (2011, p.15) o princípio da sustentabilidade “surge no contexto da globalização como a marca de um limite e o sinal que reorienta o processo civilizatório da humanidade”. A tomada de consciência para as questões ambientais surgiu na década de 1960, com o livro de Rachel Carson “A Primavera Silenciosa”. Na obra a autora ilustra como o uso desmedido de agrotóxicos nos Estados Unidos alterava todo um ecossistema, pois reduzia as populações animais (BONZI, 2013). Assim, o título é uma referência ao silêncio dos pássaros mortos pela contaminação dos agrotóxicos.

A palavra sustentabilidade vem do termo sustentável, que deriva do latim *sustentare* (sustentar, defender, favorecer, apoiar, conservar, cuidar) (BOFF, 2012). Este princípio aparece em um momento em que as questões ambientais se tornam uma preocupação das diferentes esferas da sociedade, a partir das reuniões organizadas pela Organização das Nações Unidas - ONU - (BOFF, 2012). Assim o conceito de sustentabilidade começou a ser apresentado na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, realizada em Estocolmo (1972), e cunhado no Relatório Brundtland (1987) da Organização das Nações Unidas (TORRESI; PARDINI; FERREIRA, 2010). No entanto, o conceito possui um histórico muito mais antigo, pois as práticas humanas em relação a natureza, que levam à compreensão de sustentabilidade, antecedem, significativamente, as Conferên-



cias Mundiais organizadas pela ONU (BOFF, 2012; CAPITANGO; CALLEJAS, 2019; SILVA, 2012).

Para Loureiro (2012) e Loureiro e Lima (2012) o conceito de sustentabilidade é oriundo das ciências biológicas, no entanto amplia-se para a política e a economia. É um termo que apresenta diversas possibilidades de entendimento. Entende-se que o conceito de sustentabilidade é polissêmico e “não é homogêneo nem está livre do conflito de interesses” (LEFF, 2011, p. 48) é “[...] instigante, complexo e desafiador. Faz-nos pensar sobre múltiplas dimensões e suas relações.” (LOUREIRO, 2012, p. 57). Possibilita diversos entendimentos com importância em diferentes campos do conhecimento, conforme os interesses e as relações de poder.

Para se pensar em uma sociedade que assuma práticas sustentáveis, como princípio de convivência mútua entre as diferentes formas de manifestação da vida, bem como das suas relações com os ambientes naturais, entende-se que é preciso superar práticas não sustentáveis, construir outros processos de formação na constituição de uma cultura sustentável que respeite, valorize e cuide das diversas formas de vida no planeta (BOFF, 2012; LOUREIRO, 2012). Compreende-se que a educação, mais especificamente a escola, para além de um dos seus objetivos que é a escolarização, pode tornar-se um agente formador, pois historicamente tem papel fundamental nos processos formativos na cultura da sociedade (GADOTTI, 2009; LOUREIRO, 2012). É na escola que se tem um espaço privilegiado de acesso ao conhecimento sistematizado, nela pode-se trabalhar com ações que proporcionem ao aluno aprendizagens, vivências, experiências, práticas direcionadas à conservação ambiental, a sustentabilidade, a convivência humana pautada no respeito, na justiça e na igualdade (LEGAN, 2004; LOUREIRO, 2012).

Entende-se que sem transformação social não há educação (LOUREIRO, 2012) e a partir dela é que pode existir uma sociedade mais justa. Assim, para Gadotti (2005, p. 19) a sustentabilidade “tem um componente educativo formidável: a preservação do meio ambiente depende de uma consciência ecológica e a formação da consciência depende da Educação.” Para Sorrentino (2020), atualmente percebe-se a urgência de contar com o empenho de inúmeros setores para a construção de uma cultura



comprometida com a “sustentabilidade socioambiental e com a vida em toda a sua diversidade.” (SORRENTINO, 2020, p. 57).

Objetiva-se com o esse trabalho apresentar as produções acadêmicas (teses e dissertações) que tenham relação entre sustentabilidade, Unidades de Conservação, o ensino de Ciências e Biologia pensando na escola como agente formador de uma sociedade sustentável no litoral do Paraná. Estes aspectos são tema da pesquisa de doutoramento da primeira autora.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

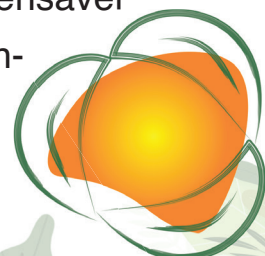
Ao iniciar uma pesquisa demanda-se a busca inicial do que foi e está sendo produzido no campo investigado, derivando as revisões de literatura, que são parte fundamental no processo de produção do conhecimento científico. Assim, conhece-se o que já foi realizado em um campo específico de pesquisa. Dessa forma, a Tabela 1 apresenta os resultados da busca inicial com os descritores: “Sustentabilidade”, “Unidade de Conservação”, “Escola” e “Ensino”.

Tabela:
Levantamento quantitativo de teses e dissertações localizadas a partir dos descritores

Descritores	Nº de Trabalhos
“Sustentabilidade”	5 337
“Unidade de Conservação”	108 513
“Escola”	35 500
“Ensino”	45 091
Total	194 441

Fonte: Autoria própria (2021).

A partir dos resultados do levantamento quantitativo de teses e dissertações localizadas a partir dos descritores (Tabela 1) entendeu-se que era necessária uma nova busca com um maior refinamento, e era indispensável uma relação entre os descritores. Desta maneira, realizou-se o levantamento das produções, entre teses e dissertações na área de co-



nhecimento de Ciências Ambientais, Educação e Interdisciplinaridade (Tabela 2). Ao realizar a nova busca utilizou-se dos Operadores Booleanos (AND, OR, NOT), mais especificamente o “AND”, objetivando trabalhos que relacionem os descritores utilizados no levantamento: “Sustentabilidade” AND “Unidade de Conservação”, “Sustentabilidade” AND “Escola”, “Sustentabilidade” AND “Ensino”, “Unidade de Conservação” AND “Escola” e “Unidade de Conservação” AND “Ensino”.

Tabela 2:
Teses e dissertações na área de conhecimento de Ciências Ambientais, Educação e Interdisciplinaridade

Descritores	Ciências Ambientais	Educação	Interdisciplinaridade	Total de trabalhos localizados
“Sustentabilidade” AND “Unidade de Conservação”	190	24	126	340
“Sustentabilidade” AND “Escola”	192	186	96	474
“Sustentabilidade” AND “Ensino”	169	272	272	548
“Unidade de Conservação” AND “Escola”	175	125	112	412
“Unidade de Conservação” AND “Ensino”	93	177	37	307
TOTAL	819	784	478	2 081

270

Após a fase levantamento das produções por descritores selecionou-se os trabalhos que têm aderência ao problema e aos objetivos desta pesquisa a partir do título das teses e dissertações (Tabela 3), organizou-se também as pesquisas em trabalhos de mestrado (M) e doutorado (D) (Tabela 4).

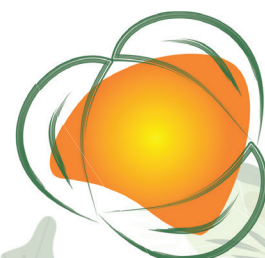


Tabela 3:
Teses e dissertações na área de Ciências Ambientais, Educação e Interdisciplinaridade com aderência ao objetivo desta pesquisa selecionados a partir do título

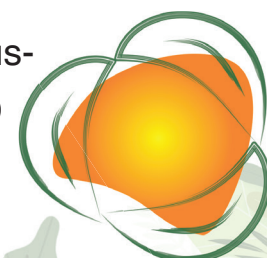
Descritores	Ciências Ambientais	Educação	Interdisciplinaridade	Total de trabalhos localizados
“Sustentabilidade” AND “Unidade de Conservação”	11	06	02	19
“Sustentabilidade” AND “Escola”	24	21	04	49
“Sustentabilidade” AND “Ensino”	05	09	00	14
“Unidade de Conservação” AND “Escola”	01	07	01	09
“Unidade de Conservação” AND “Ensino”	05	05	05	05
TOTAL	46	09	09	109

Tabela 4:
Teses e dissertações que tem aderência com esta pesquisa organizadas em trabalhos de mestrado (M) e doutorado (D).

Descritores	Ciências Ambientais		Educação		Interdisciplinaridade	
	M	D	M	D	M	D
“Sustentabilidade” AND “Unidade de Conservação”	10	01	03	03	01	01
“Sustentabilidade” AND “Escola”	24	00	16	05	04	0
“Sustentabilidade” AND “Ensino”	04	01	08	01	00	00
“Unidade de Conservação” AND “Escola”	00	01	06	01	01	00
“Unidade de Conservação” AND “Ensino”	05	00	10	01	02	00
TOTAL	43	03	43	11	08	01

Fonte: Autoria própria (2021).

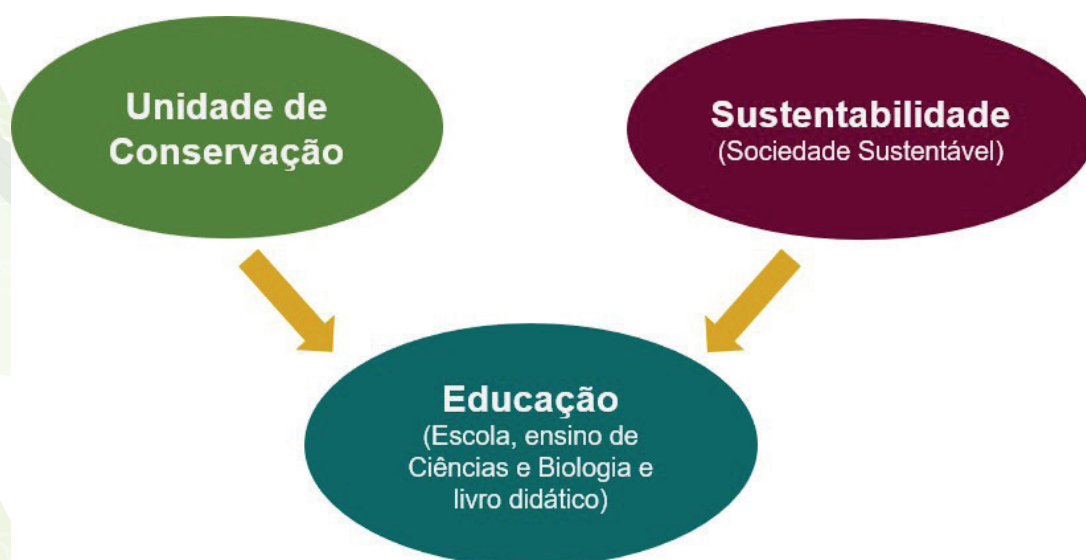
Realizou a busca combinada com todos os descritores, “Sustentabilidade” AND “Unidade de Conservação” AND “Escola” AND



“Ensino”, o que resultou em cinco trabalhos, no entanto ao refinar por áreas de conhecimentos Ciências Ambientais, Educação e Interdisciplinaridade retornou quatro trabalhos, deste apenas um demonstrou aderência ao problema e objetivos desta pesquisa e este já estava contemplado nos descritores “Sustentabilidade” AND “Unidade de Conservação”. Ressalta-se que entre os 109 trabalhos rastreados estão trabalhos que se duplicaram em dois ou mais escritores, ou seja, 20 pesquisas e repetiram, entre teses e dissertações. Dessa maneira, após a exclusão destes o total de trabalhos a serem analisados foi de 89.

Nas leituras sistemáticas dos resumos das teses e dissertações selecionou-se trabalhos que trouxessem a relação Unidades de Conservação, Educação (escola, ensino de Ciências e Biologia e livros didáticos) e Sustentabilidade (Sociedade Sustentável), tendo a Educação como elementos chave de ligação com as Unidades de Conservação e Sustentabilidade (Figura 1).

Figura 01:
Relação entre os temas da pesquisa.



Após a leitura sistemática dos resumos das teses e dissertações chegou-se ao número total de 24 trabalhos que estão dentro da temática da pesquisa (Tabela 5), ou seja, que tem maior aderência com a relação entre sustentabilidade, Unidades de Conservação, o ensino de Ciências e Biologia pensando na escola como agente formador de uma sociedade sustentável.

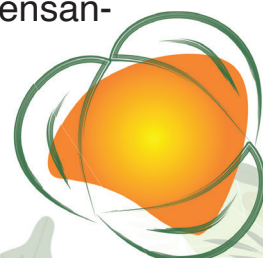


Tabela 5:

Teses e dissertações que tem aderência com esta pesquisa selecionadas a partir do resumo organizadas em trabalhos de mestrado (M) e doutorado (D).

Descritores	Total de trabalhos selecionados	
	M	D
“Sustentabilidade” AND “Unidade de Conservação”	04	01
“Sustentabilidade” AND “Escola”	13	0
“Sustentabilidade” AND “Ensino”	01	00
“Unidade de Conservação” AND “Escola”	01	01
“Unidade de Conservação” AND “Ensino”	03	00
TOTAL	22	02

Fonte: Autoria própria (2021).

Nenhum dos trabalhos avaliados apresentou total aderência ao que foi proposto, pelo motivo de não abordar o litoral do Paraná e por não agregarem as três áreas: Sustentabilidade, Unidades de Conservação, Educação (Escola, ensino de Ciências e Biologia e livro didático). O único trabalho delineado com litoral do Paraná foi a dissertação de Horokoski (2018), *O papel educador das unidades de conservação perante a educação não formal na perspectiva da educação ambiental naturalista*, no qual objetiva “apresentar subsídios práticos e aplicáveis para potencializar ações educativas em Unidades de Conservação, bem como, gerar relações de complementação entre a educação formal e a educação não formal, tendo como ponto de diálogo a educação ambiental naturalista” (HOROKOSKI, 2018, p. 7).

Com as leituras dos resumos e palavras-chave elaborou-se uma nuvem de palavras com a ferramenta *Word Clouds*. Esta ferramenta faz a contagem de palavras e gera resultados a partir de nuvens, conforme apresenta-se na Figura 2.

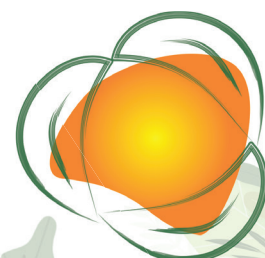


Figura 02:
Nuvem de palavras geradas a partir das palavras-chave dos 24 trabalhos avaliados.



A partir da representação na nuvem de palavras percebe-se que as palavras-chave Educação Ambiental, Unidade de Conservação, Sustentabilidade, Escola, Sociedades Sustentáveis, Desenvolvimento Sustentável e Escolas Sustentáveis têm uma dimensão de destaque na nuvem respectivamente ao número de vezes foram utilizadas nos trabalhos avaliados. Dessa maneira, entende-se que os trabalhos avaliados apresentam a relação entre sustentabilidade, Unidades de Conservação, Escola, no entanto o ensino de Ciências aparece pouco representado. Já o ensino de Biologia e o litoral do Paraná não aparecem na nuvem, pois não foi algo contemplado nos resumos dos trabalhos selecionados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pesquisas que envolvem a relação entre sustentabilidade, Unidades de Conservação e educação, a partir do ensino das disciplinas de Ciências e Biologia, considerando a escola como agente formador de uma sociedade sustentável no litoral do Paraná, são necessárias, de acordo com levantamento realizado no CTD da CAPES, uma base de dados ampla e reconhecida no meio acadêmico. Isso fica evidente na apresentação as produções acadêmicas (teses e dissertações) pesquisadas.



A partir do levantamento realizado percebeu-se que apesar de haver ampla literatura produzida relacionadas aos descritores utilizados, estudos que conjuguem essas três áreas Sustentabilidade, Unidades de Conservação, Educação (Escola e Ensino) inexistem, surgindo lacunas de pesquisa neste campo específico.

Uma pesquisa que relacione tais elementos articulados às especificidades do litoral do Paraná parece adequado e necessário. Considerando, também, que a defesa da natureza enquanto bem coletivo e social transcorre por um processo educativo, e no caso em estudo, do maior remanescente de Mata Atlântica do país, visando processos de sensibilização e conscientização ambiental, entende-se que esta defesa torna-se um dos objetivos da escola, visto sua ação formadora junto a sociedade, reconhecendo que independe do período histórico, das suas intencionalidades sempre foi vista com instituição formado de determinada cultura.

AGRADECIMENTOS

Ao povo brasileiro que financia esta pesquisa através da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior por meio de concessão de bolsa de doutorado à primeira autora.

REFERÊNCIAS

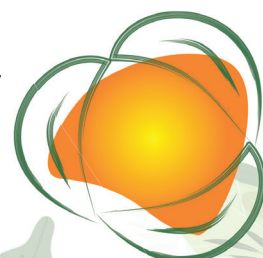
BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade**: o que é: o que não é. Petrópolis: Vozes, 2012.

BONZI, Ramón Stock. Meio século de Primavera silenciosa: um livro que mudou o mundo. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, [S. l.], n. 28, p. 207-215, jul./dez. 2013.

CAPITANGO, José; CALLEJAS, Germán Vargas. Conhecimentos, experiências e práticas vitais tradicionais indígenas como fundamento para a construção de uma cultura de sustentabilidade. **Ambiente & Educação**, [S. l.], v. 24, n. 2, p. 287-309, 2019.

GADOTTI, Moacir. Pedagogia da Terra e cultura da sustentabilidade. **Revista Lusófona de Educação**, São Paulo, v. 1, n. 6, p. 15-29, 2005.

GADOTTI, Moacir. **Educar para a sustentabilidade**: uma contribuição à década da educação para o desenvolvimento sustentável. São Paulo: Editora e Livraria Instituto Paulo Freire, 2009.



HOROKOSKI, Gisele Francisca. **O papel educador das unidades de conservação perante a educação não formal na perspectiva da educação ambiental naturalista**. 2018. 98 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissional em Rede Nacional para o Ensino de Ciências Ambientais, Universidade Federal do Paraná, Matinhos, 2018.

LEFF, Enrique. **Saber ambiental**. Petrópolis, Vozes, 2011.

LEGAN, Lucia. **A escola sustentável: eco-alfabetizando pelo ambiente**. São Paulo: Imprensa Oficial, 2004.

LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo. **Sustentabilidade e Educação: um olhar da ecologia política**.

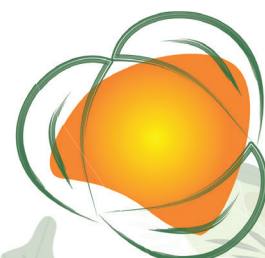
São Paulo: Cortez, 2012.


LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo; LIMA, Maria Jacqueline Girão Soares de. A hegemonia do discurso empresarial de sustentabilidade nos projetos de educação ambiental no contexto escolar: nova estratégia do capital. **Revista Contemporânea de Educação**, [S. l.], v. 7, n. 14, p. 280-294, 2012.

SILVA, Carlos Educardo Mazzetto. **Sustentabilidade**. In: CALDART, Roseli Salette; PEREREIRA, Isabel Brasil; ALENTEJANO, Paulo; FRIGOTTO, Gaudêncio (org). **Dicionário da Educação do Campo**. São Paulo: Expressão Popular, 2012. p. 728-732.

SORRENTINO, Marcos. Educação ambiental e unidades de conservação. In: SANSOLO, Davis Gruber (orgs). **Uso público em áreas protegidas: contribuições para gestão de unidades de conservação**. São Paulo: Editora Unesp Digital, 2020. p. 55 - 73.

TORRESI, Susana Córdoba de; PARDINI, Vera; FERREIRA Vitor. O que é sustentabilidade? **Química Nova**, v. 33, n. 1, 5, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v33n1/01.pdf>. Acesso em 10 dez. 2020.





PRÁTICAS INTERDISCIPLINARES PARA A SENSIBILIZAÇÃO AMBIENTAL NO COLÉGIO DOM ORIONE EM QUATRO BARRAS(PR).

VENINA PRATES¹

LIA MARIS ORTH RITTER ANTI QUEIRA²

EDUCAÇÃO AMBIENTAL

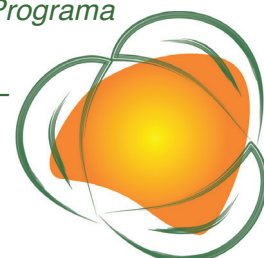
RESUMO

Relata-se aqui uma experiência de educação ambiental voltada para sensibilização de crianças do maternal ao 5º ano do ensino fundamental com apoio de estudantes 1º ano do ensino médio. A principal problemática identificada no trabalho partiu do grupo de estudantes do ensino médio com base em observações *in loco* nas quais perceberam que os resíduos sólidos orgânicos e recicláveis gerados pelas crianças do contraturno não eram separados adequadamente. O despertar pela problemática ambiental deve-se ao levantamento em torno da temática sustentabilidade proposta para a Feira Interdisciplinar que ocorre anualmente no Colégio Dom Orione. A metodologia pesquisa-ação foi adotada pelos estudantes 1º ano que paralelamente iniciaram as intervenções com crianças do ensino fundamental no período de contraturno. Foram então propostas práticas pedagógicas com abordagem lúdica e interativa nos intervalos das aulas, nos quais os alunos do ensino médio usaram fantasias que representavam produtos recicláveis e orgânicos, atingindo um

277

1 Me. Venina Prates. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Doutoranda no Programa de Sustentabilidade Ambiental e Urbana. Contato: veninapratesgeo@gmail.com.

2 Prof. Dr. Lia Maris Orth Ritter Antiquiera. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Ponta Grossa. Departamento Acadêmico de Ensino. Contato: liaantiqueira@utfpr.edu.br



público de 380 crianças. Observou-se que a proposta pedagógica resultou na formação de agentes multiplicadores em defesa das questões ambientais e na sensibilização de toda a comunidade escolar.

Palavras-chave: Agentes multiplicadores; Educação Ambiental; Interdisciplinaridade.

INTRODUÇÃO

As questões ambientais envolvem interrelações entre sociedade e natureza, demandando de abordagens interdisciplinares (ELKINTON, 2012; SACHS, 2004). A interdisciplinaridade é definida por Philippi Jr. & Fernandes (2015) como “a interação entre duas ou mais disciplinas” e para Silva & Mattos (2007) a interdisciplinaridade é construído ao longo de aprendizagem e vivências interdisciplinares do profissional, aluno e professor. Portanto por meio de várias disciplinas (conteúdo e métodos) é possível contextualizar uma problemática e superar a compartimentalização do saber que regularmente é trabalhado nas escolas de educação formal além de representar a troca e cooperação entre disciplinas (MORIN, 2003).

Diversas experiências relatadas na literatura mostram a importância da interdisciplinaridade para a conscientização ambiental com o engajamento não apenas dos alunos, como também dos pais, professores, funcionários e toda a comunidade escolar (ARALDI, 2000 & PORTO, 1997 *apud* REGO, SUERTEGARAY, HEIDRICH, 2000; KIMURA, 2009; SANTOS, ALBUQUERQUE & SILVA, 2012).

Capra (2006) afirma que “a educação por uma vida sustentável estimula o entendimento intelectual da ecologia como cria vínculos emocionais com a natureza”, portanto as crianças aprendem o que vivenciam e a escola deve ser um espaço com condições para a aprendizagem e práticas educativas que façam sentido para elas (DOURADO, *et al*, 2015; NOLTE, HARRIS, 2003).

Pautando-se nestas premissas, relata-se aqui uma experiência com práticas interdisciplinares para a sensibilização de crianças do maternal ao quinto ano do ensino fundamental, juntamente com alunos do ensino médio. O objetivo foi promover a atuação dos estudantes do ensino médio como agentes multiplicadores de práticas de educação ambiental.



METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do projeto optou-se adotar a metodologia pesquisa-ação proposto por Thiollent (1986). A pesquisa-ação “promove a participação dos usuários do sistema escolar na busca de soluções aos seus problemas”. Este processo permitiu que os envolvidos adotassem uma linguagem apropriada e os objetivos teóricos da pesquisa foram constantemente reafirmados e delineados no contato e interação com as crianças (Thiollent, 1986).

A principal problemática identificada pelo grupo de estudantes antes das intervenções com as crianças foram as observações *in loco* do excesso de resíduos sólidos orgânicos e recicláveis geradas pelas crianças do contraturno.

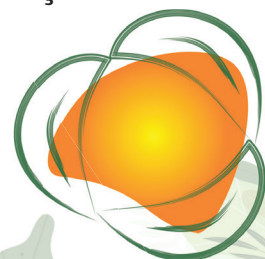
A equipe foi composta por oito alunos voluntários e quatro professoras do ensino fundamental e a professora orientadora do ensino médio, além de 380 crianças do período vespertino do Colégio Dom Orione, localizado em Quatro Barras - Paraná.

As intervenções tiveram uma abordagem lúdica e interativa com música e fantasias que representavam produtos recicláveis e orgânicos. Optou-se pela ludicidade concordando com Baptista (2011), no sentido de que propicia:

“um ambiente escolar que traz enormes vantagens para o processo de ensino aprendizagem, porque é um impulso natural da criança e do adolescente, o que já é uma grande motivação, pois eles (crianças e adolescentes) obtêm prazer, e seu esforço para alcançar o objetivo da aula é espontâneo e voluntário”.

A música no contexto escolar pode ser usada para ampliar a aprendizagem e despertar para assuntos como o meio ambiente, bem como transmitir valores sociais e culturais (TEIXEIRA; PAIS, 2018).

O planejamento foi organizado em três etapas: primeiramente, o grupo de estudantes realizou revisão bibliográfica para subsidiar as ações a serem desenvolvidas, estabelecendo interrelações da temática sustentabilidade nas diversas áreas do conhecimento, bem como as observações da produção de resíduos pelas crianças do contraturno.



Na segunda etapa, realizaram-se as intervenções em sala com as crianças, sendo orientados pedagogicamente pelo corpo docente do colégio. As atividades ocorreram mensalmente com a escolha por parte da professora regente de um aluno semanalmente ser o responsável pela fiscalização da sala de aula (fiscal do meio ambiente).

Na terceira etapa, o grupo de estudantes promoveu campanhas nas dependências do colégio, focadas em economia de água, energia e papel utilizado nos banheiros. As ações desenvolvidas foram apresentadas para todas as crianças, bem como a pesquisa realizada com produtos gerados para um evento anualmente realizado na instituição, denominado Feira Interdisciplinar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa bibliográfica sobre temática sustentabilidade em diversas áreas do conhecimento de forma interdisciplinar aguçou o interesse de um grupo dos alunos pelas questões ambientais. As observações *in loco* do grupo de estudantes, permitiram identificar que as crianças não tinham o hábito de separar o lixo orgânico do reciclável. Pawlas & Miguel (2011, p. 2) citam em seu trabalho apresentado no Simpósio da Associação Nacional de Política e Administração da Educação que “as crianças, desde muito pequenas, precisam encontrar em ambientes escolares práticas eficazes para solucionar os problemas ambientais”.

Outras pesquisas desenvolvidas com crianças permitem inferir que as práticas de educação ambiental contribuem como citam Paulino *et al* (2020, p. 79) “com a ideia de que o futuro do meio ambiente depende das ações que praticamos hoje” e que é essencial essas práticas de educação ambiental para ocorrer o entendimento sobre o processo de separar os resíduos orgânicos e recicláveis (TOMAZINI, 2018; GASTARDELI & DOMINGUÊS, 2016).

Para a sensibilização das crianças, optou-se realizar intervenções nas salas de aula durante o intervalo por meio de atividades lúdicas, com o intuito de sensibilizar para a separação dos resíduos.



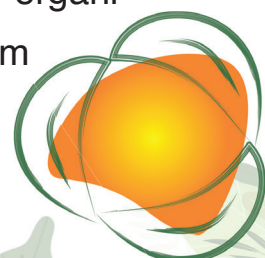
Gastardeli & Dominguês (2016, p.42), afirmam que as atividades lúdicas e concretas sobre o meio ambiente possibilitam a compreensão e mudança na percepção ambiental das crianças.

A fim de despertar o interesse pela separação correta do lixo orgânico e reciclável o grupo de estudantes juntamente com a professora orientadora se fantasiavam durante as intervenções (Figura 1). Outras experiências com práticas de educação ambiental com uma abordagem pedagógica lúdica são relatadas em trabalhos desenvolvidos por Baptista & Golarte (2021) e Furtado *et al.* (2019).

Figura 1:
Atividades realizadas durante o intervalo



As intervenções promovidas pelo grupo de estudantes do ensino médio contribuiu para estimular o interesse das crianças pela problemática do lixo no colégio, sendo assim, semanalmente um aluno era escolhido e como gratificação recebia um crachá de “fiscal do meio ambiente” (Figura 2). A responsabilidade do “fiscal do meio ambiente” era observar o comportamento dos colegas de sala e orientá-los para a separação correta do lixo orgânico e reciclável. Alguns autores como Muniz & Café (2019) afirmam que a criança como agente multiplicador vai contribuir para passar a



mensagem não apenas para os amigos de sala de aula, mas para toda a comunidade escolar.

Figura 2:
Crachá distribuído como incentivo para as crianças



Foram confeccionados e distribuídos pelos ambientes do colégio diversos adesivos educativos, com o intuito de economizar água, energia e papel higiênico (Figura 3). Percebeu-se que as ações contribuíram para o uso racional dos recursos bem como o envolvimento da economia tanto por parte dos alunos quanto funcionários do colégio. Martins e Rodrigues (2011) relatam em seu artigo o uso de campanha educativa em ambientes formais e informais como despertar para a consciência ambiental.

Para o fechamento das atividades, ocorreu a III Feira Interdisciplinar do Colégio Dom Orione, no qual, foram apresentados para a comunidade escolar a pesquisa sobre sustentabilidade desenvolvida pelas turmas do primeiros anos, resultando em alguns produtos como: brinquedos de produtos recicláveis, instrumentos musicais e casa com garrafa PET (Figuras 4-6).

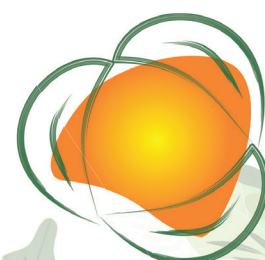


Figura 3:
Campanhas educativas



Figura 4:
Brinquedo com produtos recicláveis

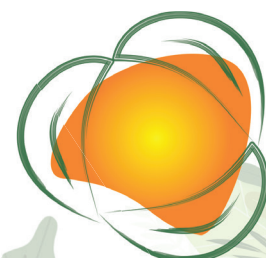


Figura 5:
Instrumentos musicais com produtos recicláveis

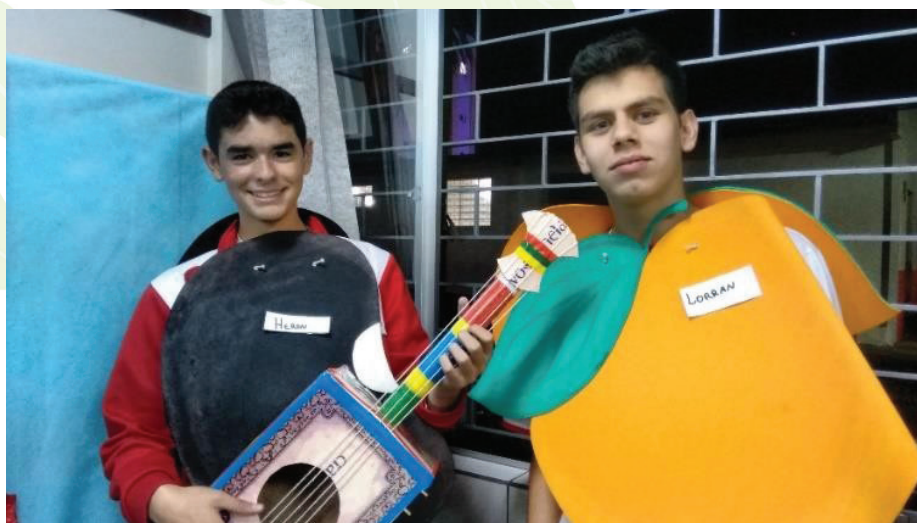


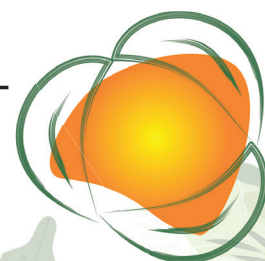
Figura 6:
Casa com garrafa PET



Alguns autores apresentam a eficácia do uso de recicláveis em atividades interdisciplinares, bem como o desenvolvimento de atividades pedagógicas lúdicas e interativas como colaboradores para despertar no aluno a consciência ambiental e o desejo de mudar a realidade (SILVA & OLIVEIRA, 2019; MUNIZ & CAFÉ, 2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As práticas interdisciplinares desenvolvidas permitiram aos estudantes do ensino médio perceberem as problemáticas geradas



pelas crianças e a partir disso propor em soluções por meio de atividades de educação ambiental.

A realização desse trabalho atendeu ao objetivo que está em consonância com muitos autores que relatam em suas práticas pedagógicas com atividades lúdicas-interativas, o despertar no processo de conscientização e uso racional do recursos naturais.

REFERÊNCIAS

BAPTISTA, W; GOLARTE, L. Educação Ambiental através da ludicidade: um relato de experiência. Disponível em: <http://www.ambiente-augm.ufscar.br/uploads/A3-020.pdf> Acesso em: 06 jun. 2021.

BEHLING, G.M.; CARLAN, F.de A.; GIL, R. L. **A pesquisa-ação na construção de espaços educadores sustentáveis**. Capítulo 5. *In*: KUSS, A. V.; CARLAN, F. de A.; BEHLING, G. M.; GIL, R. L. Possibilidades metodológicas para a pesquisa em educação ambiental. Pelotas: Editora Santa Cruz, 2015.

CARSON, R. **Primavera silenciosa**. 1 ed. São Paulo: Gaia, 2010.

CAPRA, F. **Alfabetização ecológica: a educação das crianças para um mundo sustentável**. São Paulo: Cultrix, 2006.

DOURADO, J.; BELIZÁRIO, F.; PAULINO, A. **Escolas sustentáveis**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

ELKINGTON, J. **Sustentabilidade, canibais com garfo e faca**. São Paulo: M.Books do Brasil Editora Ltda, 2012

FURTADO, V. Q.; BURIOLLA, H. L.; SILVA, J. O.; OLIVEIRA, M. R. F.; A educação ambiental e lúdica no universo da primeira infância. V Congresso Nacional de Educação. https://www.editorarealize.com.br/editora/ebooks/conedu/2019/ebook3/PROPOSTA_EV_127_MD4_ID9371_02082019083732.pdf. Acessado em 12 de junho de 21.

LEFF, E. **Complexidade, Interdisciplinaridade e Saber Ambiental**. *In*: PHILIPPI JUNIOR, A.; TUCCI, C. E. M.; HOGAN, D. J.; Navegantes, R.(coord.). Interdisciplinaridade em ciências ambientais. 2000.

GASTARDELI, JULIANA PROENÇA.; DOMINGUÊS, NIELEN DE MAMAN FERRARI. Educação ambiental na educação infantil: transformando resíduos em brinquedos. 2016. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2016.

PAULINO, G. M.; LIMA, E. M.; MENDES, I. P.; LIMA, R. P. **Ações de educação ambiental para crianças da Escola Curumim no Rio**



Piracicaba – MG. Revista Engenharia de Interesse Social • ano 5, v. 5, n. 5, p. 59-80 • jan.-jun., 2020.

PAWLAS, N.de O.; MIGUEL, A.C. **Projeto de reciclagem em centro de educação infantil.** <https://anpae.org.br/simposio2011/cdrom2011/PDFs/trabalhosCompletos/comunicacoesRelatos/0428.pdf>. Acessado em 12 de junho de 21.

PHILIPPI JR, A.; FERNANDES, V; (Editores). **Práticas da interdisciplinaridade no ensino e pesquisa.** Manole, 01/2015. VitalBook file.

NOLTE, D.L.; HARRIS, R. **As crianças aprendem o que vivenciam: o poder do exemplo dos pais na educação dos filhos.** Rio de Janeiro: Sextante, 2003.

REGO, N.; SUERTEGARAY, D.; HEIDRICH (Org). *Geografia e educação: geração de ambiências.* Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2000.

ROSSI, C.M.; CENCI, D.R. Interdisciplinaridade e educação ambiental: um diálogo sustentável. Instituto Federal de Mato Grosso – Campus Confresa Revista Prática Docente. V. 5, n. 3, p. 1733-1746, set/dez 2020.

SACHS, I. **Desenvolvimento excludente, sustentável e sustentado.** 32 p. 2004.

SANTOS, L.D; ALBUQUERQUE, A. R. da C. & SILVA, R.E. da. O uso de metodologia interdisciplinar no ensino de geografia física e matemática. *REVISTA GEONORTE*, Edição Especial, V. 3, N. 4, p. 262-272, 2012.

SILVA, E.R.; MATTOS, U.A.O. Práticas pedagógicas no contexto dos programas de pós graduação em meio ambiente (doutorado) e em engenharia ambiental (mestrado) da UERJ: proposta de articulação entre ensino, pesquisa e extensão. In: BRANQUINHO, F.; FELZENSZWALB, I.; (organizadores). Meio ambiente: experiências em pesquisa multidisciplinar e formação de pesquisadores.

SILVA, W.I.; OLIVEIRA, J.G.R. Práticas de educação ambiental nas aulas de geografia do ensino médio: reciclando velhos hábitos. *Revbea*, São Paulo, V. 14, Nº1: 275-294, 2019.

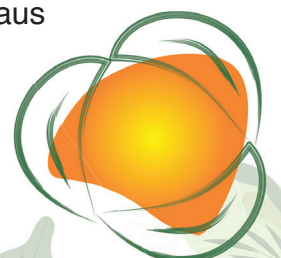
MARTINS, D.C.L.; RODRIGUES, D.C.G.A.; Sustentabilidade e consumo consciente: uso de campanha educativa. N.37, 2011. <http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=1111> . Acessado 12 de junho de 21.

MORIN, E. **A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento.** 8º ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

MUNIZ, M.A.; CAFÉ, L.J. Educação ambiental como estratégias pedagógicas: a criança como agente multiplicador. *Intercursos*, Ituiutaba, v. 18, n. 2, Jul-Dez. 2019.

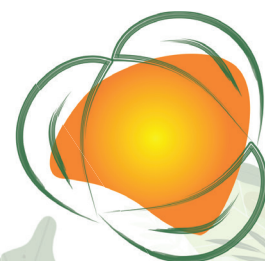
TEIXEIRA, J.C.R.; PAES, L. S. Música como estratégia de ensino em questões ambientais. Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico. Campus Manaus Centro, 2018.

THIOLLENT, M. **Metodologia de pesquisa-ação.** São Paulo: Cortez, 1986.



TOMAZINI, A.S. PROJETO MEIO AMBIENTE: A RECICLAGEM COM ALUNOS DA EDUCAÇÃO INFANTIL NA CIDADE DE SÃO PAULO. <https://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=3228> . Acessado em: 12 junho de 21.

TOZINI-REIS, M.F.de C.; Pesquisa ação em Educação Ambiental. Pesquisa em Educação Ambiental, vol. 3, n. 1 – pp. 155-169, 20.





SUSTENTABILIDADE COMO PRINCÍPIO NA GESTÃO PÚBLICA DO IFSULDEMINAS

DR. MARCELO BREGAGNOLI

Professor Ensino Básico, Técnico e Tecnológico e Reitor IFSULDEMINAS

A gestão pública passa por uma reanálise na sua forma de atuação em se tratando de componentes de sustentabilidade. É fato que se a gestão não tiver esse importante item como premissa, os programas sistêmicos não seguirão adiante e apenas ações pontuais serão efetivadas por grupos isolados, não tendo o esperado efeito orgânico e de amplitude em escala.

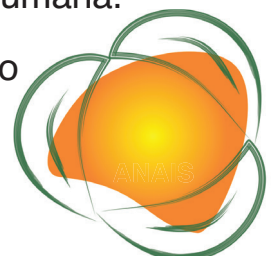
Em uma instituição de ensino isso se torna mais intenso e é necessário sua organicidade, por ser exatamente o local onde serão formados os cidadãos que perpetuarão as prerrogativas básicas dessas ações de preservação dos recursos naturais existentes no planeta.

288

Um dos balizamentos adotados pela gestão são os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) elaborados pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO). Mesmo que de modo informal, sem existir uma normativa ou resolução específica, os princípios são norteadores para tomadas de decisão na instituição, especialmente em se tratando dos ODS que versam sobre sustentabilidade e ações conjuntas com a sociedade.

Portanto, é essencial que a alta gestão esteja imersa nos princípios de sustentabilidade a todo momento, mantendo o compromisso com a sociedade que precisa de bons exemplos, estudos e demonstração de práticas que mantenham e/ou melhorem as condições ambientais, sobretudo em relação aos recursos naturais, tão escassos devido a intensa forma de atividade humana.

Em 2010 foi criada a Instrução Normativa (IN) N01/2010 do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG) que ins-



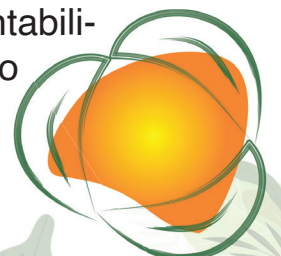
tituiu a política pública o qual determina condições para viabilizar a agenda ambiental da gestão pública. A referida instrução normativa, publicada em Diário Oficial da União (D.O.U.), dispõe sobre os critérios de sustentabilidade ambiental nos processos de extração e fabricação de produtos, na aquisição de bens e contratação de serviços ou obras pela administração pública federal (BRASIL/MOPG, 2010).

Todavia, Teixeira & Azevedo (2013) constataram que não houve alinhamento pleno dos critérios de sustentabilidade ambiental exigidos à administração pública federal pela N01/2010 diante da situação em que se encontram as organizações parceiras contratadas, de modo a promover tal sustentabilidade. A pesquisa verificou a dificuldade de internalização e adequação da norma pela administração pública e seus desdobramentos com a modificação do art. 3º da Lei de Licitação nº 8.666/93 e os receios e resistência por parte daqueles que deverão executar na prática os projetos.

A pesquisa revelou que as compras na administração pública (materiais, obras e serviços), dentro dos novos padrões ambientais da N01/2010, num primeiro momento implicaram em maiores custos, o que contrasta com a recomendação dos órgãos auditores e de fiscalização orientando para que os gestores reduzam os custos dos projetos. Assim, a “promoção do desenvolvimento nacional sustentável”, na percepção dos gestores termo aparentemente “vago” e “impreciso”, ainda gera impasse na esfera local executório (Teixeira & Azevedo, 2013), especialmente frente a redução do orçamento das instituições públicas federais, impedindo a adoção plena da IN.

Apesar disso tudo, vários programas e ações institucionais foram efetivadas pela gestão do IFSULDEMINAS, evidenciando e efetivando o compromisso com, os princípios da sustentabilidade. Em 2013 o IFSULDEMINAS instituiu a Comissão de Logística Sustentável (PLS) e em 2016 criou a Coordenadoria de Sustentabilidade, vinculada a Diretoria de Desenvolvimento Sustentável da instituição. A referida coordenação tem os objetivos institucionais de:

- Planejar, gerenciar e executar as atividades de diagnóstico, avaliação de impacto, proposição de medidas voltadas para a sustentabilidade e de racionalização do uso de materiais e serviços no IFSULDEMINAS;



- Orientar e controlar processos e projetos voltados às áreas de conservação, pesquisa, proteção e defesa ambiental;
- Instituir, promover e monitorar o processo de coleta, análise, tratamento e gerenciamento de recursos e resíduos e promover sua destinação às associações e cooperativas dos catadores de recicláveis em conformidade com a legislação e normas ambientais vigentes;
- Apoiar, orientar e estimular a adoção das compras sustentáveis nos diversos setores da Reitoria e campi, levando-se em conta não apenas o menor preço, mas o custo comum todo, considerando a manutenção da vida no planeta e o bem-estar social, por meio da inserção de critérios ambientais e sociais nas compras e contratações públicas, visando alcançar a proposta mais vantajosa e que cause menor degradação ambiental;
- Atuar no atendimento e acompanhamento das metas estabelecidas no Programa de Logística Sustentável (PLS);
- Promover programas de educação ambiental, buscando a capacitação, divulgação e mobilização na Reitoria e nos campi, com toda a comunidade acadêmica;
- Estabelecer parcerias com outras instituições públicas e privadas, associações e grupos, visando potencializar e ampliar as ações de gestão ambiental do IFSULDEMINAS e também para a comunidade externa.

A execução das ações são apoiadas no trabalho da Comissão Gestora do Plano de Logística Sustentável (PLS), existentes em cada campus, com consonância com as diretrizes emanadas do Colégio de Dirigentes, com ação direta das Pró-Reitorias e Diretorias Sistêmicas da Reitoria e Diretorias de Administração e Desenvolvimento Educacional dos campi.

A instituição publicou a Portaria Normativa 1167/2020, que estabelece a promoção dos princípios de sustentabilidade e incorporar práticas cotidianas por meio da mudança da cultura organizacional, estabelecendo diretrizes para a sustentabilidade e economicidade no âmbito do IFSULDEMINAS. Alinhado a isso, a Pró-Reitoria de Administração, por meio da Coordenadoria Geral de Materiais e Logística, lançou o Almoxarifado Virtual, que consiste em um sistema que visa a redução de custos otimizando o esforço dos escassos recursos humanos, reduzindo o gasto com logística e acelerando o



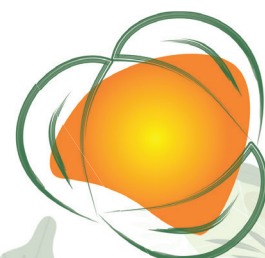
processo de compras, com o fornecimento de materiais de consumo pelo sistema *Just-In-Time*.

Em 2016 o IFSULDEMINAS passou a integrar o concurso internacional de análise de sustentabilidade para as instituições de ensino superior. Criado em 2010, o Universitas Indonesia (UI GreenMetric World University Rankings) analisa e classifica os esforços em sustentabilidade e gestão ambiental das instituições de ensino superior (IES) em todo mundo, assim, contribuindo para ampliar a discussão de sustentabilidade na educação; promoção da mudança social liderada pelas IES em relação aos objetivos de sustentabilidade; ferramenta de autoavaliação da sustentabilidade nas IES e; informar governos, agências ambientais internacionais e locais e a sociedade sobre os programas de sustentabilidade nas IES.

O UI GreenMetric World University Rankings tem como parâmetros:

1. Configuração, Infraestrutura e Áreas Verdes
2. Gestão de Energia e Mudanças Climáticas
3. Gestão de Resíduos
4. Gestão de Água
5. Transportes e Mobilidade
6. Educação e Pesquisa

Figura 1:
Logo do IFSULDEMINAS alusivo a classificação da instituição no UI GreenMetric World University Rankings (2020).

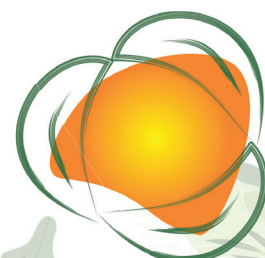


A plataforma de cooperação mútua entre as IES, propiciada pelo UI GreenMetric World University Rankings, possui atualmente 69 itens que são referendados via comprovação institucional das ações. Assim, essa ação serve de balizamento para analisar, organizar e planejar ações que tenham impacto nos benefícios resultantes da preservação do meio ambiente dentro dos ambientes escolares de nível superior, servindo de exemplo para a sociedade, muitas das quais são exemplo para a sociedade.

Em 2017 a instituição foi convidada a participar do 3rd International Workshop on UI GreenMetric World University Rankings (IWGM) em Istambul, na Turquia, oportunidade que apresentou a forma diferenciada conformação multicampi das instituições da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica e suas ações entorno da sustentabilidade. Esse foi um momento de grande visibilidade internacional do IFSULDEMINAS, colocando de vez a instituição como exemplo a ser seguido no Brasil e no mundo.

Dentre esses exemplos à sociedade no que tangem a sustentabilidade, destaca-se no IFSULDEMINAS o programa institucional IFSOLAR (Figura 2), que é a instalação de painéis fotovoltaicos na instituição. A instituição liderou 2 processos nacionais de contratação de painéis fotovoltaicos. Foram os RDC 01/2016 e RDC 03/2018, com mais de 200 milhões de reais empenhados para esta finalidade por diversas instituições da Rede Federal, Universidades Federais e outros órgãos do poder público federal. Associado a isso, o processo de licitação conseguiu valores abaixo dos praticados no mercado, ajudando na economicidade para implantação de centenas de módulos de painéis fotovoltaicos.

Figura 2:
Selo do programa institucional IFSOLAR do IFSULDEMINAS.



A implantação das usinas solares no âmbito do IFSULDEMINAS foi 560 kWp de capacidade de geração solar, na primeira fase do IFSOLAR entre 2017/2018, e é responsável por gerar 769 mil kWh de energia, energia suficiente para atender a aproximadamente 400 residências durante um ano. Essa geração própria evita que cerca de 544 toneladas de CO₂ sejam emitidos, o equivalente ao plantio de cerca de 9 mil árvores. Na segunda fase do IFSOLAR ocorrida nos anos de 2020/2021, foram contratados 1200 kWp em usinas solares, distribuídas pelas nove unidades da instituição, o que deve elevar a geração de energia solar a um total de 2,5 milhões de kWh ano-1, montante suficiente para atender mais de 1.300 residências (Figura 3).

Figura 3: Instalação de usina solar em uma das unidades do IFSULDEMINAS.



O impacto climático se equivale ao plantio de mais de 30 mil árvores, com uma redução de emissão de mais de 1,5 mil toneladas de CO₂ para o meio ambiente. Os sistemas fotovoltaicos instalados até o momento, vão economizar aos cofres públicos, somente no IFSULDEMINAS, cerca de 800 mil reais ano-1. Essas ações atendem 80% da demanda total de energia elétrica das nove unidades da instituição, sendo que em seis delas (Reitoria e os campi Carmo de Minas, Passos, Poços de Caldas, Pouso Alegre, Três Corações) atendem a 100% da demanda de energia elétrica.



Na edição de 2020 do Ranking GreenMetric, o IFSULDEMINAS conseguiu superar três tradicionais IES do Brasil, melhores classificadas no concurso (USP, UFLA e UNICAMP), na categoria Gestão de Energia e Mudanças Climáticas, graças a implementação do programa IFSOLAR.

Outro projeto de relevância institucional é o IFPLUVIAL que visa implantar ou adaptar nas unidades da instituição sistemas de captação, armazenamento e uso de água da chuva a fim de utilizá-la na limpeza de áreas externas (pátios, garagens e ruas), irrigação (jardins e cultivos comerciais), em instalações para animais (*free stall*, granjas, criadouros, clínica veterinária e etc), no uso em condições hidrossanitárias (vasos sanitários e mictórios) e reserva técnica de combate a incêndio (PSCIP) (Figura 4).

Figura 4:
Selo do programa institucional IFPLUVIAL do IFSULDEMINAS.



Ao todo já foram adaptados e/ou construídos reservatórios com capacidade aproximada de 900 mil litros de água para uso/reuso nas nove unidades do IFSULDEMINAS (Figura 5). Há de se destacar que 100% dos recursos alocados para esta ação, são provenientes de reordenamento de despesas dos recursos próprios da instituição, diferentemente do ocorrido no programa IFSOLAR, que em grande parte, os recursos foram de captações externas, oriundos extra LOA (Lei Orçamentária Anual) via recursos do MEC e emendas parlamentares.

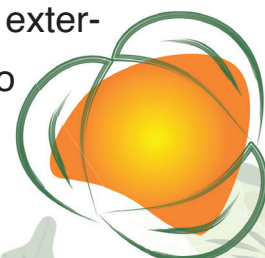


Figura 5:
Instalação de reservatórios para uso/reuso de água pluvial em uma das unidades do IFSULDEMINAS.



O IFSULDEMINAS é signatário do Plano Conservador da Mantiqueira desde março de 2017 (Figura 6 e 7). Coordenado pela executiva sediada na cidade de Extrema (MG), existem várias ações nos campi em relação aos planos vinculados a vários municípios do Sul/Sudoeste/Sudeste de Minas Gerais e Mogiana Paulista, com a preservação de nascentes e matas ciliares. Também, há a implementação de Unidade Demonstrativa nos campi de 1,5 hectare, dedicado exclusivamente para experimentação e implantação de técnicas de florestamento como a exemplo a restauração da vegetação nativa com muvuca, plantio direto e condução da regeneração natural.

295

Figura 6:
Programa Conservador da Mantiqueira

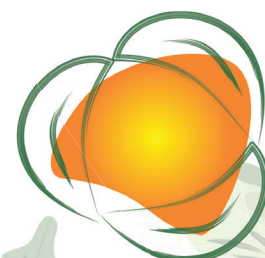


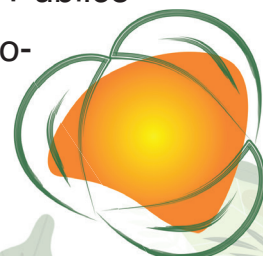
Figura 7:
Programa Conservador da Mantiqueira em uma unidade demonstrativa do FSULDEMINAS.



O IFSULDEMINAS também é membro do Pacto Global desde outubro de 2019. É a maior iniciativa de sustentabilidade empresarial do mundo, sob gerência da Organização das Nações Unidas (ONU). A cada dois anos, é submetido um relatório chamado Comunicação de Engajamento (COE), que acompanha o progresso dos ODS na instituição e reafirma o compromisso com a iniciativa da UNESCO.

296

Essas e outras ações pontuais efetivadas por unidade, resultaram ao IFSULDEMINAS, no ano de 2020, o reconhecimento do Ministério do Meio Ambiente, com a certificação “selo A3P”, fruto das boas práticas da instituição para com a sustentabilidade. O programa A3P, é uma agenda busca incorporar os princípios da responsabilidade socioambiental nas atividades da Administração Pública, através do estímulo a determinadas ações que vão, desde uma mudança nos investimentos, compras e contratações de serviços pelo governo, passando pela sensibilização e capacitação dos servidores, pela gestão adequada dos recursos naturais utilizados e resíduos gerados, até a promoção da melhoria da qualidade de vida no ambiente de trabalho. Em 2017, a instituição foi finalista do prêmio de Boas Práticas no Setor Público com a apresentação do programa IFSOLAR na sede na Escola Nacional de Administração Pública (ENAP) em Brasília.



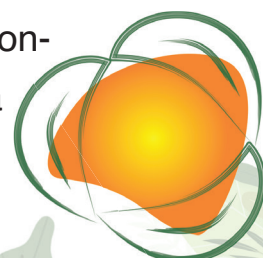
Barata, Kligerman e Minayo-Gomez (2007), destacam a relevância da criação da Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P), instaurando uma nova cultura institucional, visando à mobilização dos servidores para a otimização de recursos, para se combater o desperdício e melhoria da qualidade do ambiente de trabalho.

No período de pandemia ocasionado pela Covid-19, as ações de sustentabilidade no IFSULDEMINAS foram otimizadas devido a atuação da instituição no reaproveitamento de materiais apreendidos pela Receita Federal do Brasil (RFB). Essa parceria já favoreceu o beneficiou inúmeras entidades filantrópicas, de saúde e segurança pública, assim como economizou milhares de reais aos cofres públicos, evitando a incineração de milhares toneladas de produtos oriundos da contravenção (Figura 8).

Figura 8:
Ações do IFSULDEMINAS durante a pandemia em apoio a sociedade.



Até o momento mais 40 mil litros de álcool foram produzidos a partir de bebidas alcoólicas apreendidas, processados em unidades Escola-Fazenda da instituição (com destaque ao Campus Inconfidentes), 55 toneladas de tabaco transformado em adubo organomineral através do processo de Compostagem (Campi Carmo de Minas, Inconfidentes, Machado e Muzambinho) e descaracterização de 35 mil peças de vestuários originários da contravenção nos Campi Muzambinho e Passos e em parceria com a Associação de Proteção e Assistência aos Condenados (APAC)



Pouso Alegre, doados a entidades beneficentes e instituições via Chamada Pública.

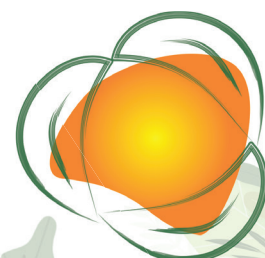
Neste momento, em caráter experimental, o IFSULDEMINAS tem trabalhado junto a RFB para a reutilização dos aparelhos TV Box, transformando os equipamentos em mini-computadores para uso estudantil. A destruição destes equipamentos, além do custo operacional (logística e incineradores/esmagadores), acarretaria poluição ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS

BRASIL/MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Agenda Ambiental na Administração Pública**. 5a ed. Brasília: MMA/SDS/PNEA, 2009.

Barata, M.M.L.; Kligerman, D.C.; Minayo-Gomez, C. **A gestão ambiental no setor público: uma questão de relevância social e econômica**. *Ciência & Saúde Coletiva*, 12(1):165-170, 2007

Teixeira, M.G.C.; Azevedo, L.P. **A Agenda Ambiental Pública: barreiras para a articulação entre critérios de sustentabilidade e as novas diretrizes da administração pública federal brasileira**. *REAd I Porto Alegre* – Edição 74 - N° 1 – jan/abr 2013 – p. 139-164





EDUCAÇÃO AMBIENTAL COM ALUNOS DO ENSINO BÁSICO POR MEIODE UMA FEIRA DE CIÊNCIAS

TAÍS ARTHUR CORRÊA¹

GUSTAVO HENRIQUE GRAVATIM COSTA²

FÁBIO RODRIGUES SILVA³

EDUCAÇÃO AMBIENTAL

RESUMO

Nos últimos anos, a educação ambiental de crianças e adolescentes vem sendo cada vez mais discutida, considerando os desafios ambientais observados para o século XXI. Nesse enfoque, trabalhar temáticas que insiram o estudante como protagonista do aprendizado, aliado a Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), é um desafio que muito se tem debatido. Dentre as práticas pedagógicas utilizadas como estratégias para alcançar a aprendizagem, as feiras de ciências figuram como um importante recurso no desenvolvimento de habilidades e de educação científica, ao propor ações diferenciadas de ensino tais como, atividades investigativas, uso de método científico, exploração de meios tecnológicos, entre outros. Desta maneira, o objetivo deste trabalho é relatar a experiência obtida por grupos de alunos e professores de uma escola pública de ensino básico do município de Frutal-MG, que desenvolveram projetos e apresentaram trabalhos científicos no contexto da valorização do Cerrado em Feira de Ciências realizada na Universidade do Estado de Minas Gerais - Unidade Frutal. O trabalho discorre desde a construção dos projetos pelos estudantes até atividades pós-evento, que possibilitaram a coleta de dados e sistematização dos resultados. Ao final, observou-se que trabalhar Educação Ambiental no contexto de uma Feira de Ciências apresentou-se como uma metodologia capaz de potencializar a aprendizagem de conheci-

299

1 *Profa. Dra. Universidade do Estado de Minas Gerais, Unidade Frutal – Departamento de Ciências Exatas, tais.correa@uemg.br*

2 *Prof. Dr. Universidade do Estado de Minas Gerais, Unidade Frutal – Departamento de Ciências Agrárias e Biológicas, gustavo.costa@uemg.br*

3 *Prof. Me. Universidade do Estado de Minas Gerais, Unidade Frutal – Departamento de Ciências Exatas, fabio.rodrigues@uemg.br*



mentos na área de ciências para os estudantes envolvidos onde, por meio do protagonismo do aluno, o conhecimento é (re) construído, colaborando com a promoção do indivíduo na sociedade enquanto cidadão crítico e participativo.

Palavras-chave: CTSA; Metodologia de ensino; Cerrado; Biodiversidade; Educação Científica.

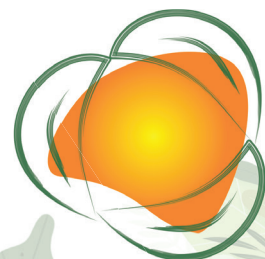
INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a busca por ferramentas metodológicas inovadoras, que promovam a melhoria da experiência de aprendizagem do aluno do ensino básico, vem crescendo significativamente. Essas variam desde a adoção de metodologias ativas de ensino até a utilização de práticas pedagógicas que permitam o despertar do interesse do aluno por assuntos relacionados a temáticas de ciências, favorecendo a Educação Científica.

Os documentos legais que embasam a organização curricular brasileira valorizam o trabalho com ciências e tecnologia (BRASIL, 2018a; BRASIL, 2018b). A Base Nacional Comum Curricular, tanto do Ensino Fundamental quanto Médio propõe como a segunda competência geral a ser desenvolvida por todos os alunos ao longo da Educação Básica:

[...] Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas [...] (BRASIL, 2018b, p. 9).

O documento curricular também prevê a importância do desenvolvimento do letramento científico, que “envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências” (BRASIL, 2018b, p. 319). Trecho igualmente mencionado no documento curricular do Estado de Minas Gerais, intitulado Currículo Referência de Minas Gerais (MINAS GERAIS, 2018).



Diante do exposto, a realização de eventos científicos com a participação de estudantes do ensino básico, junto a alunos de graduação e pós-graduação além de pesquisadores vinculados a Universidades, pode aproximá-los do contexto científico e instigá-los a se interessarem pela ciência.

Deve-se destacar que a Universidade é um espaço de produção e promoção da ciência, a qual permeia desde o nível inicial com alunos de graduação (iniciação científica) até níveis finais com o mestrado e doutorado (PINHO, 2017). Neste contexto, pesquisas científicas nas mais diversas áreas do conhecimento são desenvolvidas, em especial, com foco na realidade de cursos de graduação e pós-graduação, bem como a realidade regional em que a instituição de ensino superior está inserida.

Assim, o contato do estudante do ensino básico com esse ambiente permitirá uma imersão em problemáticas vivenciadas no seu cotidiano, bem como visualizar soluções práticas que podem ser aplicadas à sua realidade. Pesquisas aplicadas ao Meio Ambiente enquadram-se nesse contexto e podem auxiliar a construção do conhecimento em crianças e adolescentes para ações de preservação, promoção e valorização do Cerrado, por exemplo.

Desta maneira, a conscientização ambiental por meio da Educação Ambiental tem auxiliado a formação do estudante no contexto da CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, uma vez que permite abordar conceitos interdisciplinares contextualizados a uma realidade do cotidiano dos alunos, promovendo uma aprendizagem mais efetiva (SANTOS et al., 2020a). Assim, o aluno é estimulado a desenvolver conceitos inter e transdisciplinares de caráter científico e tecnológico, aplicados a um contexto econômico, social, político e ambiental, promovendo, ainda, o desenvolvimento do pensamento crítico no estudante a partir da incorporação do conceito de sustentabilidade e de questões éticas e morais aos processos de ensino e aprendizagem. Há de se destacar que:

a abordagem CTSA pressupõe considerar o entendimento de questões ambientais, qualidade de vida, economia e aspectos industriais da tecnologia, em relação à falibilidade e natureza da ciência; assim como discussões sobre opiniões



e valores, implicando uma ação democrática. A incorporação do conceito de ambiente tende a tornar mais explícitas as conexões existentes entre as dimensões da ciência e um amplo espectro social e cultural (PAIXÃO, 2018, p. 17).

Com essa premissa, a realização de uma Feira de Ciências, com a participação de alunos do ensino médio e do segundo ciclo do ensino fundamental, dentro de uma universidade possibilita a criação de um espaço para esse intercâmbio de informações. Nesse contexto, o estudante pode apresentar os trabalhos desenvolvidos nas escolas para alunos e professores do nível superior e, ao mesmo tempo, conhecer projetos em construção pelos discentes e docentes da universidade.

Assim, o objetivo deste trabalho é relatar a experiência obtida por 5 (cinco) grupos de alunos e professores de uma escola pública de ensino básico do município de Frutal- MG, que apresentaram projetos com temáticas relacionadas a valorização do Cerrado em Feira de Ciências realizada na Universidade do Estado de Minas Gerais – Unidade Frutal.

METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido durante o ano de 2019, nas dependências da Escola Estadual Vicente Macedo e da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) – Unidade Frutal, ambos localizados no município de Frutal, Minas Gerais.

Na oportunidade, 6 (seis) professoras das áreas de Artes, Biologia, Ciências e Português da escola estadual, após convite da comissão organizadora da “I Feira de Ciências da UEMG Frutal: Inovação e Meio Ambiente” por meio de visita à escola e/ou divulgação do evento em rádios locais e mídias sociais, estimularam grupos de estudantes do 9º ano do ensino fundamental II a elaborar projetos científicos relacionados à Educação Ambiental com foco no bioma Cerrado.

Ao final, 5 (cinco) projetos foram propostos e submetidos por equipes formadas por até 5 (cinco) alunos, como disposto na Tabela 1. Todos os projetos passaram por avaliação prévia pela comissão



científica do evento, que selecionou e aprovou os trabalhos a serem desenvolvidos/apresentados. A realização dos projetos envolveu a produção textual, por meio da submissão da proposta de trabalho (projeto contendo, entre outros itens, Introdução, Objetivos, Metodologia e Resultados pretendidos), o desenvolvimento da pesquisa, incluindo leitura de textos científicos e condução de atividades de campo e/ou laboratoriais com análise de dados, e a apresentação oral do projeto para a comunidade acadêmica local.

Tabela 1:
Temáticas de trabalhos desenvolvidos pelos estudantes e áreas do conhecimento

Temática	Área (s) do Conhecimento
Gastronomia funcional dos frutos do cerrado	Tecnologia em Alimentos
Cerrado: farmácia Viva	Química e Biologia
Desmatamento no cerrado e quebra de dormência de sementes	Agronomia
Biocosméticos: agregação de valor e sustentabilidade	Química
O papel da agricultura familiar na conservação do Cerrado em Frutal - MG	Agronomia

As reuniões dos grupos para o desenvolvimento dos projetos foram realizadas fora dos horários regulares de aula da escola estadual, com o acompanhamento das professoras regentes e, em alguns momentos, dos pesquisadores (discentes de pós-graduação, graduação e docentes) da UEMG. Nestes encontros foram disponibilizados materiais para leitura, infraestrutura para a realização da pesquisa de campo, apoio para a interpretação dos dados encontrados e preparação da exposição final dos trabalhos. Além disso, grupos de alunos do ensino básico, junto aos professores responsáveis pelos projetos na escola, também visitaram a Universidade, onde puderam, sob a supervisão do corpo técnico da UEMG, utilizar os laboratórios para desenvolvimento de parte das propostas enviadas.

A I Feira de Ciências da UEMG Frutal, financiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), ocorreu no dia 17 de setembro de 2019 nas dependências da UEMG, e contou com a exposição de trabalhos desenvolvidos por estudantes de 10 (dez)



escolas públicas (municipais e estaduais) de Frutal-MG, matriculados entre o 9º ano do ensino fundamental II e o 3º ano do ensino médio.

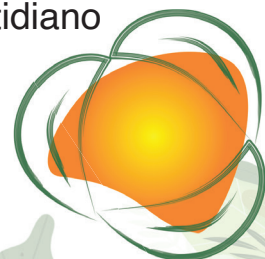
Ao final do evento, os alunos expositores foram convidados a responder um questionário referente a uma pesquisa de opinião elaborado pelo comitê científico da Feira, com perguntas como “Você gostou de participar da I Feira de Ciências da UEMG Frutal?”, “Participar da I Feira de Ciências da UEMG Frutal despertou em você a vontade de conhecer mais ou realizar pesquisas sobre algum tema?” e “Qual tema você gostaria de conhecer melhor?”.

Além disso, a comissão científica realizou uma “Live” no canal do Youtube Feira de Ciências UEMG Frutal (https://www.youtube.com/watch?v=oEmJPqn_yNc), em junho de 2021, com 2 (duas) professoras responsáveis pelos projetos, bem como uma estudante representando os 5 (cinco) grupos, com a finalidade de entender os impactos da atividade em suas vidas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os encontros semanais para discussão dos temas foram significativos para os envolvidos na ação, proporcionando oportunidades de diálogo, troca de experiências e construção de estruturas mentais para articulação das informações, facilitando o entendimento das etapas do projeto, além da integração entre os alunos e os professores. Nessas oportunidades, os estudantes puderam compartilhar informações sobre as plantas típicas da região, como os familiares as utilizam em seu cotidiano, considerando a alimentação, aplicação cosmética, ações farmacológicas e cultivo agrônômico, trazendo também como pauta a importância da preservação do cerrado.

Esses momentos são de fundamental importância, uma vez que as vivências dos estudantes os tornam protagonistas da discussão, possibilitando-os a pensar, conceituar e construir conhecimentos articulados nas atividades, relacionando-os a conteúdos interdisciplinares de diversas áreas do conhecimento, retirando-os do contexto formal de sala de aula, da aprendizagem (SANTOS et al., 2020). Além disso, o trabalho com plantas do cotidiano



vem demonstrando efetividade para realização de atividades de educação ambiental com estudantes do ensino básico (SOUSA et al., 2019).

Cada grupo estabeleceu as etapas de desenvolvimento das ações para o trabalho de campo e coleta de dados junto aos professores orientadores e discentes da UEMG. Durante o desenvolvimento das atividades, as equipes também foram acompanhadas por, pelo menos, um docente da universidade, que auxiliou na discussão dos resultados e apresentação final dos trabalhos.

O desenvolvimento do projeto “Gastronomia funcional dos frutos do cerrado”, supervisionado por um professor do curso de Tecnologia em Alimentos, permitiu que a equipe explorasse o processamento de frutos como Jenipapo (*Genipa americana* L.) e Baru (*Dipteryx alata* Vogel), além de empregá-los como matérias-primas para a elaboração de receitas funcionais, como biscoitos, bolos, pães, trufas, etc., contribuindo para a agregação de valor a tais alimentos e seus respectivos resíduos, minimizando o desperdício e promovendo a geração de coprodutos.

O grupo do trabalho intitulado “Desmatamento no cerrado e quebra de dormência de sementes” reuniu-se com professor de Agronomia da UEMG Frutal que os direcionou ao laboratório de sementes da universidade. Neste momento, foram estudados a fisiologia, a morfologia e os processos (físicos, químicos e biológicos) associados às sementes e plântulas de espécies nativas do cerrado, além da realização de testes laboratoriais objetivando a quebra da dormência e germinação dessas sementes. Os estudantes também promoveram ações contra o desmatamento da vegetação local, construíram um viveiro de sementes na escola e distribuíram mudas doadas pelos órgãos florestais no dia do evento, levando aos visitantes uma possibilidade de uso das mesmas para recomposição florestal de áreas desmatadas.

Os grupos que trabalharam com as temáticas “Biocosméticos: agregação de valor e sustentabilidade” e “Cerrado: Farmácia Viva” foram supervisionados por uma professora de Química e uma de Biologia da universidade. O grupo que abordou o conteúdo “biocosméticos” escolheu o óleo do coco do Babaçu (*Orbignya phalerata* Martius) como principal matéria-prima regional na elaboração dos produtos, devido às suas propriedades



medicinais e aplicabilidade na preparação de cosméticos em geral. As formulações cosméticas (sabonete, desodorante, hidratantes corporal e labial) foram preparadas no Laboratório de Físico-Química da UEMG Unidade Frutal, momento em que os estudantes tiveram oportunidade de trabalhar com materiais e técnicas laboratoriais, além de conhecer propostas tecnológicas para a elaboração de novos produtos.

A equipe cujo o tema foi “Cerrado: Farmácia Viva” discutiu dados etnobotânicos e a presença de princípios ativos de plantas nativas da região como: Barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*), Pequi (*Caryocar brasiliensis*), Pata-de-vaca (*Bauhinia forficata*), Mama-cadela (*Brosimum gaudichaudii*) e Jatobá (*Hymenaea stigonocarpa*) que, de acordo com a literatura, seriam os responsáveis pela ação farmacológica de diferentes tipos de preparos (chás, tinturas e/ou pomadas), utilizados pela população local, agregando conhecimento científico aos saberes populares. Os alunos coletaram amostras das plantas, fotografaram as espécies e realizaram entrevista sobre as aplicações dos materiais vegetais em estudo com moradores da zona rural de Frutal, na faixa etária entre 20 a 86 anos, de variados níveis escolares, resultando na preparação de um livro.

Por final, os estudantes de ensino básico que trabalharam com “O papel da agricultura familiar na conservação do Cerrado em Frutal-MG” fizeram reuniões periódicas com docente do curso de Engenharia Agrônômica, bem como foram a campo realizar entrevistas com agricultores da zona rural do município de Frutal-MG que se enquadravam no contexto da Agricultura Familiar. Desta forma, os alunos foram oportunizados à reflexão crítica no aspecto político e socioambiental a respeito da utilização do bioma Cerrado para produção agroindustrial e seus impactos, bem como estudo de alternativas para a produção sustentável. Esses processos de desenvolvimento e apresentação dos trabalhos podem ser ilustrados na Figura 1.

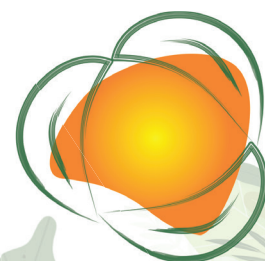
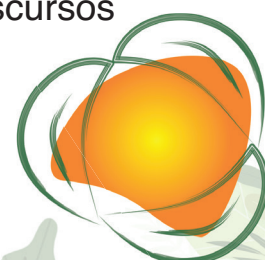


Figura 1:
Desenvolvimento e apresentação dos projetos científicos na Feira de Ciências.



Insta observar que os cinco projetos supra relatados envolveram a abordagem eminentemente científica, contemplando a investigação aprofundada dos temas juntamente à reflexão e/ou análise crítica das situações, incluindo a proposição de soluções com suporte tecnológico, sempre com enfoque em sustentabilidade e valorização de conhecimentos populares como motivador das soluções propostas.

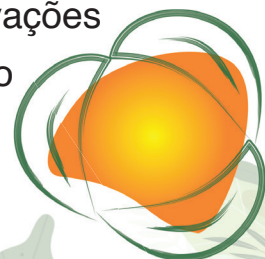
Nota-se que esta abordagem não apenas cumpre com o desenvolvimento da segunda competência geral instaurada nos documentos da Base nacional comum curricular (BNCC), mas também evidencia uma abordagem que propicia o desenvolvimento da educação científica nos jovens estudantes, pautada no desenvolvimento científico e tecnológico aliado às questões ambientais (sustentabilidade), éticas e morais, tal como preconiza a Educação em CTSA. As evidências destas percepções puderam ser captadas nos textos dos projetos que foram submetidos pelos cinco grupos, nas reuniões das equipes escolares com os pesquisadores da UEMG-Unidade Frutal que acompanharam o desenvolvimento dos projetos e também nos discursos dos alunos apresentadores no dia do evento da Feira de Ciências.



O envolvimento dos alunos com os projetos foi notório durante a apresentação na Feira de Ciências, sendo que todos estavam preparados e apresentavam domínio do conteúdo para explicação das técnicas e procedimentos empregados. Destaca-se que a Feira contou com visitação de aproximadamente 1000 pessoas, sendo alunos de todas as escolas públicas de ensino fundamental e médio da cidade (ao menos uma classe por escola), estudantes de graduação/pós-graduação da UEMG, professores e servidores da UEMG, bem como membros da comunidade frutalense. Esse momento foi muito importante para a consolidação do conhecimento dos alunos dos grupos, uma vez que eles tiveram que expor para os visitantes (das mais diversas áreas do conhecimento e faixa etária) suas ideias desde o fato observado que carecia de estudo até o resultado obtido no projeto. Ribeiro e colaboradores (2015) demonstraram que a apresentação oral auxilia significativamente a aprendizagem do aluno, despertando novas habilidades físico-cognitivas até auxiliarem os estudantes a se tornarem protagonistas na sociedade. Deve-se destacar que o projeto “Gastronomia funcional dos frutos do cerrado” foi premiado como um dos cinco melhores da Feira de Ciências.

A última etapa do trabalho foi realizar avaliação pós Feira de Ciências, através de pesquisas de opinião realizadas com os alunos ao final do dia do evento, bem como “Live” no Youtube 20 meses após a Feira. O resultado da pesquisa de opinião está disposto na Figura 2. Observou-se que todos os alunos gostaram de participar do projeto Feira de Ciências, e que 95% relataram que a ação despertou interesse em pesquisar sobre algum tema, sendo que para 66% dos estudantes apontam que as áreas de maior interesse são Agronomia, Biologia e Química.

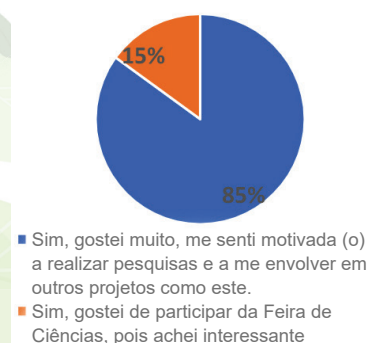
Esses resultados demonstram que trabalhar educação ambiental por meio de projetos de feira de ciências é uma proposta aprovada pelos alunos, uma vez que houve unanimidade nas respostas sobre a realização da atividade. Além disso, essa abordagem pode despertar habilidades e vocações, visto que 2/3 dos alunos se interessaram em se aprofundar em temáticas relacionadas ao tema trabalhado. Tais constatações corroboram com observações de Santos e colaboradores (2020b), que apontam que estudantes do ensino básico que participam como apresentadores de trabalhos em



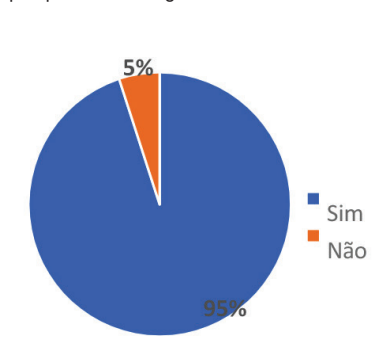
Feiras de Ciências, gostaram da ação, bem como demonstraram empolgação em apresentar o trabalho, possibilitando que esse evento promova o protagonismo estudantil no processo de ensino e aprendizagem.

Figura 2:
Pesquisa de opinião realizada com os alunos expositores da “I Feira de Ciências da UEMG Frutal: Inovação e Meio Ambiente” após realização do evento.

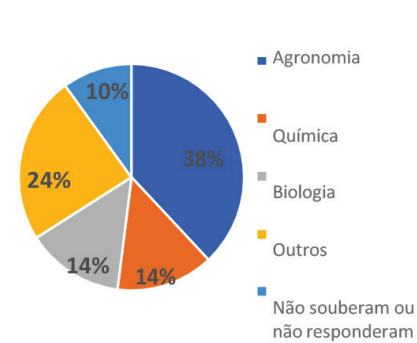
Você gostou de participar da I Feira de Ciências da UEMG Frutal?



Participar da Feira de Ciências despertou em você a vontade de conhecer mais ou realizar pesquisas sobre algum tema?



Qual tema você gostaria de conhecer melhor?



Vinte semanas após a realização da Feira, foram coletados depoimentos de uma aluna e duas professoras da escola, em “Live” transmitida pelo canal “Feira de Ciências UEMG Frutal” no Youtube, que objetivou compartilhar as experiências vivenciadas pelas cinco equipes da escola durante todo o processo de participação na Feira de Ciências, desde a escolha do tema e montagem dos grupos até a apresentação final e premiação.

Quando questionadas sobre a escolha do tema Cerrado, uma das professoras mencionou que “é o nosso ambiente e nós não conhecemos muitas coisas do quanto o Cerrado é rico. Então, à medida que nós fomos desenvolvendo os projetos, tanto nós professores quanto os alunos, descobrimos coisas fantásticas, coisas ricas do ambiente em que a gente vive”. Nessa mesma questão, a segunda professora sustentou o argumento de que “[...] o eixo temático Meio Ambiente é um tema transversal, ele pode ser trabalhado dentro de qualquer disciplina”. Além disso, destaca, ainda, que “[...] Biodiversidade faz parte do currículo do 9º ano [...] e trabalhar a Biodiversidade com os meninos é um tema muito amplo, então eu gosto sempre de trabalhar trazendo os conteúdos de ciência para junto do cotidiano deles”, o que evidencia uma proposta de trabalho inter e transdisciplinar de conteúdos



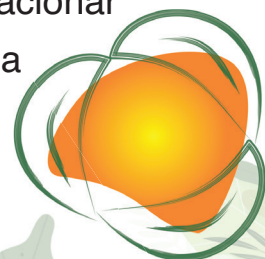
científicos associados à biodiversidade no contexto do Cerrado, concatenando essa abordagem com o cotidiano dos estudantes, o que mostra certa ênfase em um aspecto social da aplicação de conhecimentos científicos no dia a dia da população, o que confere uma característica que se alinha à Educação sob a perspectiva CTSA

Em relação ao desenvolvimento dos projetos, a aluna destacou a importância de utilização de espaços de ensino diferentes do ambiente tradicional da escola, afirmando “[...] Eu nunca tinha visto um laboratório. Então, é muito gratificante na vida de um estudante, você estar entrando em uma universidade para estar conhecendo alguma coisa, no laboratório onde pode fazer os seus experimentos e outras coisas, então pra mim foi muito gratificante”. Além disso, uma das professoras aponta a importância da participação em uma Feira de Ciências e os impactos causados nos alunos: “Participar de uma Feira de Ciências abre novos horizontes para o aluno, principalmente para a vida acadêmica do aluno. O aluno expande o conhecimento dele e percebe que é capaz de muito mais do que ele imagina, então eu acho fantástico participar de uma Feira de Ciências”.

Desta forma, evidencia-se que a metodologia empregada de trabalho de Educação Ambiental com aprendizagem baseada em projetos foi efetiva, uma vez que as professoras e a estudante descreveram o entusiasmo com o desenvolvimento das atividades, num contexto em que o ambos se encontram no centro do processo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os relatos apresentados neste trabalho permitem inferir que trabalhar a Educação Ambiental dentro do contexto de uma Feira de Ciências apresenta-se como uma metodologia efetiva de ensino e aprendizagem para estudantes do ensino básico, considerando desde a construção do conhecimento até a replicação do mesmo pelo aluno. No desenvolvimento dos projetos, foi possível identificar as bases comuns da Educação em CTSA, tais como: relacionar a ciência com as aplicações tecnológicas e os fenômenos da vida cotidiana; abordar o estudo de fatos e aplicações científicas de rele-



vância social; abordar as implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da ciência e do trabalho científico; e compreender a natureza da ciência e do trabalho científico. Além disso, identificou-se que a interação da escola de ensino básico com a universidade pode potencializar a aprendizagem do estudante, proporcionando um ambiente capaz de despertar vocações e habilidades.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996.** Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos: [2018]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm. Acesso em: 20 jul. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base nacional comum curricular.** Brasília: MEC, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf. Acesso em: 20 jul. 2021.

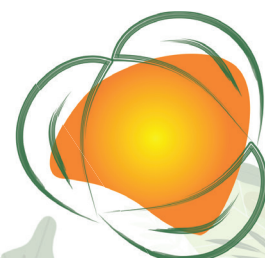
MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais. **Currículo Referência de Minas Gerais.** Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais, 2018. Disponível em: <https://www2.educacao.mg.gov.br/images/documentos/20181012%20-%20Curr%C3%ADculo%20Refer%C3%AAncia%20de%20Minas%20Gerais%20vFinal.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2021.

PAIXÃO, J. F. A Educação Científica e o Movimento Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). *In*: PAIXÃO, J. F. (org.). **Educação, meio ambiente e comunidade:** experiências do IF Baiano. Salvador: UFBA, 2018.

PINHO, M. J. Ciência e ensino: contribuições da iniciação científica na educação superior. **Avaliação:** Revista da Avaliação da Educação Superior (Campinas) [online]. 2017, v. 22, n. 3, pp. 658-675.

RIBEIRO, L. V.; CUNHA, E. V.; CAVALCANTE, E. A.; BENEVIDES, J. A. J. A Importância do uso do seminário como critério avaliativo e de relevância para o processo de aprendizagem. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL EM AVALIAÇÃO EDUCACIONAL, 6., 2015, Fortaleza. **Anais [...].** Fortaleza: UFC, 2015, p. 789-801.

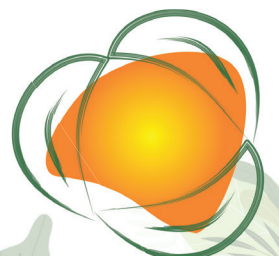
SANTOS, F. S. M.; LIMA, L. A.; GONÇALVES, P. A. T.; BRITO, L. M. V.; BEZERRA, N. S. R. F.; TORRES, C. M. G. O Ensino de Biologia com enfoque CTSA: uma abordagem sobre Educação Ambiental e




Sustentabilidade no Ensino Médio da rede pública do Estado do Ceará. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 3, n. 2, p. 406-427, 24 ago. 2020a.

SANTOS, S. C.; SOUSA, J. R.; FONTES, A. L. L. Protagonismo estudantil em feira de ciências na escola. **Educação & Formação**, v. 5, n. 3, p.1-22, 2020b.

SOUSA, W. L. F.; MIMOSO, N. O.; RODRIGUES, E. D.; PAIVA, Y. G.; FREITAS, G. B.; LIMA, J. R.; LIMA, R. S. Plantas do cotidiano e sustentabilidade ambiental: abordagem CTSA na Educação Ambiental no Colégio Militar Estudante Rebeca Cristina Alves Simões - João Pessoa/PB. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE – CONGESTAS, 2019, João Pessoa. **Anais [...]**. João Pessoa: Ecogestão Brasil, 2019, p. 583-590.





PEGADA ECOLÓGICA: UMA ANÁLISE DO IMPACTO DE CONSUMO DE ACADÊMICOS DE UMA UNIVERSIDADE BRASILEIRA

ALINE COSTA GONZALEZ¹

IRENE CARNIATTO²

MARIELL LIMA COSTA³

JULIANA BENTO⁴

G3-EDUCAÇÃO AMBIENTAL

RESUMO

A Pegada Ecológica é um método de contabilidade ambiental com o intuito de calcular quantos planetas são necessários para sustentar o estilo de vida dos seres humanos. Este artigo tem como objetivo analisar o nível de consumo dos acadêmicos do 3º ano do curso de Ciências Biológicas – Licenciatura, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE campus Cascavel, através da Pegada Ecológica, além de avaliar como a perspectiva da Educação Ambiental interfere nas reflexões sobre os impactos ambientais. Assim, a pesquisa foi realizada por meio da aplicação de um questionário estruturado e debate interativo, durante uma aula da disciplina de Educação Ambiental. Obteve-se como resultado que 15% dos acadêmicos precisariam de 2 planetas Terra e 85% precisariam de 3 planetas Terra para suprirem suas demandas de

313

1 *Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável. Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, campus de Marechal Cândido Rondon, Paraná. alinecg_15@hotmail.com.*

2 *Professora Doutorado curso de Ciências Biológicas e Programa de Pós-Graduação doutorado e Mestrado em Desenvolvimento Rural Sustentável da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, campus de Marechal Cândido Rondon, Paraná. irenecarniatto@gmail.com.*

3 *Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável. Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, campus de Marechal Cândido Rondon, Paraná. mariell_lima@hotmail.com.*

4 *Doutoranda do PPGECOEVOB – Departamento de Biodiversidade, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Instituto Biociências, Rio Claro, juhboliveira@gmail.com.*



vida, se tomado como referência o consumo do Reino Unido. Um dos maiores fatores de impacto levantado foi em relação à alimentação, em especial o consumo de carne diário, o uso do tipo de transporte, seguidos de tempo gasto no banho e descarte de lixos e resíduos. Em relação à Educação Ambiental, foi possível perceber como a dinâmica conseguiu inspirar os modelos educacionais do ensino sobre sustentabilidade no curso, pois chamou os alunos a refletirem sobre seus hábitos de consumo e assumirem compromissos pessoais, colaborando na construção de um aluno mais consciente sobre sua responsabilidade socioambiental.

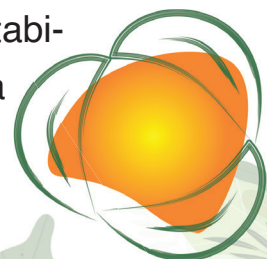
Palavras-chave: Sustentabilidade; Meioambiente; Educação Ambiental; Escassez; Recursos Naturais.

INTRODUÇÃO

A Organização das Nações Unidas (ONU) aponta que cerca de 60% dos atuais 7,7 bilhões de habitantes do planeta residem nos centros urbanos, e as projeções estimam que em 2030 chegaremos a 8,1 bilhões de habitantes e até 2050 um aumento de aproximadamente 70%, chegando aos 10.1 bilhões de habitantes no planeta (UN, 2019). Devido a esse aumento do crescimento populacional, eleva-se também o uso e a exploração de recursos naturais com o manejo, uso e ocupação de solo e a disponibilidade de água para consumo e atividades industriais. Assim, esse estilo de vida pautado no paradigma econômico, determinam que as ações antrópicas vêm causando grandes impactos no ambiente, promovendo a escassez dos recursos naturais.

Dias (2002) ressalta que se todos os habitantes do planeta vivessem como a média dos americanos vivem, nós precisaríamos de 4 planetas Terra para sustentar a vida humana. Atualmente, vemos um aumento e a necessidade de debates e reflexões sobre o consumo consciente e a preocupação referente à nossa própria sobrevivência, pois ainda lidamos com o fato da capacidade de carga da Terra estar se esgotando.

Dessa forma, juntamente aos debates e reflexões, o ensino sobre o desenvolvimento sustentável é essencial para a mudança de comportamento da sociedade. Para isso, algumas ferramentas e indicadores de sustentabilidade podem ser utilizadas, como por exemplo a Pegada Ecológica (PE) que é uma metodologia de contabilidade ambiental que tem



como objetivo avaliar a pressão de consumo das populações humanas sobre os recursos naturais e assimilação dos resíduos gerados, observando assim, quanto de área bioproductiva é necessária para as demandas do ser humano, permitindo também a comparação de padrões de consumo e a verificação, se estão ou não, dentro da capacidade ecológica do planeta (WWF BR, 2012; GLOBAL FOOTPRINT NETWORK, 2021).

A PE é um conceito que foi apresentado em 1996 por dois economistas (William Rees e Mathis Wackernagel) que através do livro “Pegada Ecológica – reduzindo o impacto do ser humano na Terra”, proporcionaram um meio de calcular quantos planetas eram necessários para sustentar o estilo de vida dos seres humanos, avaliando por meio de um questionário com perguntas e respostas referentes aos hábitos e costumes cotidianos das pessoas (WACKERNAGEL; RESS, 1996; CARVALHO, 2020). Ela consiste em uma ferramenta de sustentabilidade que totaliza os fluxos de matéria e energia, de entrada e saída de um sistema econômico, convertendo-os em área correspondente ao uso da terra existente na natureza para sustentar o padrão de consumo do sistema analisado (ALVES, 2014).

A Pegada Ecológica de um país, estado, cidade ou pessoa corresponde ao tamanho das áreas produtivas terrestres e marinhas necessárias para sustentar aquele determinado modo de consumo. Assim, é uma ferramenta que determina a extensão de território que uma pessoa ou uma sociedade utiliza para morar, se alimentar, se locomover, se vestir e consumir bens de consumo em geral. É importante ressaltar que é considerado para este cálculo o impacto do consumo sobre recursos naturais renováveis (WWF BR, 2012).

Apesar de ser uma ferramenta criada na década de 90, a PE atualmente se popularizou devido ao aumento do crescimento expressivo populacional e de suas aplicações e influência na sociedade, principalmente na implementação de políticas públicas, planejamento e monitoramento das agendas de desenvolvimento sustentável, pois questiona a possibilidade da sociedade se desenvolver sem aumentar a pressão humana sobre o planeta; sem comprometer as gerações futuras, a partir da mensuração do impacto de uma população sobre o ambiente (SEVERO; GUIMARÃES, 2017) .



Algumas pesquisas já aplicaram a Pegada Ecológica em instituições de ensino (LAMIM-GUEDES, 2015; ARRUDA, AZEVEDO E DALMAS, 2017; DE SOUZA et al., 2020), e de acordo com os resultados obtidos, todos os grupos analisados precisariam de mais de 2 planetas para suprirem seu sustento. Sendo assim, acredita-se que essa ferramenta quando utilizada na Educação Ambiental, além de mostrar de maneira bem objetiva o impacto do nosso comportamento no planeta, a educação faz com que o indivíduo reflita sobre suas ações, levando em consideração seus impactos culturais, sociais, econômicos e ambientais, num aspecto local e global (RIECKMANN, 2017).

Dessa forma, observamos que PE pode ser utilizada no espaço escolar, e também no meio acadêmico, a fim de desenvolver nos estudantes uma consciência ambiental, de forma a garantir os recursos naturais para as futuras gerações (SOUZA, 2020).

Falar sobre meio ambiente, ecologia, natureza, sustentabilidade, consumo e produção é adentrar num campo desafiador que deve ser tratado de forma multidisciplinar (OLIVEIRA; NEIMAN, 2020) e essa ferramenta nos mostra o quão lesivo ao planeta podem ser nossas práticas do dia a dia, sendo então uma forma interessante de se demonstrar a importância em revermos nosso consumo e como nos relacionamos com o planeta (CARVALHO, 2020).

Uns dos objetivos da Educação Ambiental é ensinar que todo ser vivo da Terra é importante para o equilíbrio do planeta, e que os seres humanos são parte integrante do meio ambiente, portanto, seu comportamento interfere diretamente em todas as formas de vida (PESSANHA; RODRIGUES e ALVES, 2016). Assim, a Educação Ambiental auxilia a humanidade a aceitar os limites ecológicos e os desafios socioeconômicos, sendo essencial para a valorização de todas as espécies e para a manutenção do meio ambiente e seu uso sustentável.

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo analisar o nível de consumo dos acadêmicos do 3º ano do curso de Ciências Biológicas – Licenciatura, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE campus Cascavel, através da metodologia da Pegada Ecológica, além de avaliar como a perspectiva da Educação Ambiental interfere nas reflexões sobre os impactos ambientais.



METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada por meio da aplicação de questionário estruturado e debate interativo, durante as aulas da disciplina de Educação Ambiental, sendo então uma pesquisa quali-quantitativa.

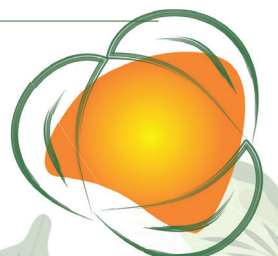
O instrumento para coleta de dados foi a aplicação de um questionário estruturado disponibilizado no site *ISEGNET*, que foi por muito tempo utilizado também pelo *World Wide Fund for Nature (WWF – Brasil)*, contendo 15 questões fechadas que estimam através de pontuação, o quanto cada pessoa necessita dos recursos naturais para sustentar suas atividades diárias, calculando assim o “peso” de cada pessoa na Terra e o impacto ecológico de determinada população. Dessa forma, foi utilizado o método Survey, que segundo Gil (1999), por meio desse método é possível obter dados e informações sobre características ou opiniões de um determinado grupo de pessoas, usando geralmente formulários estruturados.

Para se calcular a Pegada Ecológica, o questionário se baseia em categorias como alimentação, transporte, bens de consumo, uso da energia e da água, habitação e descarte de resíduos. Além disso, ele dispõe de alternativas que vão do A ao D, sendo que as duas primeiras alternativas possuem maiores pontuações que as duas últimas, ou seja, as pessoas que assinalam as alternativas A e B consomem mais recursos para viver do que as que assinalam as alternativas C e D, que são as que representam hábitos mais sustentáveis. De acordo com a tabela 01 abaixo, foi determinado então o tamanho da Pegada Ecológica de cada acadêmico, em número de planetas.

Tabela 01:
Cálculo da Pegada Ecológica de acordo com a pontuação

Recursos Necessários	Pontuação
1 Planeta Terra	Até23
2 Planetas Terra	De 24 a 44
3 Planetas Terra	De 45 a 66
4 Planetas Terra	De 67 a 88

O questionário foi aplicado a 20 alunos, sendo eles, 13 do sexo feminino e 7 do sexo masculino, do 3º ano do curso de Ciências



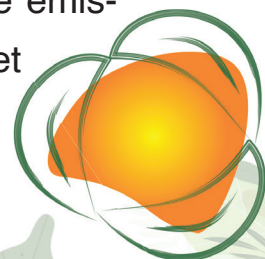
Biológicas de Licenciatura da UNIOESTE na cidade de Cascavel, durante uma aula da disciplina de Educação Ambiental. Após o preenchimento dos questionários, cada aluno somou sua pontuação e os resultados foram tabulados e analisados durante a aula, promovendo assim um debate sobre o tema, pois segundo Castanho (2011), o debate como metodologia docente auxilia no exercício do pensamento crítico dos estudantes, cujo professor desenvolve-os para uma independência intelectual.

Ao final foi realizada uma técnica de sensibilização para cada um assumir um compromisso de sustentabilidade em sua vida diária.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na categoria alimentação, exatamente 50% disseram que usam apenas o preço como critério de compra dos produtos consumidos em mercado, enquanto a outra metade assinalou que levam em conta além do preço, se os produtos vêm em embalagens recicláveis e respeitam critérios ambientais e sociais. 50% também disseram que os alimentos que consomem são quase todos ou pelo menos a metade, pré-preparados, embalados ou importados e apenas 15% afirmaram consumir a maior parte de alimentos sem embalagens, de origem orgânica e produzida na região. Além disso, 80% dos acadêmicos afirmaram consumir carne todos os dias.

Tendo em vista que Cascavel fica no Oeste do Paraná e essa região tem sua base de formação social e econômica caracterizada pela agricultura familiar, na qual muitas famílias inclusive dispõe de produtos orgânicos (considerados mais saudáveis e nutritivos), além de contribuir para a economia local, acreditamos que a questão da alimentação pode ser melhor discutida dentro da Universidade no intuito de estimular um maior consumo desses produtos. Além disso, o consumo excessivo de carne afeta o planeta em diversas formas, desde o desmatamento para área de pastagem e compactação do solo por pisoteamento do gado, que comprometem a absorção da água e trocas gasosas (KOLBERT, 2015), como também a grande quantidade de emissões de gases do efeito estufa liberados pelos animais (KATAOKA et al., 2019). Isso demonstra como esse hábito comum do ser humano



é uma das causas diretas do surgimento de pandemias, desequilíbrio ambiental e adoecimento da humanidade (TAQUES; NEUMANN; SOLAK, 2020).

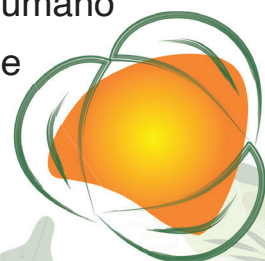
Já na categoria sobre descarte de lixo e resíduos, 65% apresentaram a preocupação em separar o lixo reciclável e desses, 10% disseram que além de separar o lixo seco, separam o lixo orgânico para compostagem. A cidade de Cascavel possui coleta seletiva desde o ano 2000, quando foi implantado o programa Ecolixo, dando a oportunidade dos moradores fazerem a separação dos recicláveis, e uma vez que a prefeitura colabora com a destinação desses produtos, isso pode ser um fator que influencia na atitude dos participantes da pesquisa.

Na categoria de bens de consumo é perguntado sobre a quantidade de eletrodomésticos que cada um utiliza em sua casa e se possuem ou não ar condicionado. 75% dos participantes responderam as alternativas A e B, demonstrando que possuem vários eletrodomésticos como geladeira, freezer, máquina de lavar e micro-ondas em casa. Por outro lado, apenas 20 % possuem ar-condicionado, os 80% restante responderam que não possuem, equilibrando as questões, uma vez que este é um item de alto consumo energético.

Ainda sobre gasto de energia, foram questionados se ao comprarem produtos como eletrodomésticos e lâmpadas, eles levam em consideração a eficiência energética dos produtos e se deixam luz e aparelhos ligados quando não estão sendo utilizados. As respostas foram 85% que sim, procuram sempre por lâmpadas frias e eletrodomésticos que consomem baixa energia e 70% disseram que desligam as luzes, aparelhos de som e computadores quando não estão utilizando.

Em relação ao consumo de água, 80% assinalaram as alternativas A e B, afirmando que demoram entre 10 e mais de 20 minutos no banho. Porém para escovarem os dentes, 100% alegaram desligar a torneira durante o processo.

De acordo com Fujii (2017), um grande dilema social que estamos vivendo é como coordenar o comportamento individual para o bem coletivo, e isso inclui o consumo compartilhado de água potável. Enquanto o ser humano consumir pensando apenas em benefício próprio, toda a sociedade sofrerá com a escassez desse recurso natural.



Já em relação a habitação, 65% disseram viver em 3 ou mais pessoas e 70% alegaram morar em casas ou apartamentos grandes, entre 100 e 170m² ou mais. Esse fato é devido a vários deles ainda morarem com os pais ou então em repúblicas em torno da Universidade. Sendo assim, apesar de usarem grandes espaços, a convivência de mais pessoas no mesmo ambiente auxilia na sustentabilidade.

E por fim, na categoria transportes, 70% dos participantes afirmaram ter carro, mas desses, 57% disseram que procuram ir a pé se o percurso for curto. Dos 30% que não possuem carro, 20% afirmam utilizar transporte público e apenas 10% transitam a pé ou de bicicleta.

Um dos maiores desafios das políticas ambientais e urbanas, com a crescente taxa de urbanização, as limitações das políticas públicas de transporte coletivo e o crescimento econômico é a mobilidade urbana, e esses fatores colaboram para o aumento elevado do uso do transporte individual (FRARE, 2020). No entanto, na cidade de Cascavel existe o compartilhamento de bicicletas por meio de aluguel, através do projeto “Cascavelvaidebici”, que fomenta o uso desse transporte ambientalmente sustentável, além de ciclovias que fazem parte do modal viário no centro da cidade. Acreditamos que o fato de não chegar até a Universidade é um dos fatores que desestimula o acadêmico a adotar esse meio de transporte.

Olhando as questões separadamente, até temos a impressão de que possuem uma boa biocapacidade ao planeta, mas ao tabular os questionários, a soma variou entre 43 e 64 pontos, revelando que 15% dos acadêmicos do 3º ano de Ciências Biológicas precisam de 2 planetas Terra e 85% de 3 planetas Terra para suprirem seus estilos de vida atualmente (figura 01).

A figura 01 traduz o impacto ecológico, ou o “peso” de cada pessoa pesquisada quanto aos recursos naturais necessita para sustentar suas atividades diárias na Terra.

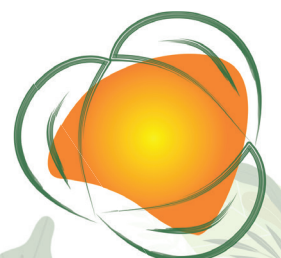
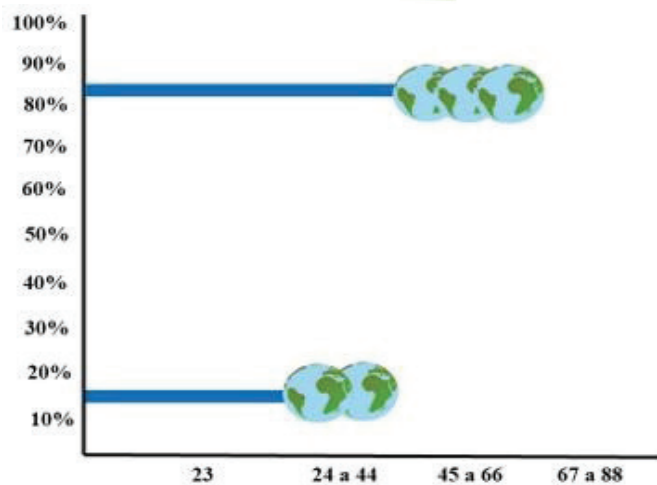


Figura 01:
Resultado do cálculo da Pegada Ecológica do grupo estudado, número de planetas necessários.

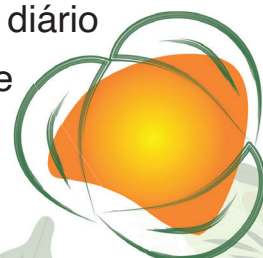


Fonte: Os autores, para esse estudo.

A partir dos resultados e do discurso dos alunos na sala de aula foi notável como os acadêmicos se surpreenderam com o resultado da turma em relação à Pegada Ecológica, uma vez que consideravam suas práticas corretas e esperavam um resultado diferente. Assim, podemos perceber que apesar de terem preocupação com o meio ambiente, ainda falta iniciativa das práticas sustentáveis.

Dessa forma, ao chegarmos nesse resultado, foi possível levantar uma boa discussão e ampla reflexão por parte dos alunos juntamente com a professora, sobre as responsabilidades de cada um no seu dia a dia e como seus hábitos implicam no planeta como um todo. Além disso, mostrou também uma nova forma de abordar a Educação Ambiental no meio acadêmico e debater em cima dos resultados a necessidade de adotar novas práticas para o uso mais equilibrado dos recursos naturais, indo ao encontro com Collins et al. (2018), que afirmam que é papel das Universidades trabalhar a conscientização ambiental para o alcance do desenvolvimento sustentável.

Ao final da aula, após a discussão interativa e análise da Pegada Ecológica dos alunos, os principais fatores de impacto apontados para serem revisitos com mais atenção e atitude pelos participantes foram em relação ao consumo de alimentos industrializados e suas embalagens, consumo diário de carne, o tempo gasto no banho e descarte de lixo e resíduos, que apesar da metade dos participantes assinalar que se preocupam



com as embalagens e processos industrializados dos alimentos e 65% afirmar que faz a separação dos resíduos, chegaram à conclusão que são números pouco expressivos, uma vez que são futuros professores de ciências e biologia e sendo assim, profissionais que vão atuar na área da educação, do meio ambiente, conservação e biodiversidade, e dessa forma, precisam ser pessoas conscientes e comprometidas com a vida e na construção de alunos e cidadãos com valores e atitudes sustentáveis, garantindo assim maior qualidade de vida de cada um e conseqüentemente, do planeta.

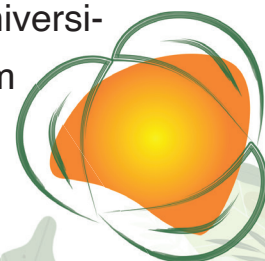
Ao final, foi realizada uma técnica de sensibilização onde cada aluno assumiu o compromisso de repensar e reestruturar pelo menos 3 aspectos de sua vida diária para contribuir para reduzir o seu impacto no Planeta, para isso ganharam da professora uma fita para colocar no braço com os dizeres “Minha atitude faz a diferença” e fizeram seus compromissos em duplas.

Ressaltamos assim, a importância da Educação Ambiental na contribuição para o desenvolvimento sustentável, trabalhando na construção de hábitos de consumo mais responsáveis e na busca de tornar a sociedade mais comprometida a contribuir com o meio ambiente (Collins et al., 2018). Além disso, a PE é interessante para que o professor saia um pouco do uso contínuo dos livros didáticos, promovendo a reflexão individual sobre o seu próprio modo de vida e como isso se dá de maneira coletiva, ao verificar o resultado da turma toda (LAMIM-GUEDES, 2015).

Sendo assim, acreditamos que o uso desta ferramenta na disciplina de Educação Ambiental amplificou o conhecimento desses alunos sobre a importância em sermos cidadãos conscientes no planeta, estimulando-os a desenvolverem ações que estruturam e criam condições para um maior equilíbrio com o meio, em benefício de todo o planeta.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o intuito de identificar quais fatores influenciaram a Pegada Ecológica dos estudantes do 3º ano do curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, os dados da pesquisa revelaram



que diante de uma turma de 20 alunos, estes precisariam de 2 a 3 planetas Terra para sustentarem seus estilos de vida.

Com a aplicação do questionário e o debate interativo da turma foi possível perceber quais as maiores pressões ambientais e onde é possível trabalhar para que haja diminuição do impacto ambiental. Um dos maiores fatores de impacto levantados foi em relação à alimentação, em especial o consumo de carne diário, seguido de tempo gasto no banho e descarte de resíduos.

Embora essa pesquisa apresente algumas limitações, como por exemplo a pequena amostra analisada, acreditamos que os achados sejam válidos, uma vez que o estudo conseguiu inspirar os modelos educacionais do ensino sobre sustentabilidade no curso de Ciências Biológicas, pois chamou os alunos a refletirem sobre seus hábitos de consumo, colaborando na construção de um aluno como cidadão mais consciente sobre sua responsabilidade socioambiental. Dessa forma, acreditamos que pesquisas futuras poderão ser realizadas para uma amostra maior, ou também entre os anos iniciais e finais do curso de Ciências Biológicas, no intuito de avaliar a evolução do acadêmico, já que uma das funções da universidade é transformar pessoas em profissionais conscientes e promover a educação para um desenvolvimento mais sustentável.

REFERÊNCIAS

- ALVES, J.E.D. Sustentabilidade, Aquecimento Global e o Decrescimento Demográfico. **Revista Espinhaço (UFVJM)**, v. 3, n. 1, p. 4–16, 1 jun. 2014.
- ARRUDA, R. O. M.; AZEVEDO, F. D. DALMAS, F. B. Pegada Ecológica: uma ferramenta utilizada como indicador e conscientizador do consumo, aplicado na UNG Universidade, Guarulhos / SP: divulgação científica e tecnológica do IFPB. **Revista Principia**, 33:1-8.2017.
- CARVALHO, L.C. Pegada Ecológica adaptada: Passo para um futuro melhor. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**. v.1 5, n. 5:184-185, 2020.
- CASTANHO, M. E. L. M. **Da discussão e do debate nasce a rebeldia**. In: VEIGA, I. P. A. (org). *Técnicas de ensino: por que não?* 21. ed. Campinas: Papirus, 2011.
- COLLINS, A., GALLI, A., PATRIZI, N., PULSELLI, F. M. Learning and teaching sustainability: the contribution of Ecological Footprint calculators. **Journal of Cleaner Production**, v. 174, p. 1000-1010, 2018. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.024>.



DESOUZA, F.M.; MENDES, A.K.DEO.; DASILVA, K. B.; MACHADO, R. **Pegada Ecológica (PE): a sustentabilidade do consumo dos alunos de Ciências Contábeis da Universidade Estadual de Ponta Grossa**. Anais do XX USP International Conference in Accounting. São Paulo 29 a 31 de julho de 2020. Disponível em: www.congressosp.fipecafi.org. Acesso em: 26 abril 2021.

FRARE, M. Ciclovias: A utilização da bicicleta como forma de desenvolvimento sustentável – estudo Av. Brasil - Cascavel – Paraná – Brasil. **Revista Competitividade e Sustentabilidade –ComSus**, v. 7, n. 1, Edição Especial, p. 93-104, 2020. e-ISSN: 2359-5876.

FUJII, S. **Prescription for social dilemmas: Psychology for Urban, Transportation and Environmental Problems**. Tokyo: Springer Japan, 2017.

GIL, A.C. **Método e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.

GLOBAL FOOTPRINT NETWORK. **Ecological Footprint**. Disponível em: <https://www.footprintnetwork.org/our-work/ecological-footprint>. Acesso em: 17/05/2021.

KATAOKA, A.M.; FERNANDES, C.T.; NOGUEIRA, J.F.F.; MORAES, M.M. **A complexa relação entre consumo de carne e a educação ambiental**. In: MORAES, J.L.; CAMPOS, M.A.T. *A educação ambiental sob o luar das araucárias*. Curitiba: Appris, 2019.

KOLBER, T. **A sexta extinção: uma história não natural**. 1. ed. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2015.

LAMIM-GUEDES, Valdir. Pegada ecológica como recurso didático em atividades de educação ambiental on-line. **Educação Unisinos**, v. 19, n. 2, p. 283-289, 2015. doi: 10.4013/edu.2015.192.12

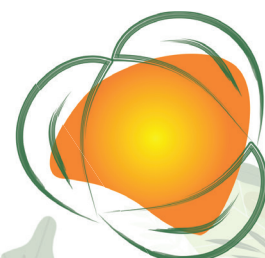
OLIVEIRA, L.; NEIMAN, Z. Educação Ambiental no Âmbito Escolar: Análise do Processo de Elaboração e Aprovação da Base Nacional Comum Curricular Educação ambiental 193 (BNCC). **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 15, n. 3, p. 36-52, 2020.

PESSANHA, I. R. De A.; RODRIGUES, D. C. G. De A.; ALVES, M. P. Materialidade histórica, Educação Ambiental e cidadania: bases para a sustentabilidade ambiental. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 11, n. 2, p. 216-239, 20 jun. 2016.

RIECKMANN, M. **Educação para os objetivos do desenvolvimento sustentável: objetivos de aprendizagem**. Brasília: Unesco. (2017).

SEVERO, E. A.; DE GUIMARÃES, J. C. F. Trajetórias e perspectivas da sustentabilidade e práticas ambientais: uma pesquisa bibliométrica. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade**. v. 7, n. 2, p. 93–114, 2017.

SOUZA, F. R. DA S. Educação Ambiental e sustentabilidade: uma intervenção emergente na escola. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 15, n. 3, p. 115-121, 22 maio 2020.




TAQUES, Rhuann Carlo Viero; NEUMANN, Patricia; SOLAK, Thiago Francisco Costa. O consumo de carne, a crise climática e a saúde mundial pela perspectiva da Educação Ambiental complexa. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 15, n. 4, p. 55-69, 2020.

UNITED NATIONS (UE). **World Population Prospects 2019**. Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2019).: Highlights, 2019. Disponível em: https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_Highlights.pdf>; Acesso em: 01 de maio de 2021.

WACKERNAGEL, M; RESS, W.E. Footprints and Sustainability. *In*: Mathis Wackernagel; William E. RESS. **Our Ecological Print: Reducing Human on the Earth**. New Society Publishers: Island, p.31-61, 1996.

WORLD WILDLIFE FUND BRAZIL (WWF-BR). **A Pegada Ecológica de Campo Grande e a família de pegadas**. Coordenação Geral: Michael Becker e Terezinha da Silva Martins; Fabrício de Campos; Jennifer Mitchell. WWF-Brasil, Brasília, 2012. Disponível em: https://wwfbr.awsassets.panda.org/downloads/pegada_ecologica_campo_grande.pdf; Acesso em: 14 de junho de 2021.





DESAFIOS E POSSIBILIDADES DA IMPLEMENTAÇÃO DE JARDINS SENSORIAIS EM ESCOLAS DE ENSINO FUNDAMENTAL - ANOS INICIAIS

BEATRIZ SCHENAIDE VITÓRIA¹
CAROLINA BUSO DORNFELD²

EDUCAÇÃO AMBIENTAL

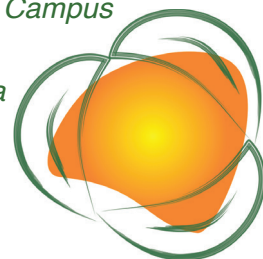
RESUMO

A Educação Ambiental (EA) possui grande importância principalmente quanto à construção da cidadania, sendo interessante que ela ocorra de maneira holística e crítica para que os resultados esperados sejam alcançados. A existência de espaços verdes no ambiente escolar auxilia o exercício da EA no Meio Ambiente, como classifica Sauv . Dentre os espaços verdes, apresenta-se o Jardim Sensorial, que   caracterizado como uma ferramenta de inclusão social para pessoas com diferentes necessidades especiais ou dificuldades de aprendizagem e/ou emocional, além de poder ser utilizado como recurso didático para todos os alunos. Esse trabalho teve por objetivo geral a análise da implementa o dos Jardins Sensoriais no ambiente escolar das Escolas Municipais de Ensino Fundamental – Anos Iniciais (EMEFs) na visão das professoras das unidades. Foram utilizadas entrevistas semiestruturadas com as profissionais, sendo realizada posteriormente a Análise de Conteúdo. Foi possível notar que um dos maiores desafios para a implementa o de Jardins Sensoriais e outros espaços verdes em ambiente escolar   a manuten o necessária. Quanto às possibilidades de uso do espaço, evidenciou-se que as atividades a serem desenvolvidas são inúmeras, tais como aulas práticas de

326

1 Aluna do Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regula o de Recursos Hídricos - PROFÁGUA. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP – Campus Ilha Solteira, beatriz.schenaide@unesp.br.

2 Prof. Dr. Carolina Buso Dornfeld, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP – Campus Ilha Solteira, Departamento de Biologia e Zootecnia, carolina.dornfeld@unesp.br.



disciplinas, atividades de relaxamento, leituras. Complementarmente, observou-se a necessidade de que os professores de escolas onde esses espaços serão implementados tenham conhecimento sobre a importância e benefícios dos mesmos e que haja um debate sobre as possibilidades das atividades, conectando mais esses espaços com a rotina escolar e o planejamento pedagógico anual. Assim, essas áreas podem ser mais bem utilizadas.

Palavras-chave: Áreas verdes urbanas; Áreas verdes na escola; Jardim na escola; Horta na escola.

INTRODUÇÃO

É reconhecida pela legislação brasileira e internacional a importância da Educação Ambiental na formação de cidadãos, fortalecendo a importância da existência da mesma nas escolas, assim como em outros espaços. Percebe-se, portanto, a importância dada à EA em todos os níveis de ensino, sendo os anos iniciais do Ensino Fundamental um momento importante para que o aluno desenvolva uma visão moral voltada às questões ambientais.

A existência de espaços verdes em escolas propicia a EA no Meio Ambiente, o que, de acordo com a classificação de Sauv  (1994), implica em uma educa o ao ar livre, onde se aprende por meio do contato com a natureza, e contribui para a sensibiliza o sobre a conserva o dos recursos naturais (MATAREZI, 2000).

O “espaço verde” constitui-se de um espaço físico com vegeta o, sendo que existem diversos exemplos, como a Horta Escolar, o Jardim Sensorial, os parques urbanos, jardins. O termo tem origem no movimento de conserva o da natureza urbana e representa um espaço que possui diferentes fun oes, de acordo com a área em questão, como fins didáticos, recreacionais ou terapêuticos (ALVAREZ, 2004).

Dentre as diversas op oes de áreas verdes no ambiente escolar, existe a denominada de Jardim Sensorial, que possui uma proposta diferente dos jardins comuns ou das hortas escolares, sendo caracterizado, também, como uma ferramenta de inclusão social para pessoas com diferentes necessidades especiais ou dificuldades de aprendizagem e/ou emocional, (ELY et al, 2006). Além disso, pode também ser utilizado como um eficaz recurso didático (SILVA; DAXENBERGER, 2018) e ser útil para as



demais pessoas, ao estimular os sentidos e ajudar com o bem-estar dos usuários do espaço, a partir do contato com a natureza (ELY et al, 2006).

Tendo isso em vista, a professora de Arteterapia do Município de Ilha Solteira propôs para a Prefeitura Municipal (PM) de Ilha Solteira o projeto “Jardim Sensorial” (PJS), que está sendo implementado nas três Escolas Municipais de Ensino Fundamental - EMEFs, desde abril de 2019. O PJS possui como objetivo “desenvolver a criticidade ambiental tendo a percepção de um mundo sustentável”, sendo uma ferramenta pedagógica para Educação Ambiental, Arteterapia, Atendimento Educacional Especializado (AEE) e demais disciplinas. O tema do mesmo é “Aqui bate um coração” e possui como público-alvo inicial os alunos do 1o ao 5o ano do Ensino Fundamental I que são atendidos pela AEE, a ideia era que o mesmo fosse expandido para os demais alunos conforme o Jardim Sensorial fosse tomando forma e o PJS se concretizando. Deve-se salientar que no âmbito do Jardim Sensorial, também está contemplada a Horta Escolar, constituída em conjunto.

Assim, objetivou-se com o presente trabalho a análise da implementação dos Jardins Sensoriais no ambiente escolar das EMEFs em Ilha Solteira - SP, na visão das professoras.

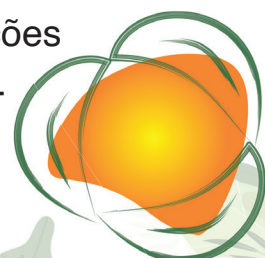
328

METODOLOGIA

A pesquisa possui cunho qualitativo, baseada na elaboração e análise de entrevistas com as professoras das escolas nas quais a pesquisa foi desenvolvida.

Participaram da pesquisa três professoras de Educação Ambiental (Professoras 1, 2 e 3) e uma professora de Atendimento Educacional Especializado (AEE) (Professora 4), idealizadora do Projeto Jardim Sensorial (PJS). Todas as professoras são da Rede Municipal de Ensino do município de Ilha Solteira.

A entrevista foi semiestruturada, composta por um roteiro, que delineou o percurso a ser percorrido durante a mesma. Foram feitas anotações em Notas de Campo e a entrevista foi gravada em vídeo para futura transcrição. Devido à pandemia de Covid-19, as entrevistas



foram conduzidas via Google Meet em horário combinado previamente com as entrevistadas.

Ressalta-se a importância das entrevistas semiestruturadas, que de acordo com Bogdan e Biklen (1999) oferecem ao entrevistador uma amplitude considerável de temas e, ao entrevistado, a oportunidade de moldar o conteúdo e fornecer as informações com suas próprias palavras.

O roteiro da entrevista foi composto por questões que tinham como objetivo levantar informações sobre as concepções de EA que os entrevistadas possuem, bem como informações acerca dos desafios e facilidades da implementação dos Jardins Sensoriais nas EMEFs e da utilização do espaço, seus tipos de uso, conteúdos trabalhados e possibilidades. Esta pesquisa é parte integrante de uma maior, denominada “Possibilidades e desafios no uso das áreas verdes urbanas como espaços educadores” que possui aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa, sob o número CAAE: 37221420.0.0000.5402. Todas as entrevistadas assinaram o TCLE e permitiram a gravação da reunião.

Antes de iniciar as análises, as entrevistas foram transcritas na íntegra. Para a análise das entrevistas, utilizou-se o método de Análise de Conteúdo de Bardin (2016), que é organizado em três etapas. A primeira é intitulada pré-análise e possui como objetivo sistematizar as ideias iniciais e estabelecer indicadores para uma futura interpretação das informações coletadas. Sendo assim, nessa etapa temos a leitura flutuante, que diz respeito a uma leitura geral de primeiro contato com o material a partir da qual surgem hipóteses, teorias e objetivos, além da identificação de categorias e tópicos de estudo. Dessa forma, foram realizadas marcações de realce nas entrevistas, buscando utilizar cores diferentes para tópicos distintos.

Na segunda etapa tem-se a exploração do material, onde são definidas as categorias e as unidades de registro e de contexto nos documentos. Nessa fase, buscou-se identificar trechos relacionados com o objetivo desta pesquisa, ou seja, o uso do Jardim Sensorial como ferramenta didática e os desafios da implementação de um Jardim Sensorial escolar. Assim, procedeu-se a análise categorial, com a codificação dos textos e a elaboração de categorias temáticas que foram selecionadas a posteriori.



Durante a codificação dos textos e visando preservar a identidade dos entrevistadas e possíveis constrangimentos, foram usados pseudônimos para substituir os nomes dos entrevistadas e os nomes das escolas mencionadas durante as entrevistas.

A terceira etapa é denominada de Tratamento dos resultados, inferência e interpretação, que diz respeito ao tratamento dos resultados, condensação e o realce das informações para interpretações inferenciais. Na terceira fase foi possível identificar as semelhanças e diferenças entre as respostas das entrevistadas, observando os contextos que envolviam a perspectiva de diferentes profissionais.

Para a análise dos dados foram criadas categorias a posteriori, sendo elas: 1) Implementação do Jardim Sensorial, 2) Uso do espaço, 3) Visão das entrevistadas a respeito do Jardim Sensorial e 4) Relação estabelecida com a Educação Ambiental

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto à categoria Implementação do Jardim Sensorial, observou-se com as entrevistas que as dificuldades foram muito parecidas nas três EMEF's, sendo elas a burocracia enfrentada quando se é realizado um projeto no setor público, a manutenção do espaço e a problemática financeira. Identificou-se também nas respostas o conhecimento de que era necessário o trabalho em coletivo, uma vez que o espaço demanda trabalho para além da professora idealizadora ou dos professores que utilizam o espaço como ferramenta didática, sendo necessário que a comunidade escolar participe ativamente da manutenção do mesmo.

“O que falta são os recursos, porque para um Jardim Sensorial você precisa, por exemplo, de uma terra adubada, você precisa de pessoas te ajudando a montar um Jardim Sensorial, isso não é algo que você faz sozinho, só você, sozinho e os alunos. Você precisa de parcerias.” (Professora 1).

“(…) a partir do momento que houve dinheiro para fazer, as coisas facilitaram. Facilitou 100%? Não, porque existem ações que dependem de pessoas, e aí tudo que depende de pessoas é onde dificulta.” (Professora 3).



A dificuldade relatada quanto à manutenção do espaço é algo que também foi observado por Enisweler (2017), que associa a falta de aderência das escolas à construção de hortas escolares com a preocupação com a manutenção do espaço.

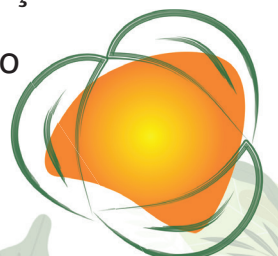
Na mesma categoria, pôde-se explorar também as facilidades encontradas na implementação do Jardim Sensorial. As professoras citaram o trabalho da professora idealizadora e sua parceria com a UNESP. Além disso, é citada a receptividade e empolgação das escolas com o PJS e a parceria com a China Three Gorges - CTG, que, segundo as falas, facilitou o desenvolvimento do Jardim Sensorial. Alguns excertos podem ser lidos a seguir:

“A gente conseguiu agora esse Jardim Sensorial graças à insistência da professora idealizadora que correu atrás de tudo e conseguiu recursos financeiros em parceria com a CTG e querendo ou não, os recursos financeiros foram uma mão na roda para fazer o [PJS] vingar.” (Professora 1).

“A facilidade foi a Secretária Municipal de Educação estar aberta né, quando eu trouxe o PJS para a Secretária Municipal de Educação ela esteve aberta o tempo todo. (...) E também as facilidades, as crianças, o quanto que eles é... a gente via a felicidade dessas crianças. Acho que foi o que mais moveu eu e a equipe né, que eram os universitários, de querer, de fazer, de ter coragem, por todas as dificuldades que encontramos, as crianças nos moveu. Foram eles que nos deram coragem, foram eles que nos levaram a fazer e ver que aquilo era importante, não por nós, mas para eles. (...) As nossas dificuldades eram vencidas pela coragem delas.” (Professora 4).

A fala da Professora 4 sobre a coragem das crianças demonstra o empenho que as mesmas tinham durante a implementação do Jardim Sensorial. Elas ajudaram durante as etapas de construção do espaço, na pintura dos pneus e preenchimento deles com terra, na escolha das plantas, na plantação e na manutenção do espaço, sendo muito presentes em todas as etapas do PJS. Pela fala das professoras, o impacto que a implementação do Jardim Sensorial causou nos alunos foi notório antes mesmo de sua finalização.

Em relação à categoria Uso do Espaço, há falas à respeito do uso do Jardim Sensorial pela comunidade escolar, as atividades



possíveis de serem realizadas no Jardim Sensorial e o que as entrevistadas notaram nas crianças após o uso do espaço.

É interessante notar que as respostas apontam para a pouca participação e adesão dos demais professores das escolas quanto ao uso. As muitas atribuições dos professores para desenvolvimento no turno de aula, a necessidade de cumprir com conteúdos estabelecidos e de seguir a regulamentação do município acaba impactando negativamente projetos como o PJS, em que se faz necessário a dedicação de um tempo para entender o espaço e as possibilidades que ele apresenta e, após, criação e organização de atividades. Nesta categoria foram inseridos excertos como os apresentados a seguir:

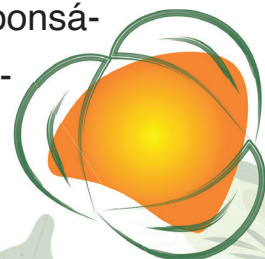
“Eu acho que acaba ficando muito restrito assim somente a alguns professores participarem, entendeu? (...) Mas de se apropriar mesmo do Jardim Sensorial para cumprir os seus objetivos quanto Jardim Sensorial são poucos os que se interagem. (...) Eu já utilizei esses espaços fazendo plantio de plantas medicinais com as crianças e fazendo a manutenção desse espaço né. (...) E o jardim sensorial como algo natural vem favorecer muito pra isso né, ela vem pra enriquecer tanto as práticas pedagógicas.” (Professora 1).

“Eu acho que tem que melhorar mais também, ter mais a participação de todos os professores. Ainda parece que fica restrito pra quem é do projeto (...) Mas a gente tem que se sentir que ele é da escola, que de fato todo mundo tem que usar bem mais. (...) Porque não né, sair um pouco dessa sala de aula e ir pra esse espaço. Aí você tá trabalhando tantas coisas (...)” (Professora 2).

“Com certeza ele é uma ferramenta didática que é fundamental, justamente por esses fatores, por permitir que a gente tenha proximidade com esses espaços, e que permita com que o aluno visualize e conviva com coisas que muitas vezes a gente só fala.” (Professora 3).

“O Jardim não é da [Professora 4], o Jardim não é dos universitários, o Jardim é da escola né. E ele tem que ser bem mais aproveitado, bem mais usado.” (Professora 4).

É interessante notar que a Professora idealizadora foi a responsável por levar o Jardim Sensorial até as EMEFs, apesar disso, afirma que o Jardim Sensorial não é dela e nem dos universitários



responsáveis pela implementação e manutenção da área, mas da escola. Observa-se a vontade da professora de que o espaço seja visto como parte da escola e não um produto apenas de seu trabalho e para seus alunos, sendo utilizado por todos.

Constata-se pelas respostas dadas a importância do Jardim Sensorial e de áreas verdes como espaços para desenvolvimento de diversas atividades, sendo interessante para o ensino-aprendizagem como um espaço além da sala de aula, assim como evidenciam Bomtempo (2019) e Venturini (2012).

Na terceira categoria, Visão das Entrevistadas a respeito do Jardim Sensorial, foram alocados os trechos das falas das entrevistadas referentes ao que as mesmas entendiam o sobre o Jardim Sensorial e quais seriam os benefícios de seu uso. As professoras de Educação Ambiental falam do Jardim Sensorial como um espaço para além das emoções, com elementos naturais, uma sala de aula diferente que apresenta inúmeras possibilidades didáticas e diferentes interações (corpo-ambiente, fauna-flora), tal como pode ser observado nos excertos a seguir:

“Então eu penso que um Jardim Sensorial é rico em elementos, elementos em questão, elementos naturais como terra, gravetos, aquilo que você possa de fato tocar né. (...) Jardim Sensorial a gente encontra, se a gente for prestar atenção, a gente vê muitas abelhas, beija-flor, aparece muito assim, essas espécies que faz ficar mais sensíveis ao som, pássaros.” (Professora 1)

“Eu acho que tem que ser um espaço que vai estimular essas sensações né, vai mexer até com o seu paladar, com o seu olfato, com o seu tato né. (...) É muito legal a fala das crianças, a participação deles, a curiosidade, deixar eles pesquisarem muitas vezes, deixar eles tocarem, essa parte assim de sensibilizar, como o Jardim Sensorial que vai ter essa possibilidade, de eles sentirem os cheiros, esses aromas tão diferentes que tem né.” (Professora 2)

“Eu entendo que o Jardim foi como uma ferramenta dentro da escola né. E que ele veio a somar pra benefício das crianças, principalmente as crianças que têm dificuldade de aprendizagem, aquelas crianças que têm dificuldade socioemocionais, crianças autistas. (...) Então isso me chamou muita atenção para o Jardim Sensorial, pela sensibilidade dessas



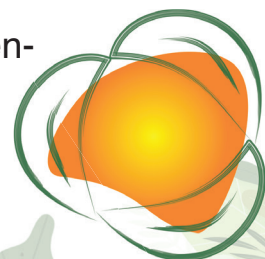
crianças, que o Jardim poderia tocar elas de uma forma diferente e trazer elas para o aprendizado.” (Professora 4)

A quarta categoria foi a relação estabelecida com a Educação Ambiental. É interessante notar nas respostas que as professoras de Educação Ambiental trazem uma visão um pouco menos conservadora e, por vezes, próxima da Educação Ambiental Crítica.

A abordagem mais conservadora da Educação Ambiental está relacionada a uma visão reformista, como aponta Jacobi (2005), que propõe ações pontuais, muitas vezes descontextualizadas e com uma visão mais simplista, havendo uma maior preocupação com os elementos e/ou recursos naturais do que com o fator socioambiental. Enquanto uma abordagem emancipatória, vista na Educação Ambiental Crítica, deve propor respostas que vão além da preservação ambiental, questionando o padrão socioeconômico existente e os impactos do atual sistema socioeconômico. Faz-se interessante, então, que se pense na Educação Ambiental enquanto prática político-pedagógica, não a limitando apenas a questões ambientais e o “ensinar a amar a natureza”.

“Educação Ambiental não se resume somente a você ensinar coisas da natureza, ela vai muito além. Educação Ambiental, ela vai na prática do nosso dia a dia, então a Educação Ambiental é você poder transmitir, é você poder inserir, se envolver com as pessoas, é... Inserir na sociedade um pensamento que vai em prol das questões sociais, que vai em prol da humanidade. (...) antes eu tinha o pensamento muito de Educação Ambiental, digamos, conservadora, que Educação Ambiental é só você ensinar o que pode e o que não pode, que é só o cuidar e o preservar. Não, ela tá muito ligada a questões socioambientais. Tudo aquilo que atinge as pessoas e a comunidade em geral, e é difícil fazer Educação Ambiental. É muito difícil, porque envolve sociedade. Então, Educação Ambiental, ela é você propor uma reflexão nas pessoas, na sociedade e que tenha reflexos positivos na comunidade em geral.” (Professora 1).

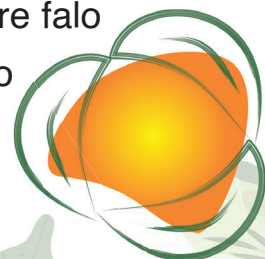
“Ai, eu acho... Que a educação ambiental ela tem que estar presente nas escolas né, ela tem que melhorar muito. (...) Também não é engessar, mas ela acaba ficando assim no município né, muito solta.



E ela, ela por ser assim de grande valia para o município, pras escolas, porque questão ambiental é o que rege as perguntas, as dúvidas, nossos pensamentos no futuro, se vai ter um futuro. Então assim, é importante, é importante que a educação esteja presente nas escolas, esteja presente em todas as graduações. (...) E a gente, assim... A natureza não é bem assim, ela tem o tempo dela, a gente tem que respeitar (...) Mas é como ela fala né, ela tem que ser formal e informal né. Porque a comunidade também tem que ter acesso.” (Professora 2).

É interessante observar na resposta da Professora 2 que há a citação da importância de pensarmos acerca da questão ambiental, uma vez que essa é geradora de perguntas, principalmente quanto ao futuro do nosso planeta, considerando-se que os desastres ambientais e os impactos negativos em nosso planeta estão cada vez maiores. Além disso, vale a pena destacar outro trecho da resposta onde a professora fala sobre a Educação Ambiental Formal e Informal e a importância de que as duas ocorram, democratizando o acesso à EA, que é direito de todo cidadão, assim como é citado na Constituição Federal Brasileira (BRASIL, 1988). Entretanto, mesmo assim, a Professora 2 apresenta uma visão conservadora em alguns momentos de sua fala, como no trecho em que cita “o tempo da natureza” e o respeito que devemos a ela.

“Ela é tão complexa, sempre entra em tanta discussão acerca disso. (...). Até onde é o papel da Educação Ambiental e o que não é. Mas eu entendo como algo que seja voltado pra essa questão de conscientização, compreensão do meio ambiente, compreensão do que é necessário ser feito, compreensão das consequências que trazem a partir do momento que a gente não faz as coisas de determinada forma. Eu acho que ela é muito mais voltada para isso, do que, e lógico que isso vai envolver conceitos, mas existem conceitos que eu entendo que é de ciências né. (...) Mesmo quando eu vou falar de fauna, eu não deveria ter que falar sobre as classes de animais, mas por mais que em algum momento eu vou recapitular isso, mas isso não devia vir do zero para que eu explique tudo isso. Mas sim de qual é o nosso papel enquanto co-habitante com essa fauna. Então né. A gente se tira, eu falo, sempre falo isso, a gente fala animais os outros, nós não. Então essa percepção



de que fazemos parte desse mesmo grupo, enfim. São outras percepções.” (Professora 3).

“É, eu não entendo muita coisa, porque não é minha formação. Mas eu acredito que dentro da Educação Ambiental tem muito o que se fazer, eu acho que não é só teoria, eu acredito que dentro da Educação Ambiental poderia trabalhar, principalmente com a idade das nossas crianças, mais na prática, a teoria a professora da sala já trabalha.” Professora 4.

A fala da Professora 4 sobre “a teoria a professora da sala já trabalha” converge com o que foi dito pela Professora 3, quando a mesma indaga o papel da Educação Ambiental e

o que a professora responsável por ela deveria ensinar a seus alunos. É possível observar que a Professora 4 acredita em uma Educação Ambiental que trabalha mais a ação.

Outro trecho interessante da fala da Professora 4 é quando são citadas as várias possibilidades que a EA oferece, fato que também é apontado por Iared (2010) em seu trabalho. Entretanto, esse potencial não é utilizado em sua total capacidade na maioria das vezes. Isso acontece principalmente porque a questão ambiental apresenta grande complexidade e as pessoas costumam ter uma concepção mais limitada do meio ambiente e de como articular conceitos que envolvem a área (GONZÁLEZ-GAUDIANO, 2005).

Nota-se também, pela fala das professoras, que a vontade e curiosidade dos alunos quanto ao espaço foi benéfico para a implementação do Jardim Sensorial e das outras áreas verdes, motivando a professora idealizadora e os universitários responsáveis pela área, mesmo quando a burocracia atrasava o processo. Infelizmente, com a pandemia do Covid- 19, não foi possível que os alunos interagissem com o espaço reformado em 2020 e em 2021, mas ele foi utilizado semanalmente pela professora idealizadora em 2019.

Sendo assim, é necessário que a EA seja realizada em conjunto com o uso do Jardim Sensorial e espaços verdes de modo a se ter também uma contextualização do que está sendo feito e a aguçar ainda mais a curiosidade dos alunos em relação ao espaço e sua relação com a EA.



CONCLUSÕES

Os Jardins Sensoriais implementados nas EMEFs citadas trouxeram diversos benefícios para a comunidade escolar, possibilitando o uso de outro espaço que não a sala de aula para o desenvolvimento de atividades didático-pedagógicas. Diversas são as atividades que podem ser, e foram, desenvolvidas nos Jardins Sensoriais de forma interdisciplinar e seguindo os conteúdos curriculares.

Entretanto, segundo as profissionais entrevistadas, muitos professores acabam por não utilizar o espaço. Fato que pode ser justificado pela “falta de tempo” que os professores encontram para atividades que não são as que estão descritas pelo material didático usado e também pela falta de conhecimento dos benefícios do uso do Jardim Sensorial e de áreas verdes para os alunos e seu aprendizado.

Faz-se importante, então, que os professores de escolas onde serão implementados Jardins Sensoriais e/ou outros espaços verdes tenham conhecimento sobre a importância e benefícios de tais áreas, além de que haja um debate sobre as possibilidades das atividades, conectando mais esses espaços com a rotina escolar e o planejamento pedagógico anual. Assim, essas áreas podem ser mais bem utilizadas.

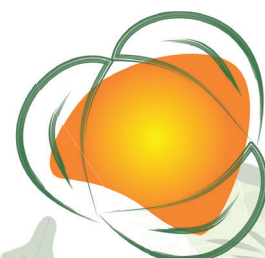
AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, processo número 2020/00089-5. Agradeço a oportunidade.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, I. A. **Qualidade do espaço verde urbano: uma proposta de índice de avaliação.** (2004), 209 fl. Tese (doutorado em Agronomia). Universidade de São Paulo, Piracicaba - SP. Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, 2004.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo.** 3ª Reimpressão da 1. São Paulo: Edições, v. 70, 2016.



BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto Editora, 1999.

BOMTEMPO JÚNIOR, P. **Jardim sensorial e trilha ecológica como estratégias que facilitem o aprendizado de biologia no ensino médio**. 2019. 108 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ensino de Biologia em Rede Nacional, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2019.

BRASIL. [Constituição (1988)] **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República. Disponível em <https://cutt.ly/PkdLgGg>. Acesso em: 25 mai 2020.

ENISWELER, K. C. **Hortas escolares nos anos iniciais do ensino fundamental: contribuições para o ensino de ciências**. 2017. 136 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Cascavel. Cascavel, 2017.

ELY, V. H. M. et al. Jardim universal – espaço livre público para todos. *In: Anais 14º CONGRESSO BRASILEIRO DE ERGONOMIA*, Curitiba, 2006.

GONZÁLEZ- GAUDIANO, E. **Educação Ambiental**. Lisboa: Instituto Piaget, 2005.

IARED, V. G. **Concepções de educação ambiental e perspectivas pedagógicas de professoras do ensino fundamental e as potencialidades do Pólo Ecológico de São Carlos (SP)**. 2010. 183 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2010.

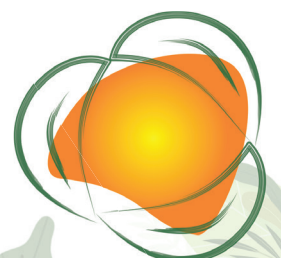
JACOBI, P. R. **Educação ambiental: o desafio da construção de um pensamento crítico, complexo e reflexivo**. 2005.


MATAREZI, J. Trilha da vida: re-descobrimo a natureza com os sentidos. *AMBIENTE & EDUCAÇÃO-Revista de Educação Ambiental*, v. 5, 2000.

SAUVÉ, L. **Por uma educação relativa ao meio ambiente**. Montreal/Paris: Guérin/ Eska, 1994.

SILVA, B. F.; DAXENBERGER, A. C. S. **A utilização de jardins sensoriais como proposta educativa para pessoas com deficiência na APAE-Areia/PB: uma ação extensionista**, 2018.

VENTURINI, A. **Jardim Sensorial e Práticas Pedagógicas em Educação Ambiental**. 2012. 117 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) – Programa de Pós- Graduação em Desenvolvimento Regional, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2012.





OFICINAS DE SUSTENTABILIDADE COM IDOSOS: RELAÇÕES INTERPESSOAIS EM TEMPOS DE PANDEMIA

ISRAEL SILVANO JUNIOR¹ MARIA¹

CLARA DOS SANTOS LOPES²

BIANCA DA SILVA CARVALHO³

ISABELA LAÍS DE LIMA⁴

PEDRO HENRIQUE LEONARDI BATYRAS⁵

TATIANE CRISTINA DAL BOSCO⁶

EDUCAÇÃO AMBIENTAL

RESUMO

Com a pandemia de COVID decretada em 2020 pela Organização Mundial da Saúde (OMS), decorrente do surto mundial de Corona Vírus, o distanciamento social tornou-se a principal medida de prevenção e combate ao vírus. Estudos demonstram que o distanciamento social pode resultar em diferentes consequências à saúde, com especial destaque aos aspectos psicológicos em idosos. Buscando colaborar com as ações para suavizar este momento atípico, a Comissão de Gestão de Resíduos Sólidos (CGRS) da UTFPR- Londrina, em parceria com a Secretaria do Idoso de Londrina, propôs Oficinas de Sustentabilidade, em formato *online*, com o intuito de levar Educação Ambiental e

339

1 Aluno de Engenharia Ambiental – Universidade Tecnológica » Federal do Paraná, Campus Londrina, israel.silvano@outlook.com.

2 Aluna de Engenharia Ambiental – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Londrina, mariiac.slopes@gmail.com

3 Aluna de Engenharia Ambiental – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Londrina, biancacarvalho.bsc@gmail.com

4 Aluna de Engenharia Química – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Londrina, isabelalima.lais@gmail.com

5 Aluno de Engenharia Ambiental – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Londrina, pedrobatyras@hotmail.com

6 Profa. Dra. Universidade Tecnológica Federal do Paraná campus Londrina – Departamento de Engenharia Ambiental, tatienebosco@utfpr.edu.br.



interação digital e interpessoal para um grupo de idosos. Neste trabalho, portanto, objetivou-se relatar esta experiência e apresentar a avaliação dos participantes das Oficinas de Sustentabilidade. Para tanto, realizou-se a análise de conteúdo dos comentários dos idosos participantes na avaliação das atividades propostas. Percebeu-se que as Oficinas de Sustentabilidades realizadas pela CGRS caracterizam-se como interessante estratégia de Educação Ambiental e que o desenvolvimento das relações interpessoais em meio à pandemia foram resultados muito valorizados pelos idosos participantes.

Palavras-chave: Coleta Seletiva, COVID-19, Distanciamento social .Inclusão digital do idoso.

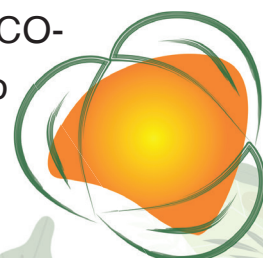
INTRODUÇÃO

Para o combate e o enfrentamento da pandemia de COVID-19, decretada pela Organização Mundial da Saúde (OMS), utilizou-se, como uma das estratégias, o distanciamento social. Nesse contexto, os diversos setores da sociedade necessitaram se adaptar a esta nova realidade para dar continuidade aos trabalhos desenvolvidos (LEMOS; BARBOSA; MONZATO, 2020).

Em uma revisão sobre pesquisas que analisaram o impacto psicológico da quarentena em epidemias, Brooks (2020) relatou efeitos psicológicos como estresse pós- traumático, raiva e confusão. Já Armitage e Nellums (2020) afirmam que em idosos, o isolamento social pode resultar numa questão de saúde pública, em virtude dos altos riscos de desenvolvimento de problemas cardiovasculares, problemas neurocognitivos, consequências na autoimunidade e na saúde mental.

A Comissão de Gestão de Resíduos Sólidos (CGRS) instituída na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Londrina (UTFPR-LD), tem como intuito o cumprimento à Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305/2010 (BRASIL, 2010) e ao Decreto Federal nº 5940/2006 (BRASIL, 2006), que regulamentam a segregação dos resíduos sólidos na fonte e o seu correto gerenciamento. Como parte deste trabalho, estão as ações de sensibilização da comunidade interna e externa ao Campus para a adoção de práticas mais sustentáveis (DAL BOSCO; PRATES, 2017).

Neste sentido, desde 2020, com o advento da Pandemia de COVID-19, a CGRS estabeleceu parceria com a Secretaria do Idoso de Londrina para promover Oficinas online sobre Sustentabilidade,



de modo a promover a discussão da temática com os idosos e, também proporcionar a eles um momento de interação e diálogo com outras pessoas, além da família.

Sendo assim, o presente trabalho objetivou relatar e analisar as experiências das Oficinas de Sustentabilidade promovidas pela CGRS, como prática de Educação Ambiental e proposta de interação com os idosos, em tempos de Pandemia.

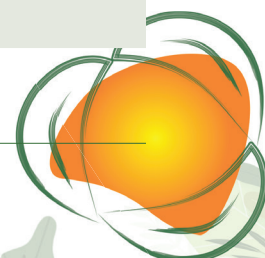
METODOLOGIA

A Secretaria Municipal do Idoso de Londrina - PR foi responsável pela divulgação e inscrição dos participantes. Em seguida, criou-se um grupo de comunicação em aplicativo de mensagens para facilitar o repasse de orientações sobre as Oficinas e sobre a plataforma utilizada para os encontros.

Na Tabela 1 são apresentadas as Oficinas e as temáticas abordadas nos encontros com os idosos no ano de 2020. Destaca-se que as Oficinas foram do tipo “faça você mesmo”. Assim, os idosos acompanhavam os instrutores, por meio da tela do celular ou computador, e faziam, em suas casas, em tempo real, o que era ensinado. Tal estratégia permitiu a interação, o diálogo constante e o assessoramento no desenvolvimento das atividades.

Tabela 01:
Datas e temas das Oficinas

Data	Tema da oficina
14 de setembro de 2020	Geração de resíduos sólidos, classificação e impactos dos resíduos sólidos.
14 de setembro de 2020	Como fazer uma composteira doméstica e usar o material orgânico produzido.
13 de outubro de 2020	Como fazer um vaso de plantas com materiais recicláveis.
26 de outubro de 2020	Como fazer uma caixa organizadora utilizando materiais recicláveis
09 de novembro de 2020	Como fazer um estojo com materiais recicláveis.
23 de novembro de 2020	Como fazer uma árvore de Natal com materiais recicláveis
07 de dezembro de 2020	Confecção de uma guirlanda de Natal utilizando materiais recicláveis.



Antes do primeiro encontro foram elaborados e compartilhados dois vídeos para ensinar como baixar e acessar a plataforma utilizada: um para celular e outro para computador. Em seguida, fez-se o contato individual com os idosos para verificar a compreensão e auxiliar no processo de acesso à plataforma.

Após o término das oficinas, no ano de 2020, os idosos participantes foram contactados individualmente, por telefone, para realizar a coleta de *feedback*. Ressalta-se que a adesão foi voluntária. Foram feitas seis perguntas, sendo quatro para serem avaliadas de forma quantitativa (de zero a dez, sendo zero muito fácil e dez muito difícil):

- I) *O que você achou das orientações dadas para como participar das oficinas?*
- II) *Qual foi a dificuldade de acessar e entrar nas Oficinas?*
- III) *O que você achou do horário proposto (16h) e da frequência (quinzenal) das Oficinas?*
- IV) *O que você achou dos materiais que foram produzidos nas Oficinas?*

E duas perguntas a serem respondidas de forma qualitativa:

- VI) *Considerando todos os nossos encontros, qual foi o maior aprendizado que você teve nesse período?*
- VII) *Além de aprender a reutilizar os materiais, o que os encontros proporcionaram para você?*

As respostas obtidas por telefone foram transcritas pelos estagiários da CGRS para a análise dos dados. Para a análise das respostas quantitativas, foi utilizada a Escala Likert, proposta por Likert (1932), que consiste na uniformização dos dados, com o objetivo de identificar o sentido e a intensidade das respostas. Para a construção da escala, utilizou-se o *software* RStudio. Já para as respostas qualitativas, utilizou-se a Análise de Conteúdo proposta Bardin (1977). A metodologia consiste de três fases: para realização da primeira fase, houve uma pré-análise dos dados, subdividida em quatro etapas: a leitura flutuante; a escolha dos documentos; a formulação de hipóteses e dos objetivos e a referenciação de índices e

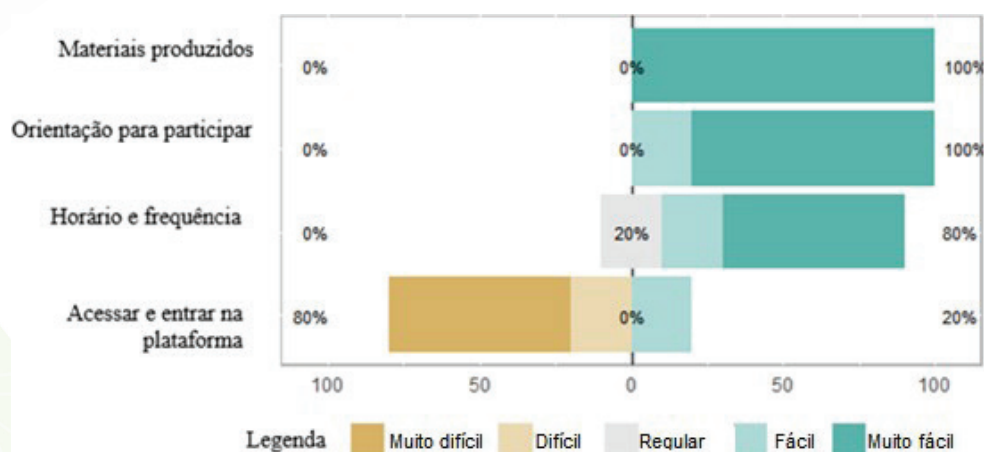


indicadores. Já na segunda fase ocorreu uma exploração do material, a codificação como Unidades de Registros (UR) e a definição das categorias. A terceira e última fase, consistiu no tratamento dos resultados, seguida das inferências e interpretação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Serão apresentados os resultados da coleta de dados com 05 idosos participantes das Oficinas, que voluntariamente se propuseram a responder às questões. Na Figura 01 apresentam-se os resultados referentes às questões quantitativas.

Figura 01:
Escala Likert referente às respostas das perguntas sobre os materiais produzidos nas Oficinas, orientações para a participação, horário/frequência e acesso à plataforma em que as Oficinas foram realizadas.



Nota-se, na Figura 01 que os idosos entrevistados ficaram satisfeitos com os materiais produzidos nas Oficinas e avaliaram de modo positivo as orientações que receberam para participar dos encontros, assim como o horário e frequência. Apenas um idoso avaliou o horário e a frequência como regular. Santos e Pavão (2014) afirmam que a atividades manuais, tais como o artesanato, podem auxiliar na restituição da funcionalidade, pois exercitam a criatividade e proporcionam a forma de expressão individual que, por sua vez, auxiliam também na prevenção da depressão e de outras doenças emocionais.



Embora todos os idosos tivessem recebido as orientações e a tutoria dos estagiários da CGRS para entrar na plataforma onde as oficinas foram desenvolvidas, alguns tiveram certa dificuldade para acessar. Para Kachar (2002) os idosos apresentam dificuldades ao se encontrarem com as novidades tecnológicas, das mais complexas até mesmo as mais básicas, como o uso de um aparelho eletrodoméstico. Estas dificuldades podem fazer com que os idosos se sintam excluídos socialmente. Carvalho, Arantes e Cintra (2016) realizaram um estudo em que alguns idosos relataram algumas dificuldades quanto à inclusão digital. Dentre as respostas obtidas, o medo de danificar o aparelho por não saber o correto manuseio e não saber ao menos ligar o aparelho eletrônico se destacou.

Porém, mesmo com as dificuldades apresentadas por alguns idosos em relação ao acesso à plataforma digital, elas não desistiam e, com persistência e assessoramento dos estagiários da CGRS, participavam das oficinas oferecidas. Ressalta-se, portanto, a necessidade do contato constante e individualizado para auxílio nas dificuldades encontradas. Neste sentido, Carvalho, Arantes e Cintra (2016) reforçam que os idosos devem ser auxiliados e estimulados a aderirem o uso de novas tecnologias, tendo como objetivo a satisfação por estarem mais envolvidos com as novidades, adquirindo um aumento em sua confiança devido ao conhecimento alcançado.

Ao realizar a Análise de Conteúdo para a pergunta “*Considerando todos os nossos encontros, qual foi o maior aprendizado que você teve nesse período?*”, foi possível identificar cinco Unidades de Registro (UR), organizadas em três categorias, conforme o Quadro 1. Para a validação das UR há uma resposta representativa de cada categoria.

Tabela 02:
Classificação das unidades de registro referentes à pergunta “*Considerando todos os nossos encontros, qual foi o maior aprendizado que você teve nesse período?*”.

Categoria	nº de UR	Exemplo
Sustentabilidade	2	“...aprendi muito sobre a separação dos resíduos e consegui colocar em prática no meu dia a dia”
Habilidades manuais	3	“...gostei muito da nécessaire e da caixa organizadora”
Relações interpessoais	1	“...conhecer pessoas novas, foi muito legal”

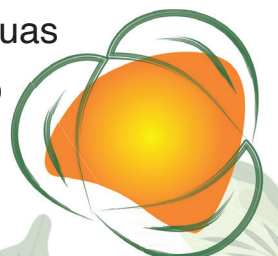


Na **Categoria “Sustentabilidade”**, é importante destacar que as oficinas foram elaboradas de forma que os participantes pudessem utilizar materiais presentes em suas casas. Dessa forma, em todas as oficinas foram abordados temas alusivos às questões da importância do reuso de materiais, reforçando os cuidados necessários para o manuseio, necessidade e importância da prática da reciclagem e compostagem dos resíduos orgânicos, quando possível. Além disso, os membros da CGRS eram orientados a comentar com as idosas a respeito dos impactos ocasionados pelo consumismo, pelos resíduos acumulados e/ou descartados incorretamente, trazendo referências e notícias da realidade local em que cada idoso estava inserido.

Para Dutra, Roberto, Coelho e Almeida (2018) hábitos e práticas estão coligados com o cotidiano de cada ser humano. A abertura para atitudes e também a uma vivência sustentável possui uma didática educacional e tem gerado um desenvolvimento cultural onde desencadeiam ações socioambientais (JACOBI; TRISTÃO; FRANCO, 2009).

Na **Categoria “Habilidades manuais”**, as oficinas “Como fazer um vaso de plantas com materiais recicláveis”, “Como fazer uma caixa organizadora”, “Como fazer um estojo”, “Como fazer uma árvore de Natal” e “Confeção de uma guirlanda de Natal”, além da abordagem das temáticas relacionadas à Categoria “Sustentabilidade”, por meio dos relatos obtidos pelos idosos, permitiu a observação, de que houve o interesse e a satisfação, tanto pelo desenvolvimento dos produtos de caráter ecológico, quanto pela oportunidade, pelo tempo e pela dedicação voltada ao desenvolvimento pessoal. O estudo de Guedes, Guedes e Almeida (2011) destaca que atividades artísticas auxiliam no bem-estar individual, uma vez que o desenvolvimento motor realizado nos artesanatos auxilia na realização de atividades cotidianas dos idosos.

As oficinas requerem habilidades como concentração e disciplina além do desenvolvimento de atividades motoras como o corte de diferentes tipos de materiais (papel, tecido, plástico ou papelão), além do incentivo à criatividade. Teixeira e Carlos (2017) relataram que os entrevistados em suas oficinas alegaram que as atividades manuais artesanais auxiliam no bem-estar, autoestima, melhoria da memória e outros benefícios.

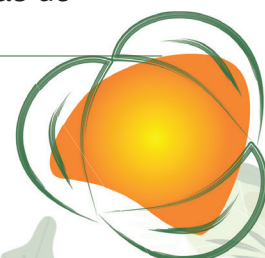


Por fim, a Categoria “**Relações interpessoais**”, ressalta que as oficinas serviram de incentivo para a conexão com outras pessoas, considerando que o público alvo manteve-se em distanciamento, como medida preventiva da COVID-19. No estudo de Guedes, Guedes e Almeida (2011) as participantes avaliadas também relataram que as atividades manuais são importantes para a socialização. Santana, Aragão e Bernardo (2021) demonstraram que a socialização entre os idosos é uma estratégia de enfrentamento aos obstáculos decorrentes do envelhecimento e do isolamento. Também é possível dizer que a troca de experiências por meio do grupo resulta em uma melhora na qualidade de vida e possibilita o desenvolvimento social, estimulando a criação de vínculos e fortalecendo laços de amizade (GARCIA; LEONEL, 2007). Esses encontros online são de extrema importância para desenvolver conexões e amizades para o grupo da terceira idade em situação de pandemia e isolamento social, e de acordo com Garcia e Leonel (2007) aprofundar as relações interpessoais é colaborar com a melhoria de vida dos participantes. Porciuncula e Porto (2014) ressaltam que atividades e práticas de Educação Ambiental destinadas à terceira idade são formas de socialização e de valorização ambiental, que incentivam os idosos a se sentirem parte de uma comunidade, para assim evitar exclusão social.

Na Tabela 2 são apresentadas as respostas à questão “*Além de aprender a reutilizar os materiais, o que os encontros proporcionaram para você?*”. Algumas respostas dos entrevistados tinham mais que um assunto, sendo assim, suas respostas foram divididas em mais categorias.

Tabela 03:
Classificação das unidades de registro referentes à pergunta “*O que os encontros proporcionaram além do aprendizado?*”.

Categoria	nº de UR	Exemplo
Independência	4	<i>“... me senti mais capaz e estou confeccionando alguns produtos.”</i>
Reencontros	5	<i>“... fiquei muito feliz em rever as colegas do Centro do Idoso.”</i>



Na **Categoria “Independência”**, identificou-se a satisfação de produzir materiais sozinhos e o incentivo ao desenvolvimento da criatividade. Para Paschoal (2002) atividades que ajudam na prevenção da dependência física e do retardamento devem ser desenvolvidas, para que haja um envelhecimento saudável e aumente a qualidade de vida do idoso em meio familiar.

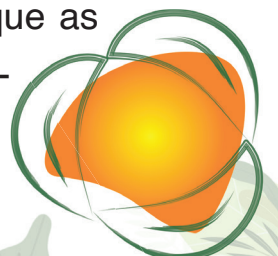
A **Categoria “Reencontros”** evidenciou a satisfação dos idosos em relação à interação. Estes espaços virtuais permitem o contato entre as pessoas, e também proporcionam uma vida mais ativa, mesmo que seja de maneira virtual. No estudo de Gulartt, Chicon, e Quaresma (2017), oficinas desenvolvidas para o auxílio no desenvolvimento e na inclusão digital, para idosos, empenharam-se em coletivizar e democratizar a interação, integração na sociedade e a atualização sobre o que está acontecendo ao seu redor no mundo.

Neste sentido Pirola, Velho e Vermelho (2012) e Carvalho, Arante e Cintra (2016) afirmam que o uso de novas tecnologias desenvolve nos idosos uma maior independência, atualização sobre o cenário que os cerca e auxilia no convívio social por meio da utilização das redes sociais, proporcionando o início de novas amizades e reencontros familiares ou com colegas distantes fisicamente, tal qual foi relatado pelos idosos participantes desta pesquisa (Tabela 2). Para Costa (2021), estes momentos proporcionam um envelhecimento ativo; sentimento de proteção e segurança; de independência e conforto psicológico e disposição para as atividades individuais.

Como pode ser percebido, a inclusão digital proporciona diversos benefícios para os idosos. Diniz et al. (2020) concluem que o uso da internet possibilita a melhoria na qualidade de vida do idoso, acarretando na evolução do processo de comunicação e relações interpessoais, diminuindo o efeito do isolamento social, à medida em que facilita a proximidade de familiares e amigos, mesmo em meio à distância.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio dos relatos dos idosos entrevistados percebeu-se que as Oficinas online de Sustentabilidade promovidas pela CGRS são estratégias válidas de Educação Ambiental, pois incentivaram práticas



mais sustentáveis no ambiente familiar. Além disso, deve-se destacar a importância das mesmas no que diz respeito às relações interpessoais, em especial em tempos de pandemia, em que os idosos necessitaram do distanciamento social de seus colegas para colaborar com o enfrentamento e prevenção da COVID-19. Com o intuito de identificar quais fatores influenciaram a Pegada Ecológica dos estudantes do 3º ano do curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, os dados da pesquisa revelaram que diante de uma turma de 20 alunos, estes precisariam de 2 a 3 planetas Terra para sustentarem seus estilos de vida.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à UTFPR - Campus Londrina pelo apoio institucional; à Secretaria do Idoso de Londrina pela parceria; a todos os idosos que participaram das oficinas e aos integrantes da CGRS que desenvolveram as Oficinas.

REFERÊNCIAS

ARMITAGE, Richard; NELLUMS, Laura. COVID-19 and the consequences of isolating the elderly. **THE LANCET**. Volume 5, edição 5, maio 2020. DOI :10.1016/S2468-2667(20)30061-X

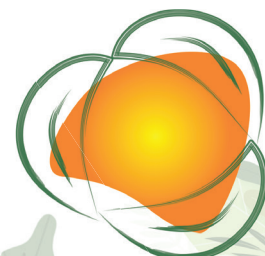
BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: edições 70, 1977.

BRASIL. **Decreto Nº 5.940, de 25 de outubro de 2006**. Institui a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Decreto/D5940.htm

BRASIL. **Lei Nº 12.305, de 02 de agosto de 2010**. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm

BROOKS, Samantha K; WEBSTER, Rebecca K; SMITH, Louise e; WOODLAND, Lisa; WESSELY, Simon; GREENBERG, Neil; RUBIN, Gideon James. The psychological impact of quarantine and how to reduce it: rapid review of the evidence. **The Lancet**, [S.L.], v. 395, n. 10227, p. 912-920, mar. 2020. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736\(20\)30460-8](http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736(20)30460-8).

CARVALHO, Eliana; ARANTES, Rodrigo Caetano; CINTRA, Angélica Sartori Rossi. The inclusion of elderly persons from the Instituto



Henrique da Silva Semente (IHES) in Indaiatuba, São Paulo, in the digital age: physio-gerontological contributions. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, [S.L.], v. 19, n. 4, p. 567-575, ago. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1809-98232016019.150036>.

COSTA, Debora Ellen Sousa; RODRIGUES, Sandryelle de Andrade; ALVES, Rita de Cássia Loiola; SILVA, Milena Roberta Freire da; BEZERRA, Antônio Diego Costa; SANTOS, Daniel Coutinho dos; FREITAS, Milena Cordeiro de; OLIVEIRA, Paula Ermans de; NUNES, Sabrina Freitas; SILVA, Victoria Caroline da. NASCIMENTO, Cidianna Emanuely Melo do. A influência das tecnologias na saúde mental dos idosos em tempos de pandemia: uma revisão integrativa. *Research, Society And Development*, [S.L.], v. 10, n. 2, p. 1-12, 4 fev. 2021. **Research, Society and Development**. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i2.12198>. Acesso em: 4 jul. 2021.

DAL BOSCO, Tatiane Cristina.; PRATES, Kátia Valéria Marques Cardoso. **Manual para instalação e manutenção da coleta seletiva solidária: a experiência da UTFPR Câmpus Londrina**. 1. ed. Paco Editorial. Jundiaí - SP, 2017. 7 p.

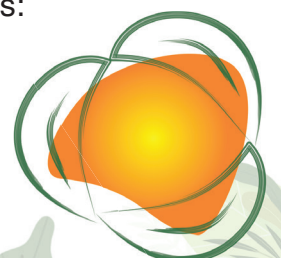
DINIZ, Janylle Lucas; MOREIRA, Andréa Carvalho Araújo; TEIXEIRA, Iane Ximenes; AZEVEDO, Samir Gabriel Vasconcelos; FREITAS, Cibelly Aliny Siqueira Lima; MARANGUAPE, Iasmin Cunha. Digital inclusion and Internet use among older adults in Brazil: a cross-sectional study. **Revista Brasileira de Enfermagem**, [S.L.], v. 73, n. 3, p. 0-5, 06 nov. 2020. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0034-7167-2020-0241>

DUTRA, Fabiana Caetano Martins Silva e; ROBERTO, Williane Martinho; COELHO, Bruna Lopes; ALMEIDA, Ricardo. Envolvimento em ocupações sustentáveis: mudanças nos hábitos de vida a partir de espaços de práticas educativas. **Cadernos Brasileiros de Terapia Ocupacional**, [S.L.], v. 26, n. 2, p. 345-355, abr. 2018. Editora Cubo. <http://dx.doi.org/10.4322/2526-8910.ctoao1143>.

GARCIA, Agnaldo; LEONEL, Sandra Bonfim. Relacionamento interpessoal e terceira idade: A mudança percebida nos relacionamentos com a participação em programas sociais para a terceira idade. **Pesquisas e Práticas Psicossociais**, 2(1), São João Del-Rei, 130-139. Mar/Ago 2007.

GUEDES, Maria Heliana Mota; GUEDES, Helisamara Mota; ALMEIDA, Martha Elisa Ferreira de. Efeito da prática de trabalhos manuais sobre a autoimagem de idosos. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, [S.L.], v. 14, n. 4, p. 731-742, 2011. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1809-98232011000400012>.

JACOBI, Pedro Roberto; TRISTÃO, Martha; FRANCO, Maria Isabel Gonçalves Correa. A função social da educação ambiental nas práticas colaborativas: participação e engajamento. **Cadernos Cedes**, [S.L.], v. 29, n. 77, p. 63-79, abr. 2009. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-32622009000100005>



KACHAR, V. (2002). A terceira idade e a inclusão digital. **Revista O mundo da saúde**, 26(3), p. 376-381.

LEMOS, Ana Heloísa da Costa; BARBOSA, Alane de Oliveira; MONZATO, Priscila Pinheiro. MULHERES EM HOME OFFICE DURANTE A PANDEMIA DA COVID-19 E AS CONFIGURAÇÕES DO CONFLITO TRABALHO-FAMÍLIA. **Revista de Administração de Empresas**, [S.L.], v. 60, n. 6, p. 388-399, dez. 2020. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0034-759020200603>.

LIKERT, Rensis. **A technique for the measurement of attitudes**. Archives of Psychology. n. 140, p. 44-53, 1932

PASCHOAL SMP. Autonomia e Independência. **Papaléo Netto M**. Gerontologia: a velhice e o envelhecimento em visão globalizada. São Paulo: Atheneu; 2002. p. 313-323.

PIROLA, A. R.; VELHO, A. P. M.; VERMELHO, S. C. S. D. Redes sociais na promoção da saúde do idoso: aspectos bibliográficos e de usabilidade. **MOSTRA INTERNA DE TRABALHOS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**, 6, Maringá (PR), 2012. Anais Eletrônico da... Maringá: Cesumar, 2012.

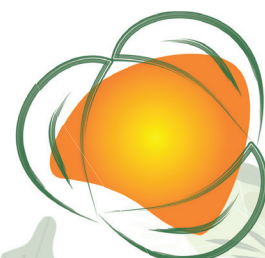
PORCIUNCULA, Anacirema da Silva; PORTO, Ivalina. ENVELHECIMENTO, MEIO AMBIENTE E EDUCAÇÃO AMBIENTAL. Estudos Interdisciplinares Sobre O Envelhecimento, Porto Alegre, v. 19, n. 2, p. 453-470, jan. 2014. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/RevEnvelhecer/article/view/39360/32758>. Acesso em: 19 jul. 2021

RStudio Team (2020). **RStudio**: Integrated Development for R. RStudio, PBC, Boston, MA URL <http://www.rstudio.com/>.

SANTANA, Ronald Santos; ARAGÃO, Lucas Ibrahim Simões de; BERNARDO, Kátia Jane Chaves. INTERVENÇÃO PSICOSSOCIAL ONLINE COM IDOSOS NO CONTEXTO DA PANDEMIA DA COVID-19: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA. **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, Boa Vista, v. 6, n. 16, p. 69–83, 2021. DOI: 10.5281/zenodo.4699155. Disponível em: <http://revista.ioles.com.br/boca/index.php/revista/article/view/273>. Acesso em: 5 jul. 2021.

SANTOS, Jéssica Rodrigues dos; PAVÃO, Yeda Maria Pereira. Empreendedorismo social: Estudo em uma instituição de longa permanência para idosos (ILPI). **Encontro de Produção Científica e Tecnológica**. Universidade Estadual do Paraná. Campo Mourão, v. 9, p. 1-12, 2014. Disponível em: < http://www.fecilcam.br/nupem/anais_ix_epct/PDF/TRABALHOS-COMPLETO/AnaisCSA/21.pdf >.

TEIXEIRA, Débora Pires; CARLOS, Celina Angélica Lisboa Valente. “MÃOS QUE CRIAM” E A PROMOÇÃO DA QUALIDADE DE VIDA DE IDOSOS POR MEIO DE ATIVIDADES ARTESANAIS. **Oikos**: Revista Brasileira de Economia Doméstica, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 162- 179, 2017





PERCEPÇÕES ETNOBOTÂNICAS E AMBIENTAIS NAS PRÁTICAS RELIGIOSAS AFRO-BRASILEIRAS (CANDOMBLÉ)

ROBSON DO NASCIMENTO SILVA¹

GILCEAN SILVA ALVES²

RÔMULO HENRIQUE T. DO EGITO³

CLAUDIOMIR SILVA SANTOS⁴

FABRICIO SANTOS RITA⁵

RESUMO

O candomblé é uma reconstrução brasileira do culto aos orixás, voduns e inquices com uma cosmovisão, fundamentos e práticas centrados em diversos elementos da natureza como a biodiversidade vegetal e os rios, por exemplo. As plantas são consideradas sagradas, dotada de muitos segredos e simbologias tendo como finalidade do uso a extração do axé vegetal. Entretanto, surgiram algumas discussões referentes à produção de resíduos a partir da entrega de oferendas em rios, florestas e praias, devido à presença especialmente dos materiais de natureza não biodegradável. O objetivo desse estudo objetiva uma percepção dos saberes religiosos e ambientais da população praticante do candomblé, incluindo a relação com as plantas e as particularidades do manejo dos resíduos religiosos. Utilizou-se da técnica da observação participantes e aplicação de questionários para a coleta de dados. Verificou-se que a população afro-brasileira utiliza predominantemente as plantas como remédio, em alimentos e em rituais e que os remanescentes florestais são os locais mais sugeridos e utilizados para a deposição dos resíduos religiosos. Além disso, constatou-se que existe uma preocupação veemente em manter íntegro o meio ambiente e por este motivo, a população afro-brasileira

351

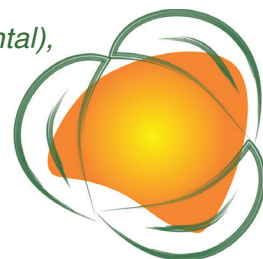
1 *Biólogo, discente do curso de Tecnólogo em Gestão Ambiental – IFPB – e mail: nascimentorobson20@gmail.com.*

2 *Prof. Dr. IFPB – e mail: gilcean.alves@ifpb.edu.br*

3 *Tecnólogo em Gestão Ambiental, aluno (s) do Curso (Mestrado em Gestão Ambiental), Instituto Politécnico de Coimbra, romuloegito2@hotmail.com.*

4 *Prof. Dr. IFSULDEMINAS – e mail: claudiomirsilvasantos@gmail.com*

5 *Prof. Dr. IIFSULDEMINAS – e mail: fabriciosantosrita@gmail.com*



pode contribuir com a conservação das espécies vegetais que são utilizadas e do meio ambiente, de um modo geral, através da passagem de valores de geração para geração. Pode-se afirmar também que os terreiros de candomblé configuram um terreno fértil para o desenvolvimento de ações sociais que abordem as necessidades de proteção ambiental.

Palavras-chave: Candomblé; Biodiversidade; Conservação; Resíduos.

INTRODUÇÃO

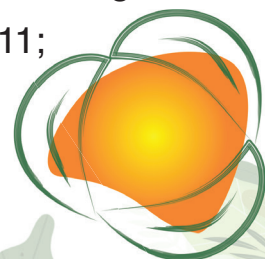
Estima-se que entre o século XVI e meados do século XIX, mais de 11 milhões de africanos foram arrancados de suas terras natal e conduzidos em direção às colônias portuguesas da América do Sul na condição de cativos. Albuquerque & Filho (2006, p. 19) afirmam que esse “dramático deslocamento forçado, uniria para sempre o Brasil à África”.

A necessidade pessoal de expressarem livremente suas crenças religiosas, resultou no surgimento do Candomblé, na Bahia no ano de 1830, perpetuando o conhecimento africano de geração para geração através da oralidade, preservando o patrimônio e a riqueza cultural dos africanos escravizados (BORBA, et. al. 2020; LIMA, 2011).

As obrigações litúrgicas do Candomblé ocorrem em espaços sagrados denominados Ilê (casa, em Yorubá) ou “terreiro”, lugar de onde o conteúdo cultural da África diaspórica flui de forma oral (LIMA, 2011; COSTA; 2017).

A religião pode ser definida como sendo uma reconstrução brasileira do culto aos orixás, voduns e inquices com seus fundamentos e práticas centrados em diversos elementos da natureza como o solo, alguns animais, os rios, as plantas, alguns fenômenos meteorológicos e a própria dinâmica da Terra, além de muitos elementos de origem mineral (LIMA, 2011; BRANDÃO, 2015; FILHO & ROCHA, 2019).

A biodiversidade vegetal é considerada sagrada por esses indivíduos, dotada de muitos segredos e simbologias. A finalidade do uso é a extração do que se denomina axé vegetal, que se resume como uma força, energia mantenedora ou princípio de realizações (VERGER, 1995; LIMA, 2011; COSTA, 2017).



Segundo Verger (1995, p. 12): “no candomblé, a coisa mais importante é a questão das folhas, das plantas que se utilizam no momento em que se faz a iniciação. A natureza está sempre presente. Antes de se fazer a cerimônia a gente toma banho de certas plantas para ter esse axé, essa força que está dentro das plantas.”

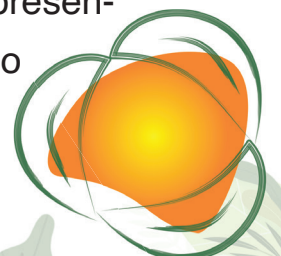
Nos terreiros de Candomblé existe um espaço aberto destinado ao plantio das espécies vegetais de interesse à comunidade, incluindo plantas comestíveis, medicinais, mágico-religiosas, árvores sagradas, dentre outras (LIMA, 2011).

Entretanto, a população afro-brasileira, através dos seus rituais e oferendas estariam provocando danos ao meio ambiente. Nesse sentido, Sobreira e Machado (2008, p. 2) explicam: “ocorre que os rituais que reverenciam os orixás (os “despachos”, “oferendas”, “trabalhos” ou “obrigações”, como são conhecidos) são práticas que, notoriamente, produzem resíduos, uma vez que se utiliza de uma diversidade de materiais ou elementos (orgânicos e inorgânicos) que precisam ser deixados, pelos atores responsáveis pela geração, em locais como rios, lagos, cachoeira, remanescentes florestais urbanos, praias, ruas, avenidas e encruzilhadas”.

De acordo com Nascimento (2007, p. 1) “o debate existente gira em torno da necessidade de proteger da poluição ambiental os locais utilizados para a deposição de oferendas aos orixás e outras entidades”, buscando sempre “minimizar os conflitos existentes entre a necessidade de conservação do ambiente e a livre expressão religiosa dos adeptos e praticantes das religiões afro-brasileiras.”

A investigação científica sobre os conhecimentos religiosos afro-brasileiros é escassa, há pouco material sendo produzido evidenciando a complexidade do sistema religioso, mais ainda sobre as crenças ambientais que fundamentam suas práticas.

Por este motivo, o presente estudo tem por objetivo o entendimento dos saberes religiosos e ambientais da população afro-brasileira e representa uma iniciativa de produção de conhecimento sobre a relação do Homem Afro-brasileiro com a Natureza.



METODOLOGIA

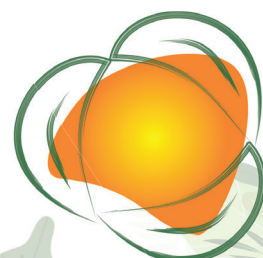
O presente estudo faz parte de uma pesquisa qualitativa desenvolvida no Instituto Federal da Paraíba, Campus João Pessoa, onde foram estudadas algumas práticas religiosas realizadas em um terreiro de Candomblé envolvidas com a utilização das plantas e produção de resíduos sólidos.

O estudo deu-se no terreiro denominado Ilé Axé Odé Omi Orún, localizado na cidade de Campina Grande no estado na Paraíba, do segmento Nagô-Vodun e contou com a participação de indivíduos pertencentes a outros terreiros, incluindo Recife, João Pessoa, Salvador e Distrito Federal, totalizando 17 pessoas.

Foi utilizada a técnica da observação participante, onde foram realizadas conversas com o líder religioso no decorrer das atividades ritualísticas, com as respectivas anotações realizadas em um diário de campo. O contato direto com os membros da religião, permitiu a compreensão do fenômeno estudado. Além disso, como recurso metodológico e para a coleta de dados foi utilizado um roteiro de entrevista semiestruturada, contendo questões objetivas e subjetivas e como forma de apoio o material disponível na literatura.

Foram obtidas a partir das entrevistas um total de 17 (dezesete respostas). As perguntas contidas no questionário buscaram registrar algumas informações básicas como por exemplo a idade, gênero, localidade do terreiro e escolaridade dos indivíduos de modo a estabelecer um perfil socioeconômico dos participantes.

De modo mais específico, buscou-se verificar quais eram as principais formas de utilização das plantas pelos participantes e quais seriam os motivos que as confere destaque nas práticas religiosas e importância para a população afro-brasileira. Os resíduos sólidos foram estudados e discutidos quanto a sua natureza química, locais utilizados para acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e disposição final, de acordo com a Lei, nº 12.305/2005 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um total de 41,2% dos entrevistados eram do sexo feminino e 58,8% do sexo masculino. No que diz respeito à faixa etária dos participantes 5,9 % possuíam idade entre 18 e 20 anos; 47,1 % entre 24 e 26 e um total de 11,8% foram igualmente obtidos para os indivíduos com idade entre 27 e 30 anos e para os maiores de 30 anos.

Quanto ao nível de escolaridade, 17,2 % informaram possuir o ensino superior incompleto; 29,4% o ensino médio completo e 47,1 % dos entrevistados, o curso de graduação completo. Além disso, 5,9% indicaram estar em cursos de pós-graduação.

No que diz respeito à localidade dos terreiros aos quais pertencem os entrevistados, um total de 29,4 % indicou que suas casas de candomblé se localizavam na cidade de João Pessoa/PB; 35,3% em Campina Grande/PB; 5,9% em João Pessoa e Campina Grande; 17,6% em Recife/PE; 5,9% em Salvador/BA e outros 5,9% no Distrito Federal/DF.

No que diz respeito às formas de utilização das plantas pela população afro-brasileira, 82,4 % dos entrevistados indicaram fazer uso como remédio, na sua alimentação e em rituais; 5,9 % informaram utilizar somente em rituais e na alimentação; 5,9 % como remédio e como alimento; e 5,9 % em rituais e como alimento, assim como pode ser verificado na Figura 1.

De acordo com Silva (2020, p. 13) as formas de utilização das plantas em “rituais de cura na tradição afro-brasileira destaca as formas sagradas de lidar com a natureza e com o uso dos recursos naturais, possibilitando a construção de estratégias de promoção à saúde da população de modo geral.”

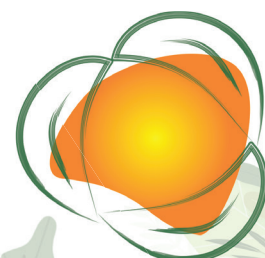
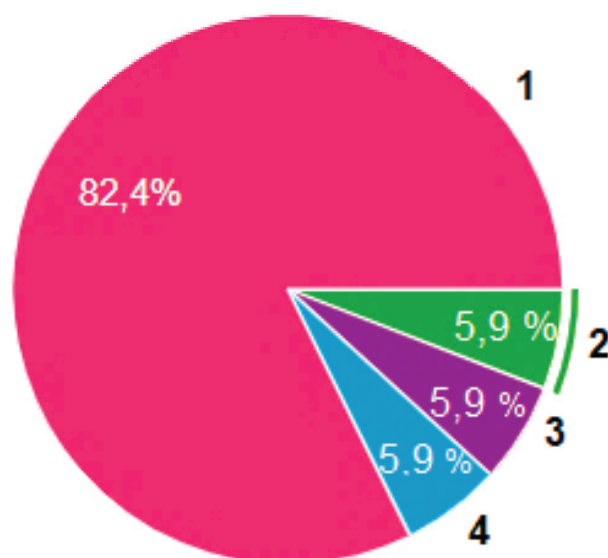


Figura 01:

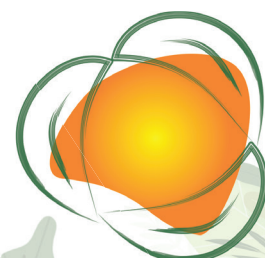
Formas de utilização das plantas pela população afro-brasileira. Em 1, utilização como remédio, na alimentação e em rituais; 2, utilização em rituais e na alimentação; em 3, utilização como remédio e como alimento; e em 4, utilização em rituais e como remédio.



No Quando 01, é possível verificar as respostas dos participantes, obtidas durante as entrevistas, sobre os motivos que conferem às plantas um papel de destaque para a população afro-brasileira.

Os principais motivos relatados foram as suas propriedades fitoenergéticas, a sua capacidade em manter a vida, a possibilidade de tratar ou ajudar as pessoas com problemas de ordem física, a sua utilização como roupas e indumentárias para as divindades, a ligação que elas estabelecem com a ancestralidade, por constituírem o alimento que será ofertado às divindades e devido as suas propriedades medicinais.

Souza (2016, p. 31) explica que as árvores e as plantas são consideradas sagradas pois fornecem importantes elementos que funcionam como objeto de culto aos orixás e ancestral e “estão inseridas no contexto da rotina dos terreiros, podendo servir de matéria prima para a confecção de instrumentos como atabaques, por exemplo.”



Quadro 1:

Percepções dos participantes quanto aos motivos que tornariam as plantas elementos importantes na ritualística do Candomblé.

<p><i>“É importante por suas propriedades energéticas e por constituírem o sangue vegetal princípio chave na distribuição do axé para a comunidade”</i></p>
<p><i>“As plantas são fundamentais para a manutenção da vida, nelas você encontra energia vital assim como a água. A presença das plantas nos rituais ajuda a fortalecer o Axé com energia vital”</i></p>
<p><i>“O Axé que essas plantas possuem, sendo utilizadas ritualisticamente para banhos, rezas e também utilizada em chás ou de outras maneiras para tratar ou ajudar a tratar algum problema físico”</i></p>
<p><i>“A energia que ela absorve da terra e nos cede com o cheiro, beleza, e algumas até se transformam em roupas e indumentárias para os orixás, e aí começam a fazer parte do ritual”.</i></p>
<p><i>“É a ligação que temos com a ancestralidade.”</i></p>
<p><i>“Elas são elementos vivos que são sacralizados de uma forma mais acessível. Assim como os animais, as plantas dão sua energia vital em prol daquele ritual que está sendo feito, mas no caso das plantas isso acontece de forma mais fácil.”</i></p>
<p><i>“Kosi ewe, kosi Orixá”. O provérbio afirma que sem folha não tem Orixá. As ervas sagradas canalizam energias espirituais para invocar, assentar e alimentar as divindades cultuadas.</i></p>
<p><i>Para o candomblé, especificamente, é de extrema importância pois as plantas constituem parte integrante da estrutura religiosa do culto, sem a qual, não seria possível existir. Existe o provérbio africano que afirma que sem plantas não tem orixá e completo dizendo, que tampouco, existiria o candomblé.”</i></p>

As principais práticas religiosas observadas que produzem resíduos sólidos foram as oferendas ou ebós. Segundo Beniste (2015, p. 280) “um ebó pode ser definido como um ato de se fazer uma oferenda, do reino animal, vegetal ou mineral, de comidas, bebidas e qualquer objeto, a uma divindade ou entidade espiritual. É um ato mágico-religioso que se utiliza das forças naturais existentes nesses elementos para um determinado fim.”

Evans-Pritchard (1954, p. 21-33) explica que “toda cultura religiosa nagô está centrada no ebó. Não há um único ritual, individual ou coletivo, em que não esteja em questão a necessidade de se fazer oferendas”.

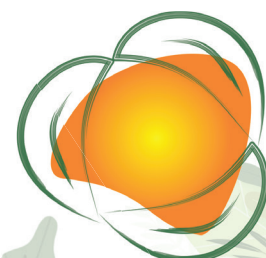


Figura 02:
Representação dos elementos de uma oferenda religiosa.



Foto: Isabela Kassow (2020).

De igual maneira, Nascimento (2007) explica que as oferendas das religiões de matriz africana são práticas realizadas com o objetivo de estabelecer uma conexão entre os homens e o transcendente. “Funciona a partir de uma relação de troca; se oferta para pedir, agradecer, ou simplesmente para agradecer uma entidade”.

Os principais constituintes, em termos de matéria prima, dessas oferendas, são os seguintes: farinha de mandioca, mel de engenho, óleo de dendê, pimenta, azeite doce, grãos, e sementes diversas, quiabo, folhas, flores, inhame, coco seco, dentre outros. Para os ebós, especificamente, são adicionados outros elementos como algodão, espelhos em alguns casos, velas, ovos, os animais que serão sacrificados, moedas, bebidas alcoólicas etc.

A farinha de mandioca é utilizada de diversas maneiras, incluindo farofas e pequenos pedaços circulares umedecidos em quantidades específicas, como sete ou nove. As farofas diferem entre si de acordo com o seu constituinte podendo este ser mel de engenho, água, óleo de dendê ou álcool, de acordo com a finalidade.

Os grãos e as sementes utilizadas são as mais diversas e representam simbolicamente, segundo um informante, “abundância e fartura”. São utilizados torrados ou cozidos ou mesmo reduzidos à pó, como o feijão fradinho (*Vigna unguiculata*) que configura a base para preparo dos acarajés ou simplesmente acará. Também o milho de galinha, o feijão preto, o milho branco e o milho de pipoca estourado.



Figura 03:
Exemplificação dos constituintes básicos dos ebós, como grãos diversos, velas, ovos, velas, quiabos e tecidos do tipo TNT.



Foto: Arquivo pessoal (2021).

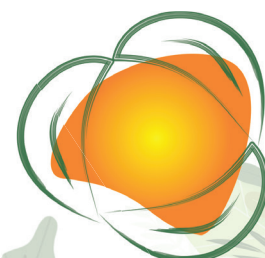
Os grãos de arroz, de igual maneira, são torrados e/ou cozidos e moldados em estruturas circulares, de acordo com o tipo de ebó e a sua especificidade. Também foi observado a utilização de sementes de girassol em um determinado tipo de ebó envolvendo a divindade Ossayín (Ossain).

359

Figura 04:
Exemplificação dos constituintes básicos dos ebós. A citar, farinha de mandioca com óleo de dendê e água e grãos diversos torrados, como milho, arroz, feijão preto e feijão fradinho.



Foto: Arquivo pessoal (2021).



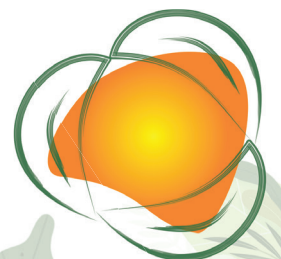
No que diz respeito às plantas, foi observado a utilização de folhas de mamona (*Ricinus communis* L) e da bananeira (*Musa spp.*) com bastante frequência para envolver determinados pratos que serão ofertados às divindades ou que serão utilizados em determinado tipo de oferenda. Além disso, diversos tipos de frutos, legumes e condimentos foram utilizados, como por exemplo, maçã, melão, banana, cravo, canela, pimenta, gengibre, manjeriço, uva, laranja, maracujá, abacaxi, mamão, melancia, caju, pera, goiaba, quiabo etc.

Um dos entrevistados explica que depois que oferece essas frutas às entidades nas dependências do terreiro, no dia seguinte, já podem ser retiradas e a limpeza do espaço deve ser realizada. Filho & Rocha (2019, p. 8) nesse sentido afirma que “o ritual tem datas e prazos para permanecerem à disposição da divindade. Somente depois de esgotado o tempo da liturgia que esses materiais podem ser retirados”.

Os vegetais que não entraram em processo de decomposição e não sofreram injúrias ou danificações durante o manejo, são separados, devidamente lavados e destinados ao consumo da própria comunidade. De acordo com os entrevistados, as entidades “alimentam-se” da essência e da energia que esses vegetais emanam, bem como, o que eles representam.

O material residual contendo moedas, búzios, frutas em decomposição ou cortadas; legumes diversos; ovos quebrados ou inteiros; velas; flores; farinha de mandioca; grãos variados; restos de animais, como ossos, penas e vísceras de frangos, partes de camarão e escamas de peixe; frituras no óleo de dendê, como por exemplo o acarajé; pipoca de milho; cigarros e charutos; pedaços de algodão, dentre outros, que são armazenados em sacolas plásticas, bacias ou alguidares de barro ou cerâmica e preparados para a destinação final.

O local de destinação final é decidido pelo sacerdote ou sacerdotisa responsável pela comunidade a partir de uma consulta oracular. Foi observado que os resíduos sólidos produzidos *in situ*, eram conduzidos pelos próprios indivíduos da comunidade, aos seguintes locais: remanescente florestal urbano, estradas, encruzilhadas, rios ou praias.



Os resíduos produzidos *in situ* eram armazenados temporariamente, submetidos a um tratamento (parte integrante da ritualística) e logo em seguida transportados manualmente ou em veículos particulares da comunidade para os locais indicados ao descarte do material.

Para que não comprometa o meio ambiente, Nascimento (2007, p. 2) indica que a primeira medida a ser tomada seria “evitar a deposição de oferendas em avenidas e locais muito movimentado e recoberto de asfalto para que as oferendas sejam entregues naturalmente na terra, o que facilitaria sua decomposição.”

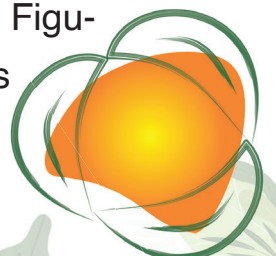
Os sacerdotes da religião, de acordo com Nascimento (2007, p. 2) “frisam que essa prática é importante não somente para evitar a degradação ambiental, mas também para que as oferendas sejam, de fato, recebidas pelos seus deuses. Segundo Lima (2011, p. 105) “nesse procedimento, reside a crença de que aquele alimento deve integrar a energia vital da terra, estabelecendo um processo de retroalimentação.”

Além disso, o mesmo autor indica que a crença sobre a absorção da oferenda pela natureza, como parte integrante da ritualística, também inclui sua ingestão por animais: “Alimentar os animais também podem estar relacionados às energias cujo domínio está nas florestas e tudo que delas faz parte, como a fauna.”

Por outro lado, a decomposição pela ação de micro-organismo presente no solo tornará disponíveis às plantas água e nutrientes, indicando a participação na cadeia alimentar e que nesse sentido, o impacto da prática religiosa seria mínimo ou inexistente.

Os rios e as áreas costeiras são escolhidos como depósito final para esse tipo de resíduo, especialmente os orgânicos, quando a entidade a ser ofertada é representada pelo elemento água. E assim como existe uma preocupação de não deixar sacolas plásticas nas áreas de mata ou qualquer outro elemento não biodegradável, também existe uma consciência no sentido de não colocar nesses locais objetos como plásticos, espelhos, velas, tecidos etc.

Durante as entrevistas, assim como pode ser observado na Figura 5, um total de 5,9 % dos entrevistados indicou que os resíduos orgânicos em seus respectivos terreiros, eram descartados no lixo

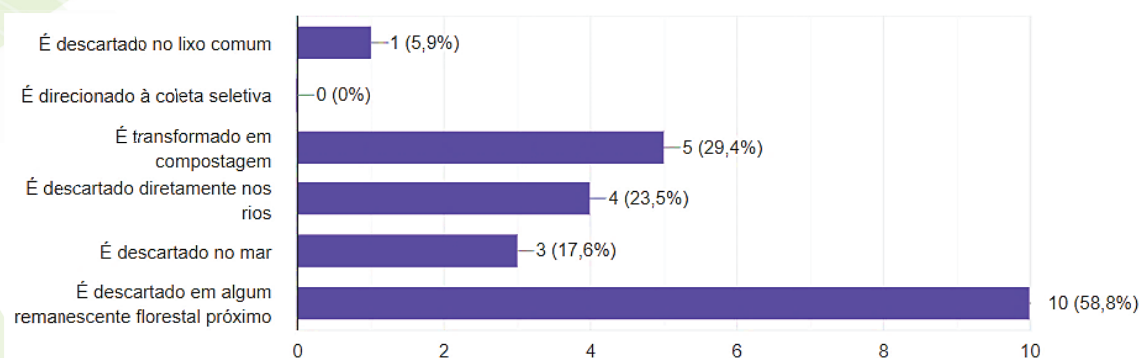


comum; outros 39,4% informaram que são transformados em compostagem; por outro lado, 23,5% dos participantes, relataram que os resíduos são direcionados e descartados diretamente nos rios e 17,6% indicaram que o mar é o depósito final desse tipo de resíduo. Além disso, 58,8% informaram que os remanescentes florestais próximos aos terreiros também são boas opções para o descarte de resíduos religiosos.

É possível observar que, as os remanescentes florestais são os locais mais utilizados para a disposição final dos resíduos religiosos e que uma parte destes são submetidos ao processo de compostagem.

Figura 05:

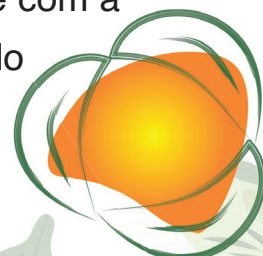
Locais utilizados para o descarte de resíduos orgânicos após o uso ritualístico de acordo com os entrevistados.



Filho & Rocha (2019, p. 8), nesse sentido, explica que o “processo biológico de reaproveitamento de materiais vem sendo adotado em diversos terreiros, além do tratamento de lixo e compostagem dos materiais utilizados nos rituais. No sistema de compostagem são aproveitadas frutas, as comidas de santos e outras oferendas”.

CONCLUSÕES

Devem ser explorados outros aspectos ecológicos envolvendo as práticas ritualísticas realizadas no Candomblé, como as especificidades da utilização das plantas e outros rituais essencialmente ecológicos. Faz-se necessário, entretanto, que novos estudos sejam desenvolvidos, juntamente com a população afro-brasileira, com uma amostra significativa, objetivando fomentar o diálogo, o entendimento e o incentivo à adoção de prá-



ticas cada vez mais sustentáveis, de modo que um bem estar-estar espiritual seja proporcionado sem que o meio ambiente seja poluído.

Fica evidente a participação e o protagonismo que a população candomblecista pode assumir em favor da preservação ambiental, visto que existe uma preocupação veemente em manter íntegro o meio ambiente, podendo contribuir, desta maneira, com a conservação das espécies vegetais que são utilizadas e do meio ambiente, de um modo geral, através da passagem de valores de geração para geração.

Pode-se afirmar que os terreiros de candomblé configuram, nesse sentido, um terreno fértil para o desenvolvimento de ações sociais que abordem as questões ambientais, como o incentivo à coleta seletiva, à instalação de hortas e canteiros orgânicos, a partir da compostagem e da necessidade de conservação dos organismos vegetais.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, W., R.; FILHO, W., F.; Uma história do negro no Brasil - Salvador: Centro de Estudos Afro-Orientais; Brasília: Fundação Cultural Palmares, 2006.

BENISTE, José. Órun- Áiyé: o encontro de dois mundos – o sistema de relacionamento nagô Yorubá entre o céu e a terra. 4.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2015.

BORBA, D., M.; JUNIOR, J., C., F., M.; MACHADO, G.; A dimensão Patrimonial da Floresta: Uma síntese histórica. **Revista Estudo & Debate, Lajeado, v. 27, n. 2, 2020.**

BRANDÃO, J., D.; Etnoecologia e candomblé: contribuições para agroecologia. **Cadernos de Agroecologia** – ISSN 2236-7934 – Vol 10, Nº 3 de 2015

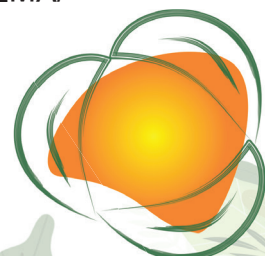
BRASIL, Lei Nº 12.305 de 02 de agosto de 2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

COSTA, J., R.; As folhas formando a grande força: As ervas na ritualística em terreiros de Candomblé de Campina Grande/PB. **Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual da Paraíba.** 2017.

EVANS-PRITCHARD, E. E. The meaning of sacrifice among the Nuer. *Journal of the Royal Anthropological Institute*, v.84 part I and II, January-December, 1954.

FILHO, V., S.; ROCHA, J., D., T.; Candomblé: tradição e resiliência rumo a sustentabilidade, há espaço na agenda ODS 2030? In: ANAIS XXI ENGEMA/ USP, 2019.

LIMA, V., D.; Crenças religiosas como caminho para a conservação ambiental: um estudo de caso na comunidade Candomblé Ilé Asè Orisá



Dewi. **Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília, Faculdade de Educação, 2011.**

NASCIMENTO, D., A.; Saberes e práticas sobre oferendas em religiões afro-brasileiras: uma contribuição à Educação Ambiental na Amazônia. 2007. Faculdade de Educação, UEPA.

SOUZA, B., M., A.; Proteção jurídica dos Templos de Matriz Africana na Capital Baiana e o meio ambiente. TCC (Especialista em Direito Ambiental) - Universidade Federal do Paraná, 2016.

SOBREIRA, R., R., F.; MACHADO, C., J., S., Práticas religiosas afro-brasileiras, marco regulatório e uso do meio ambiente e do espaço urbano da cidade do RJ – R. Visões, 5 ed., nº 5, v. 1 – Jul/Dez, 2008.

SILVA, I., P.; PESQUISA COM POVOS DE TERREIRO NO SEMIÁRIDO NORDESTINO. Revista de Estudos em Relações Interétnicas, Juazeiro, 2020.

VERGER, P., F.; Ewé: O uso das plantas na sociedade lorubá. **Odebrecht**, RJ - 1995.





APLICAÇÃO DA NORMA ISO 14001 PARA A REDE VAREJISTA

MATHEUS LINS MACEDO SILVA¹
MARIA RITA RAIMUNDO E ALMEIDA²

VALORAÇÃO E ECONOMIA AMBIENTAL

RESUMO

A rede supermercadista possui destaque no cenário econômico e o fato de possuir diversos setores e produtos acaba tornando o processo de certificação ambiental um grande desafio no momento da implementação. Assim, este trabalho teve como objetivo propor orientações para a aplicação da ABNT NBR ISO 14001 no setor varejista, baseando-se na etapa de planejamento com enfoque no levantamento de aspectos e impactos ambientais. A base metodológica para o desenvolvimento desse trabalho foi a NBR ISO 14001, na qual focou-se na etapa de planejamento do ciclo PDCA, juntamente com outros trabalhos importantes para a temática e identificados por revisão de literatura. Os resultados basearam-se no levantamento dos pontos referentes ao contexto da organização, liderança e etapa de planejamento, onde foram analisados os principais aspectos e impactos ambientais. Após o levantamento de aspectos e impactos significativos, tiveram destaque as áreas de depósito e mercearia, produtos e logística de equipamentos e máquinas como áreas com maior demanda de controle. Como considerações finais, ressalta-se a importância de uma política ambiental e uma liderança engajada para o sucesso do sistema de gestão ambiental, além do levantamento de aspectos e impactos significativos para uma gestão mais otimizada. Espera-se que os levantamentos e orientações realizados neste trabalho possam colaborar com as ações de sustentabilidade da rede varejista.

365

Palavras-chave: Gestão Ambiental; Aspectos Ambientais; Supermercado.

1 Graduando Matheus da Universidade Federal de Itajubá – Instituto de Recursos Naturais, matheuslinsms@gmail.com.

2 Prof. Me.. Maria, da Universidade Federal de Itajubá – Campus Itajubá, Instituto de Recursos Naturais, mrralmeida@unifei.edu.br.



INTRODUÇÃO

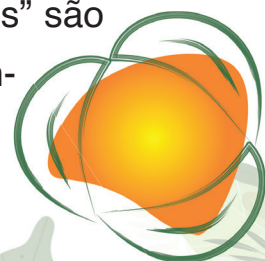
O desenvolvimento econômico é o foco principal da maioria dos países, pois envolve não somente o crescimento econômico, mas também uma alocação de recursos para setores que representam uma melhoria na qualidade de vida da população. Entretanto, muito se é discutido sobre o conflito entre um crescimento econômico e um desenvolvimento sustentável, já que o crescimento econômico reflete em uma degradação ambiental pelo intenso uso dos recursos naturais.

Pensando-se em degradação ambiental, um fator importante para ser considerado é o alto crescimento populacional após a Revolução Industrial. Ao se aproximar dos 8 bilhões de habitantes no mundo, observa-se o crescimento do consumo e a demanda de recursos para que isso seja suprido, trazendo a importância de uma melhor gestão desses recursos.

Para Machado (2011), é possível enxergar no cenário atual uma busca por discussões mais aprofundadas de especialistas com a sociedade em geral, na qual se reflete em normas que se adequem a manutenção e conservação ambiental. Observando a Constituição Federal no cenário brasileiro, em especial o artigo 225, a Política Nacional do Meio Ambiente, o Código Florestal, as resoluções e decretos de cunho ambiental são exemplos da inclusão e importância da temática ambiental.

Visualizando as atividades da sociedade e a devida responsabilização de cada um pelo Artigo 225, a atenção para determinados setores é de suma importância. É o caso do setor supermercadista que possui destaque no cenário econômico. Segundo a Associação Brasileira de Supermercados, em 2018, foi registrado o faturamento de R\$ 355,7 bilhões de reais, representando 5,2% do Produto Interno Bruto (ABAD, 2019).

O setor supermercadista possui como principal foco o interesse do consumidor. Atualmente, existem formas de auxiliar tais consumidores em decisões de compras e, de acordo com o Relatório de Inteligência do SEBRAE (2016), certificações como a ISO 14001, “selos verdes” e “eco-selos” são formas de auxílio para os clientes no momento de compra. Entretanto, o fato de o ramo varejista possuir diversos setores e produtos e



de tais certificações serem, na maioria das vezes, relacionadas ao setor industrial, tornam a etapa de implementação das certificações um grande desafio para o setor.

Neste contexto, o presente trabalho objetiva auxiliar na aplicação da ABNT NBR ISO 14001 (a qual se refere aos requisitos de um sistema de gestão ambiental para que uma organização possa se desenvolver e implementar políticas ambientais) no setor varejista, visando o levantamento de aspectos e impactos e uma estrutura base para uma possível implementação da norma.

METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho foi utilizado como base a NBR ISO 14001 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015), que trata sobre o sistema de gestão ambiental e os requisitos com orientações para uso. Como a base de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) é fundamentada no conceito PDCA – *Plan-Do-Check-Act*, foi utilizada a mesma base neste trabalho, considerando apenas a primeira etapa de planejamento, com foco na implementação de um SGA em um supermercado.

Em paralelo ao uso da norma, foram utilizados outros trabalhos importantes para a temática e identificados por revisão de literatura. O trabalho de Winandy e Gallardo (2014) e o de Barbieri (2016) auxiliaram na definição e levantamento de conceitos e aprimoramento do trabalho. O trabalho de Mendes et al. (2014) traz a visualização ao funcionamento de um SGA em uma rede varejista, demonstrando a aplicação de um SGA em sua completude em um supermercado de Porto Alegre – RS; e Inhesta e Carrijo (2015) colaboraram com a visualização macro da consciência ambiental na rede varejista.

Na Tabela 1, foi feita a associação de aspecto ambiental e os possíveis impactos ao meio ambiente na qual irão auxiliar na elaboração dos resultados deste trabalho. O raciocínio utilizado foi a análise das unidades funcionais, os aspectos ambientais que estão relacionados e os impactos ambientais que podem surgir por meio desses aspectos.

É no contexto da organização que serão determinados os limites para o escopo do SGA. Portanto, é necessário o levantamento



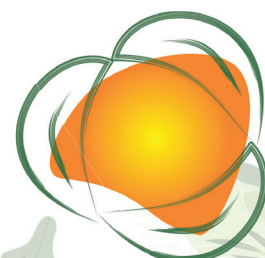
das suas unidades funcionais para uma análise de seus aspectos e impactos ambientais. Baseando-se na estrutura padrão de um supermercado, levantada por Winandy e Gallardo (2014), as seções definidas para este trabalho foram: 1) recepção de mercadoria; 2) depósito de mercearia e bazar; 3) câmara de congelados; 4) câmara de resfriados; 5) mercearia; 6) administração e frente de caixa; 7) produtos e logística; 8) hortifrúti; 9) carnes; 10) aves; 11) frios; 12) laticínios; 13) peixaria; 14) equipamentos e máquinas; 15) bazar; 16) panificação; e 17) estrutura.

A partir destas unidades funcionais, foi possível pensar nos aspectos e impactos associados. Também por essa associação, pode-se categorizar as ações para minimizar os impactos de forma simultânea em todos os setores na organização.

Tabela 1:
Aspecto ambiental e principal impacto ao meio ambiente

Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
a - Geração de Plástico	Alteração da qualidade do solo e da água; Aumento da quantidade de resíduos a tratar; Esgotamento dos recursos fósseis.
b - Geração de Filme PVC	Alteração da qualidade do solo e da água; Aumento da quantidade de resíduos a tratar; Esgotamento dos recursos fósseis.
c - Geração de Papel	Alteração da qualidade do solo e da água; Aumento da quantidade de resíduos a tratar; Esgotamento dos recursos naturais.
d - Geração de Madeira	Alteração da qualidade do solo e da água; Aumento da quantidade de resíduos a tratar; Esgotamento dos recursos naturais.
e - Geração de Papelão	Alteração da qualidade do solo e da água; Aumento da quantidade de resíduos a tratar; Esgotamento dos recursos naturais.
f - Geração de Isopor	Alteração da qualidade do solo e da água; Aumento da quantidade de resíduos a tratar; Esgotamento os recursos fósseis.
g - Geração de Produtos e subprodutos sólidos orgânicos	Alteração da qualidade do solo e da água; Aumento da quantidade de resíduos a tratar;
h - Geração de produtos e subprodutos sólidos inorgânicos	Alteração da qualidade do solo e da água; Aumento da quantidade de resíduos a tratar; Esgotamento dos recursos fósseis.
i - Geração de produtos e subprodutos líquidos	Alteração da qualidade do solo e da água;
j - Geração de subprodutos eletrônicos	Alteração da qualidade do solo e da água; Aumento da quantidade de resíduos a tratar; Esgotamento dos recursos fósseis.
k - Consumo de eletricidade	Emissão de gases de efeito estufa; Uso de recursos naturais; Alteração de fauna/flora;
l - Consumo de gás	Alteração da qualidade do solo e da água; Esgotamento dos recursos fósseis; Alteração na qualidade do ar, efeito estufa e chuva ácida.
m - Consumo de combustível	Alteração da qualidade do solo e da água; Esgotamento dos recursos fósseis; Alteração na qualidade do ar, efeito estufa e chuva ácida.
n - Consumo de papel	Alteração da qualidade do solo e da água; Esgotamento dos recursos naturais.
o - Consumo de água	Alteração da qualidade do solo e da água; Esgotamento dos recursos naturais.
p - Consumo de produtos químicos de limpeza	Alteração da qualidade do solo e da água; Esgotamento dos recursos naturais.
q - Consumo de produtos de manutenção	Alteração da qualidade do solo e da água
r - Preocupação de aspectos de produtos comercializados	Alteração da qualidade do solo e da água
s - Emissão de CO2	Alteração da qualidade do ar, efeito estufa e chuva ácida
t - Troca de fluidos refrigerantes	Depleção de fluidos refrigerantes

Fonte: Autoria própria.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os requisitos apresentados na norma ABNT NBR ISO 14001 dão a liberdade para que se possa implementar um SGA em toda ou parte de uma organização, o que significa uma liberdade e flexibilidade para a definição de limites. Apesar do escopo ser algo individual, este trabalho destina-se a ser uma base para que se possa auxiliar nesse processo em uma rede varejista abordando a fase de planejamento dividindo-se em: Etapa 1 - Contexto da organização; Etapa 2 – Liderança e política ambiental; e Etapa 3 - Planejamento.

Etapa 1 - Contexto da organização

O contexto da organização é o ponto de partida para um SGA, pois é onde serão determinadas questões externas e internas que possam influenciar no alcance dos resultados pretendidos. É de suma importância levantar quais são as partes interessadas, ou seja, os *stakeholders*, e quais as suas necessidades e expectativas pertinentes.

Na Figura 1 são exemplificados possíveis *stakeholders* de uma rede varejista. Bethlem (2004, apud Ibelli 2014) explora a importância do relacionamento com os *stakeholders* e afirma que consumidores, fornecedores, equipe de funcionários e liderança são considerados primários e podem ser apontados como a razão do crescimento da riqueza dos acionistas. Portanto, os círculos na Figura 1 demonstram o grau de importância desses *stakeholders* para a rede varejista.

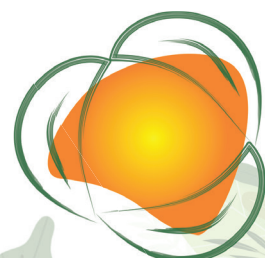
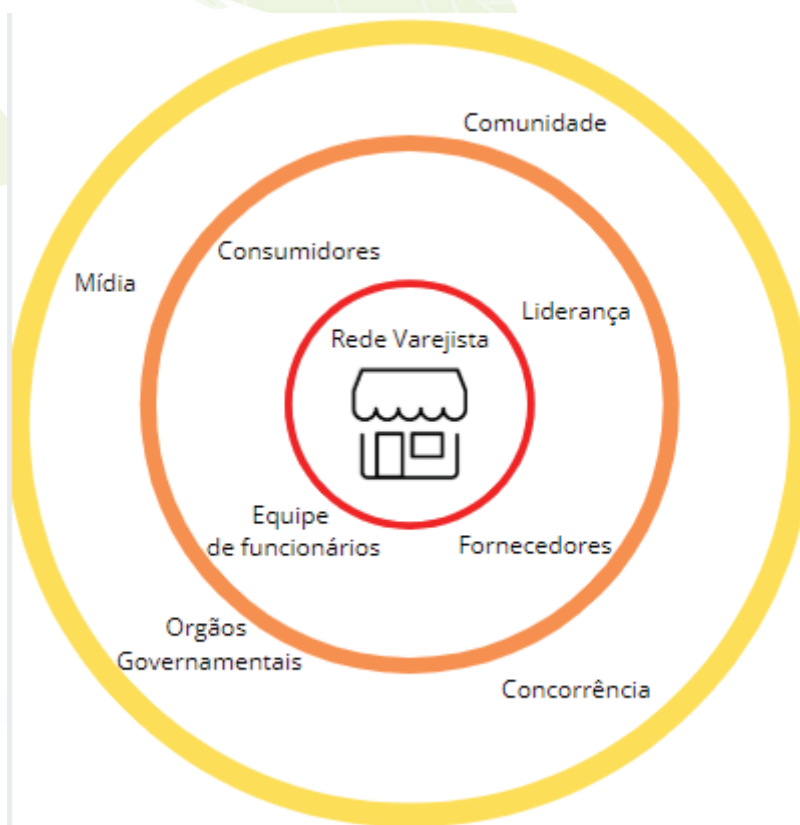


Figura 1:
Possíveis *stakeholders* de uma rede varejista



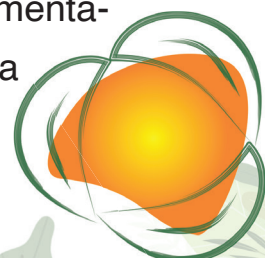
Fonte: Autoria própria

370

Entre os stakeholders primários, a equipe de funcionários está diretamente ligada aos resultados de uma gestão ambiental. Para Guimarães e Dias (2012), os empregados devem tomar consciência das questões ambientais que a empresa está implantando, pois isso irá influenciar o desempenho ambiental. Já os consumidores possuem um lugar estratégico na cadeia de suprimentos, pois irão representar o elo final. Coltro (2011) explora em seu trabalho o fato de que o preço que o consumidor está disposto a pagar está relacionado à qualidade do bem, na qual a decisão de pagar um valor mais alto pode ser justificada pela política de segurança do produto. Por fim, entre os *stakeholders* primários, está a liderança, sendo abordada a seguir.

Etapa 2: Liderança e política ambiental

A liderança de uma organização é um fator chave para a implementação de um SGA, pois, geralmente envolve uma mudança de cultura na empresa, sendo considerado um item muito difícil de ser modificado.

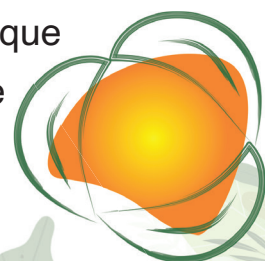


Claramente, o comprometimento com o SGA irá envolver novas responsabilidades para quem estiver gerenciando, tais como o alinhamento dos objetivos com o contexto da organização e os processos já existentes na empresa, a direção e o apoio para a contribuição ao SGA, além da promoção de melhorias contínuas para que seja assegurado a execução das atividades no decorrer do processo.

O próximo passo é a elaboração da política ambiental. Barbieri (2016) traz que a política ambiental deve ser baseada em: missão, visão e valores da empresa; o comprometimento da organização com a proteção do meio ambiente para que possa atender os objetivos ambientais/requisitos legais; e o comprometimento com a melhoria contínua do processo para o aumento do desempenho ambiental da organização. Essa política, além de documentada, deve ser comunicada à organização e disponibilizada às partes interessadas.

O estudo de Winandy e Gallardo (2014) traz a análise da política ambiental de 6 supermercados (3 internacionais e 3 nacionais). Alguns pontos que são levantados ao analisar o que essas redes possuíam em suas políticas já implementadas foram o foco nos produtos e o estabelecimento dos valores comuns entre as redes e os *stakeholders*. Por meio dessa análise, um dos pontos mais interessantes trazidos na pesquisa é a preocupação da empresa com os produtos comercializados, na qual demonstrou que todas as empresas possuíam esses princípios em sua política ambiental. Porém, as 3 redes internacionais se destacaram com maior preocupação ambiental dos produtos comercializados. Essa maior preocupação é um ponto de atenção em relação a influência que uma rede pode ocasionar ao seu redor pois pode forçar os seus fornecedores a se adequarem a requisitos da norma através de critérios estabelecidos e a influência no modo de compra dos fornecedores.

Portanto, para a elaboração de uma política ambiental em um supermercado é necessário incluir o compromisso que a empresa e os envolvidos irão assumir para a redução de impactos ao meio ambiente de modo que seja algo sinérgico no processo, e assim abranger uma maior parte do ciclo de vida do produto, podendo gerar resultados mais efetivos.



Etapa 3: planejamento

A fase de planejamento será quando a organização deverá estabelecer, implementar e manter os processos necessários, baseando-se no contexto da mesma e que esteja alinhado com a política ambiental já estabelecida. Por meio das unidades funcionais e da Tabela 1 apresentadas na metodologia, foram analisados os possíveis aspectos e impactos ambientais em cada unidade funcional para que a instituição consiga fazer o controle dos processos por meio dessas variáveis.

A realização da matriz de unidades funcionais versus os aspectos ambientais relacionados traz a percepção de setores do supermercado que demandam maior controle. Na Tabela 2, pode-se destacar as unidades 2 (depósito de mercearia e bazar) e 7 (produtos e logística) como áreas de maior atenção; já as unidades 15 (bazar), 5 (mercearia) e 6 (Administração e frente de caixa) áreas com menor necessidade de atenção.

Tabela 2:
Matriz de unidades funcionais versus aspectos ambientais

Unidades Funcionais	Aspectos Ambientais																			Σ		
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s		t	
1 - Recepção de mercadoria	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					x		13
2 - Depósito de mercearia e bazar	x		x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x		15
3 - Câmara de congelados	x	x			x		x	x	x		x					x	x	x			x	11
4 - Câmara de resfriados	x	x			x		x	x	x		x					x	x	x			x	11
5 - Mercearia	x		x		x		x	x	x		x				x		x		x			10
6 - Administração e frente de caixa	x		x		x	x		x		x	x				x		x	x				10
7 - Produtos e logística	x		x	x	x	x		x	x	x	x			x	x	x		x		x		14
8 - Hortifruti	x			x	x		x		x	x	x				x	x	x	x	x			12
9 - Carnes	x	x			x		x		x	x	x				x	x	x	x	x		x	13
10 - Aves	x	x			x		x		x	x	x				x	x	x	x	x		x	13
11 - Frios	x	x			x		x		x	x	x				x	x	x	x	x		x	13
12 - Laticínios	x	x			x		x		x	x	x				x		x	x	x		x	13
13 - Peixaria	x	x			x		x		x	x	x				x	x	x	x	x		x	13
14 - Equipamentos e máquinas					x	x		x	x	x	x	x	x		x	x	x		x	x		13
15 - Bazar	x		x		x	x		x			x				x		x		x			9
16 - Panificação	x	x					x		x	x	x	x			x	x	x	x	x			12
17 - Estrutura					x		x		x	x	x	x				x	x	x		x		11

Legenda de Aspectos ambientais: a) Geração de plástico; b) Geração de filme PVC; c) Geração de papel; d) Geração de madeira; e) Geração de papelão; f) Geração de isopor; g) Geração de produtos e subprodutos sólidos orgânicos; h) Geração de produtos e subprodutos sólidos inorgânicos; i) Geração de produtos e subprodutos líquidos; j) Geração de subprodutos eletrônicos; k) Consumo de eletricidade; l) Consumo de gás; m) Consumo de combustível; n) Consumo de papel; o) Consumo de água; p) Consumo de produtos químicos de limpeza; q) Consumo de produtos de manutenção; r) Preocupação de aspectos de produtos comercializados; s) Emissão de CO₂; t) Troca de fluidos refrigerantes.

Fonte: Autoria própria



Para a classificação dos aspectos e impactos significativos foi levado em conta o contexto da organização. Para isso, foram considerados 3 critérios selecionados dentro da metodologia trazida por Barbieri (2016): Fator gravidade; Probabilidade de ocorrência; e grau de interesse entre os *stakeholders*. Esses critérios serviram como base para a confecção da Tabela 3, na qual foram determinados o grau de avaliação, a descrição e a nota para que se possa quantificar e categorizar os aspectos já levantados neste trabalho.

Tabela 3:
Critérios de avaliação de aspecto e impacto ambiental

Critérios de avaliação de aspecto e impacto ambiental	Avaliação	Descrição Resumida	Nota
Gravidade	Desprezível	O aspecto ou impacto não produz dano ambiental ou o dano é assimilado pelo meio ambiente rapidamente	1
	Baixa	O aspecto ou impacto produz danos leves e reparáveis em curto prazo e com baixo custo	2
	Moderada	Produz danos moderados reparáveis em médio prazo que requerem medidas de mitigação e compensação prolongadas	3
	Alta	Produz danos elevados irreversíveis ou reversíveis em longo prazo e requerem medidas de mitigação e compensação permanente	4
Probabilidade de ocorrência	Quase nula	Probabilidade próxima de zero. Evento raro.	1
	Baixa	Probabilidade de ocorrer pelo menos cinco vezes no ano.	2
	Moderada	Probabilidade de ocorrer mais de dez vezes no ano	3
	Alta	Alta probabilidade. Ocorre rotineiramente ou sempre que a atividade/operação está em curso .	4
Parte Interessada	Desprezível	Nenhum interesse entre as partes interessadas	1
	Baixa	Pouco interesse entre as partes interessadas	2
	Moderada	Médio interesse entre as partes interessadas	3
	Alta	Alto interesse entre as partes interessadas	4

Fonte: Autoria própria

Como exemplo, a Tabela 4 demonstra a categorização feita baseando-se na Tabela 3. Para fins de análise, foi utilizada a média do somatório de todas as notas finais (valor da média igual a 9,6) como parâmetro e determinou-se quais aspectos e impactos ultrapassavam a média. Na Tabela 4, o destaque em vermelho representa um impacto significativo (acima da média), e o verde um impacto não significativo (abaixo da média).

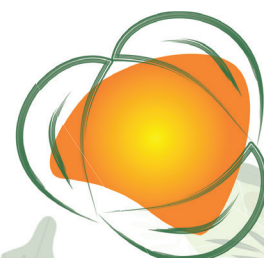


Tabela 4:
Classificação de aspectos e impactos ambientais

Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Gravidade	Probabilidade	Parte Interessada	Soma
a - Geração de Plástico	Alteração da qualidade do solo e da água; Aumento da quantidade de resíduos a tratar; Esgotamento dos recursos fósseis.	Alta	Alta	Alta	12
b - Geração de Filme PVC	Alteração da qualidade do solo e da água; Aumento da quantidade de resíduos a tratar; Esgotamento dos recursos fósseis.	Alta	Alta	Alta	12
c - Geração de Papel	Alteração da qualidade do solo e da água; Aumento da quantidade de resíduos a tratar; Esgotamento dos recursos naturais.	Baixa	Alta	Moderado	9
d - Geração de Madeira	Alteração da qualidade do solo e da água; Aumento da quantidade de resíduos a tratar; Esgotamento dos recursos naturais.	Baixa	Alta	Baixo	8
e - Geração de Papelão	Alteração da qualidade do solo e da água; Aumento da quantidade de resíduos a tratar; Esgotamento dos recursos naturais.	Baixa	Alta	Moderado	9
f - Geração de Isopor	Alteração da qualidade do solo e da água; Aumento da quantidade de resíduos a tratar; Esgotamento dos recursos fósseis.	Alta	Alta	Alta	12
g - Geração de Produtos e subprodutos sólidos orgânicos	Alteração da qualidade do solo e da água; Aumento da quantidade de resíduos a tratar;	Baixa	Alta	Baixa	8
h - Geração de produtos e subprodutos sólidos inorgânicos	Alteração da qualidade do solo e da água; Aumento da quantidade de resíduos a tratar; Esgotamento dos recursos fósseis.	Moderada	Alta	Alta	11
i - Geração de produtos e subprodutos líquidos	Alteração da qualidade do solo e da água;	Moderada	Alta	Moderada	10
j - Geração de subprodutos eletrônicos	Alteração da qualidade do solo e da água; Aumento da quantidade de resíduos a tratar; Esgotamento dos recursos fósseis.	Alta	Baixa	Moderada	9
k - Consumo de eletricidade	Emissão de gases de efeito estufa; Uso de recursos naturais; Alteração de fauna/flora;	Baixa	Moderada	Alta	9
l - Consumo de gás	Alteração da qualidade do solo e da água; Esgotamento dos recursos fósseis; Alteração na qualidade do ar, efeito estufa e chuva ácida.	Alta	Moderada	Moderada	10
m - Consumo de combustível	Alteração da qualidade do solo e da água; Esgotamento dos recursos fósseis; Alteração na qualidade do ar, efeito estufa e chuva ácida.	Alta	Moderada	Alta	11
n - Consumo de papel	Alteração da qualidade do solo e da água; Esgotamento dos recursos naturais.	Baixa	Alta	Baixa	8
o - Consumo de água	Alteração da qualidade do solo e da água; Esgotamento dos recursos naturais.	Baixa	Alta	Alta	10
p - Consumo de produtos químicos de limpeza	Alteração da qualidade do solo e da água; Esgotamento dos recursos naturais.	Moderada	Alta	Deprezipável	8
q - Consumo de produtos de manutenção	Alteração da qualidade do solo e da água	Moderada	Baixa	Deprezipável	6
r - Preocupação de aspectos de produtos comercializados	Alteração da qualidade do solo e da água	Baixa	Alta	Moderada	9
s - Emissão de CO2	Alteração da qualidade do ar, efeito estufa e chuva ácida	Moderada	Alta	Alta	11
t - Troca de fluidos refrigerantes	Depleção de fluidos refrigerantes	Alta	Moderada	Moderada	10

Fonte: Autoria própria

Após isso, é possível reavaliar a matriz de unidades funcionais versus aspectos ambientais apresentada na Tabela 2. Portanto, foram considerados impactos e aspectos significativos como peso 2 e aspectos normais como peso 1 e foi realizado um novo somatório. A Tabela 5 mostra a comparação entre a classificação inicial já feita na Tabela 2 com o ranking final considerando os pesos de significância.

Destaca-se aqui que o setor 14 (equipamentos e máquinas) que não possuía destaque na primeira avaliação, ao ser considerado os aspectos significativos, estaria no mesmo grau de relevância que os setores 2 (depósito e mercearia) e 7 (produtos e logística). Já o setor 8 (hortifrúti) antes de considerar os aspectos significativos ocupava a 10^a posição e depois passou a ocupar a 14^a posição.

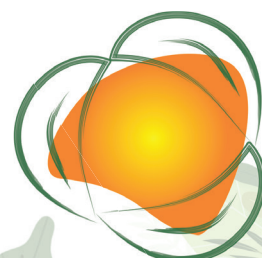


Tabela 5:
Comparação entre o ranking inicial versus ranking final

Posição	ranking inicial	Σ n° aspectos	ranking final	Σ pesos dos aspectos
1°	2 - Depósito de mercearia e bazar	15	2 - Depósito de mercearia e bazar	21
2°	7 - Produtos e logística	14	7 - Produtos e logística	21
3°	1 - Recepção de mercadoria	13	14 - Equipamentos e máquinas	21
4°	14 - Equipamentos e máquinas	13	1 - Recepção de mercadoria	18
5°	9 - Carnes	13	9 - Carnes	18
6°	10 - Aves	13	10 - Aves	18
7°	11 - Frios	13	11 - Frios	18
8°	13 - Peixaria	13	13 - Peixaria	18
9°	12 - Laticínios	13	12 - Laticínios	18
10°	8 - Hortifruti	12	4 - Câmara de resfriados	17
11°	16 - Panificação	12	16 - Panificação	17
12°	17 - Estrutura	11	17 - Estrutura	17
13°	3 - Câmara de congelados	11	3 - Câmara de congelados	16
14°	4 - Câmara de resfriados	11	8 - Hortifruti	15
15°	5 - Mercearia	10	5 - Mercearia	13
16°	6 - Administração e frente de caixa	10	6 - Administração e frente de caixa	13
17°	15 - Bazar	9	15 - Bazar	12

Fonte: Autoria própria.

Com todos os itens levantados anteriormente, a organização possui embasamento suficiente para o planejamento, a integração e a implementação de ações nos processos de seu SGA. Ao planejar essas ações, é necessário que seja considerado todo o aparato tecnológico e recursos disponíveis e questões financeiras, operacionais e de negócios para que se tenha sucesso nas próximas fases do ciclo PDCA.

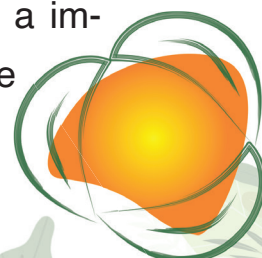
375

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho ressalta a importância do setor varejista como um setor chave para a sustentabilidade por possuir uma posição estratégica com poder de influência tanto na cadeia produtiva quanto no consumidor final.

A ISO 14001 é uma ferramenta disponível para que a temática ambiental seja tratada de forma organizada em um ciclo de melhoria contínua. Neste trabalho, foram desenvolvidas orientações sobre a etapa de planejamento do ciclo PDCA para a aplicação da Norma ISO 14001 na rede varejista, identificando o possível ciclo de *stakeholders* primários que podem ter maior influência no projeto.

Apesar de atualmente não existirem tantas orientações para a implementação de um SGA em supermercados, o trabalho mostra que a partir da Norma NBR ISO 14001 é possível ter um sistema de



gestão ambiental e colaborar com o meio ambiente. Por fim, espera-se que os levantamentos e orientações realizados neste trabalho possam colaborar com as ações de sustentabilidade da rede varejista.

REFERÊNCIAS

ABAD - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ATACADISTAS E DISTRIBUIDORES DE PRODUTOS INDUSTRIALIZADOS – Setor Supermercadista Fatura R\$355,7 Bilhões Em 2018. Disponível em: <https://abad.com.br/indicadores/setor-supermercadista-fatura-r-3557-bilhoes-em-2018/>. Acesso em 10/10/2019.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14001: Sistema de Gestão Ambiental – Requisitos com orientação para uso. Rio de Janeiro, 2015.

BARBIERI, J.C. Gestão Ambiental Empresarial – Conceitos, modelos e instrumentos. 4.ed. Editora Saraiva, 2016.

COLTRO, A. – O comportamento do Consumidor Consciente como fonte de estímulos de mercado às ações institucionais sócio ambientais. 2011. Disponível em: <http://www.luzimarteixeira.com.br/wp-content/uploads/2011/04/consumidor-consciente-e-aco-es-socio-ambientais.pdf>. Acesso 23/11/2020.

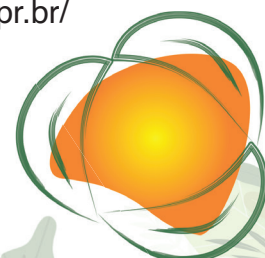
DIAS, C. L.; NETO. T. J. P. Identificação e Avaliação dos Aspectos e Impactos Ambientais da Atividade de Contact Center - https://biblioteca.unilasalle.edu.br/docs_online/tcc/graduacao/engenharia_ambiental/2013/cldias.pdf, 2013. (Trabalho de conclusão de curso). Acesso em 14/10/2019.

GUIMARÃES, A. C. R. A; DIAS, R. A importância da participação dos funcionários nas ações ambientais da empresa: um estudo no supermercado Verdemar. Revista da Micro e Pequena Empresa, 2012.

IBELLI, T. – Identificação dos Principais Stakeholders impactados pelas ações listadas no relatório de sustentabilidade das lojas americanas 2012. 2014. In: X Congresso Nacional de Gestão da Excelência. Disponível em: <https://www.inovarse.org/filebrowser/download/7493>. Acesso em 10/10/2019.

INHESTA. A. V. CARRIJO, J. R. S. Supermercado Verde: Consciência Ambiental Na Área Varejista Em Bauru - SP. In: XI Congresso Nacional de Excelência em Gestão. 13 a 14 agosto de 2015. – Acesso em 10/10/2019. Disponível em: https://www.inovarse.org/sites/default/files/T_15_492.pdf. Acesso em 10/10/2019.

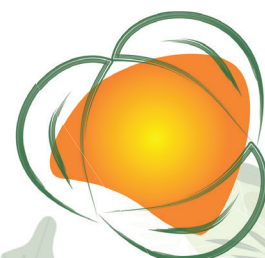
MACHADO, G. S. Implantação de um sistema de gestão ambiental (SGA) em uma concessionária de veículos. Universidade Federal do Paraná. 2011. (Trabalho de conclusão de curso). Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/38525/R%20-%20E%20-%20GUILHERME%20SCHNEIDER%20MACHADO.pdf?sequence=2&isAllowed=>. Acesso em 10/10/2019.




MENDES, A. C.; MANOEL, D. S.; SOUZA, E. D.; OLIVEIRA, E. P. Sistema de Gestão Ambiental – SGA – Supermercado Bonamigo. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Inconfidentes 2014. Disponível em: <https://docplayer.com.br/15383730-Sistema-de-gestao-ambiental-sga-supermercado-bonamigo.html>. Acesso em 10/10/2019.

SEBRAE – Sustentabilidade - Relatório de Inteligência – 2016. Disponível em: http://sustentabilidade.sebrae.com.br/Sustentabilidade/Para%20sua%20empresa/Publica%C3%A7%C3%B5es/2016_7_CERTIFICA%C3%87%C3%95ES_VERDE.pdf. Acesso em 10/10/2019.

WINANDY, A. J. C.; GALLARDO, A. L. C. F. Análise das Práticas de Gestão Ambiental Divulgadas pelo Varejo Supermercadista. Revista Gestão Industrial – Universidade Tecnológica do Paraná. 2014





OS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS NO TRATAMENTO DA POPULAÇÃO COM CÂNCER DURANTE A PANDEMIA DE COVID-19

GUILHERME SALES DA ROCHA¹
SUZANE DE SANT'ANA OLIVEIRA²
JUSSARA LOPES DE MIRANDA³

ECOLOGIA AMBIENTAL

RESUMO

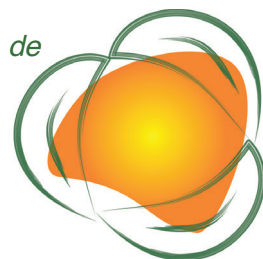
Em janeiro de 2020 foi identificada como causadora de síndromes gripais, uma nova classe de coronavírus denominada como SARS-CoV-2. Os impactos socioambientais causados pela pandemia de COVID-19 no Brasil atingiram diversos setores da sociedade, tais como: Econômico, Educacional e o de Saúde. O setor da Saúde, tema do estudo, dará destaque aos pacientes oncológicos, que em alguns casos precisam da internação hospitalar, mas devido à pandemia tiveram dificuldades. Essa pesquisa tem por objetivo mostrar alguns dos impactos socioambientais no diagnóstico por neoplasias malignas e também na modalidade terapêutica dos pacientes durante a pandemia de COVID-19. A metodologia aplicada para a realização deste trabalho tem por base uma revisão da literatura e pela disponibilização gratuita dos dados de Tecnologia da Informação a Serviço do SUS (DATASUS). A análise permitiu identificar que houve redução nos diagnósticos e nos tratamentos no ano de 2020 em relação a 2019 em algumas regiões pelo impacto da pandemia e também pela desigualdade na distribuição de postos de trabalho de especialistas em

378

1 Aluno do Curso de mestrado em Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro – Departamento de Química Inorgânica, guilhermesales@pos.iq.ufrj.br.

2 Pós-doutoranda. Universidade Federal do Rio de Janeiro – Departamento de Química Inorgânica, susan.oliver@ufrj.br.

3 Prof.^a Dr.^a Universidade Federal do Rio de Janeiro – Departamento de Química Inorgânica, jussara@iq.ufrj.br.



oncologia. Com um controle epidemiológico mais eficiente em nossa saúde pública poderemos observar uma melhora no atendimento e detecção dos pacientes acometidos com câncer.

Palavras-chave: Tratamento Oncológico; SARS-CoV-2; Neoplasias; Saúde Pública.

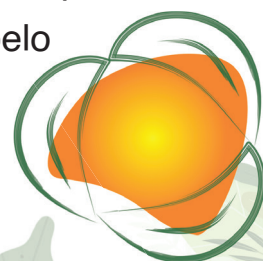
INTRODUÇÃO

O início do surto pandêmico se deu, provavelmente, em meados do mês novembro do ano de 2019 com os primeiros casos registrados na cidade chinesa de Wuhan, mas apenas no final de dezembro a Organização Mundial da Saúde (OMS) realizou os primeiros alertas sobre uma misteriosa pneumonia. Em janeiro de 2020 foi identificado o causador de síndromes gripais em concomitância com o aumento do número expressivo de casos de Síndrome Respiratória Aguda Grave (SRAG), uma nova classe de coronavírus denominada como SARS-CoV-2 (SIQUEIRA *et al.*, 2021). Atualmente, em 23 de julho de 2021, com uma triste marca os dados ao redor do planeta indicam que oficialmente temos 194.004.330 casos confirmados de COVID-19, incluindo as 4.159.465 mortes reportadas (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2021).

379

Como destacado por Costa, Ramalho e Sousa (2021) o desenvolvimento econômico de forma geral nem sempre é voltado para a perspectiva da sustentabilidade socioambiental. Visto isso, os impactos socioambientais causados pela pandemia de COVID-19 no Brasil vêm atingindo diversos setores da sociedade, tais como: Econômico (aumento da taxa de desemprego e da pobreza extrema) (WERNECK e CARVALHO, 2020), Educacional (modificações das aulas presenciais para aulas digitais com dificuldades no acompanhamento da aprendizagem dos alunos) (SILVA *et al.*, 2021) e o de Saúde (mazelas sociais relacionadas à precariedade da saúde pública têm se destacado) (VENTURA *et al.*, 2020).

Dentre os setores citados, dar-se-á destaque ao da Saúde Pública, especificamente ao tratamento de pacientes acometidos com neoplasias (MARINHO; DAMIÃO; JESUS, 2021). O Câncer, definido pelo INCA (2020), abrange mais de 100 diferentes tipos de doenças



malignas que têm em comum o crescimento desordenado de células que podem invadir tecidos adjacentes ou órgãos à distância.

Os pacientes oncológicos podem apresentar efeitos colaterais devido à toxicidade dos fármacos empregados em seu tratamento, em alguns casos precisando de internação hospitalar. Além disso, eles possuem alto risco de mortalidade (28,6%), quando comparados à população geral (5,3%) e são propensos a SARS-CoV-2 ou reinfecção devido às suas respostas imunológicas prejudicadas contra o vírus (LIANG *et al.*, 2020; LUCIANI *et al.*, 2020; SIQUEIRA *et al.*, 2021; SILVA *et al.*, 2021).

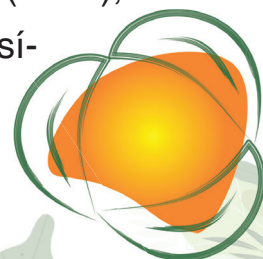
Posto isso, essa pesquisa tem por objetivo mostrar alguns dos impactos socioambientais no diagnóstico por neoplasias malignas e na modalidade terapêutica dos pacientes durante a pandemia de COVID-19.

METODOLOGIA

A metodologia aplicada para a realização deste trabalho tem por base uma revisão da literatura pautada em artigos obtidos nas bases de dados: *Sci-Finder*, *Scielo* e *Periódico Capes*, assim como pela disponibilização gratuita dos dados de Tecnologia da Informação a Serviço do SUS (DATASUS). Dessa forma, realizaram-se 6 buscas com o seguinte conjunto de palavras-chaves: COVID-19, pacientes com câncer, tratamento de câncer na pandemia, problemas na saúde pública devido ao COVID-19, mudança na educação devido ao COVID-19 e aumento da taxa de desemprego devido ao COVID-19. Posteriormente, foram selecionadas apenas as informações que contribuíram para a avaliação estatística desses impactos socioambientais.

RESULTADOS DISCUSSÃO

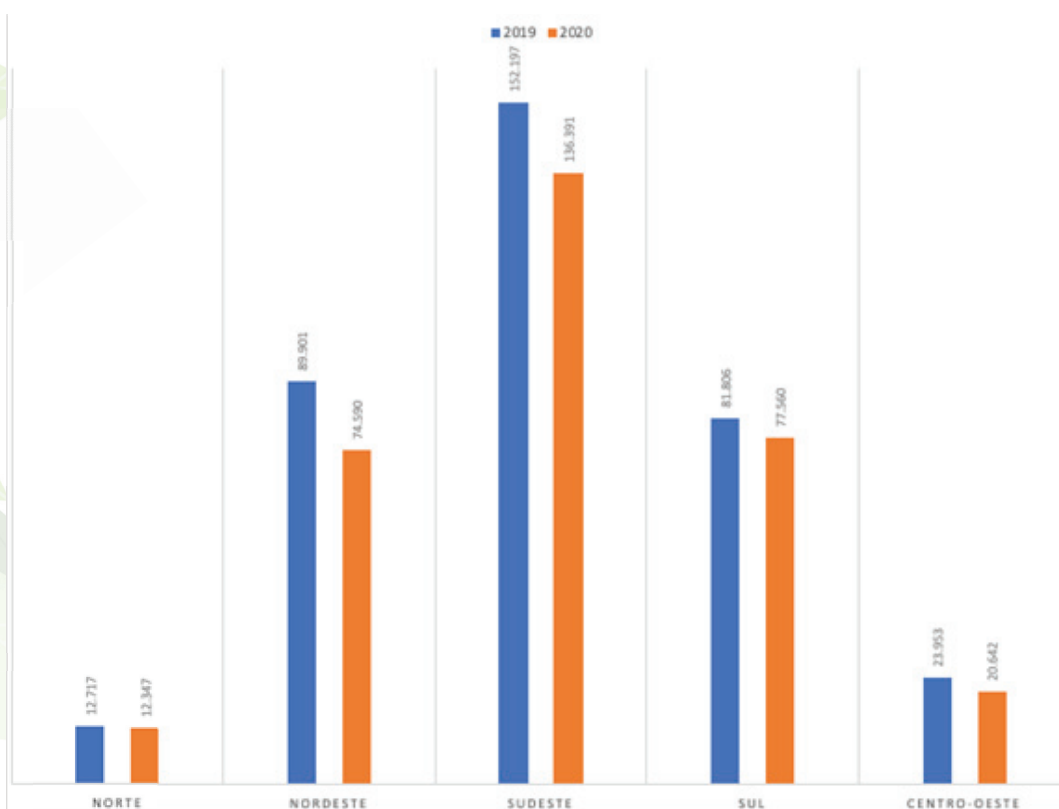
Por meio da análise de dados disponibilizados no DATASUS (2021), relacionados às neoplasias malignas para ambos os sexos, é possível notar uma redução nos diagnósticos que pode estar associada



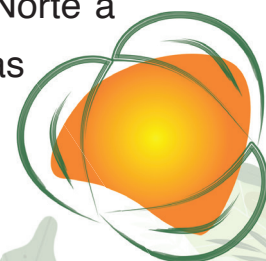
à falta de acesso aos centros hospitalares ou ao receio do paciente em se contaminar com SARS-CoV-2 (ARAÚJO *et al.*, 2021).

Conforme apresentado na Figura 01, a maior redução nos diagnósticos no ano de 2019 em relação a 2020 ocorreram nas Regiões Sudeste e Nordeste, em números absolutos com menos 15.806 e 15.311, respectivamente (queda de 10,38% e 17,03%). As Regiões Sul e Centro-Oeste com uma queda menor nos diagnósticos em números absolutos com 4.246 (5,19%) e 3.311 (13,82%), respectivamente.

Figura 01:
Diagnósticos por Neoplasias Malignas.

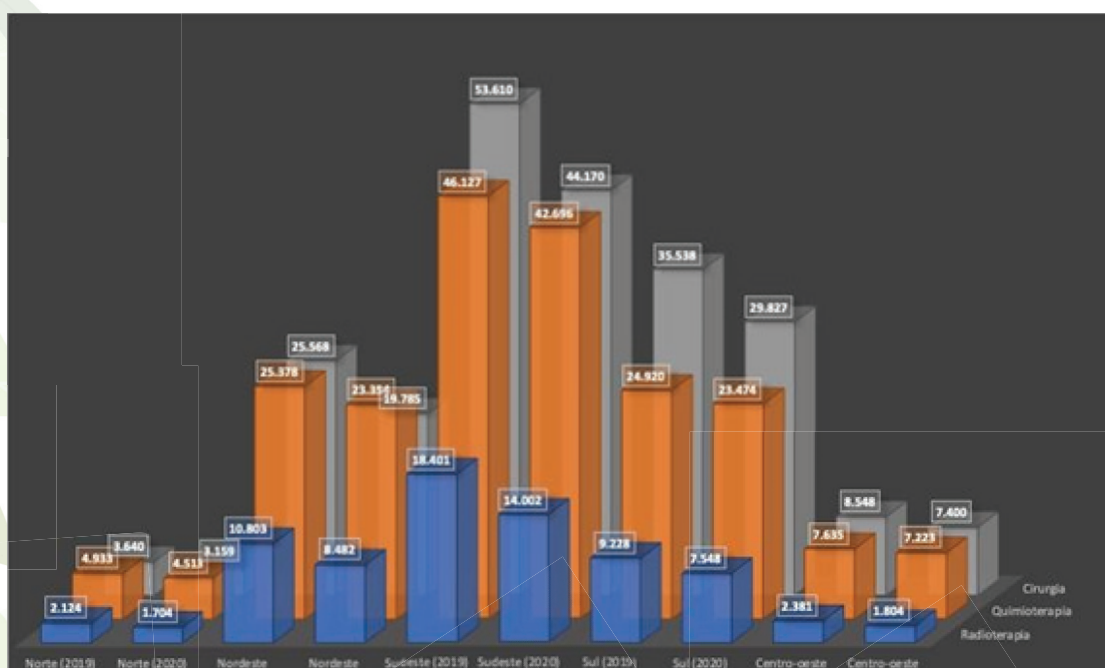


Entretanto, a Região Centro-Oeste apresentou um declínio expressivo na taxa em percentual bem superior à da região Nordeste, que teve 10,38%, conforme apresentado na Figura 01. Com a menor taxa na queda por neoplasias malignas, a Região Norte apresentou uma redução com cerca de 2,90% e em números absolutos com apenas 370. Podemos associar os dados pouco expressivos apresentados na Região Norte à desigualdade na distribuição de postos de trabalho de especialistas em oncologia (BRASIL, 2006).

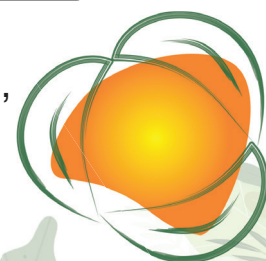


São apresentados na Figura 02, por regiões, os percentuais nos tratamentos de cânceres realizados para ambos os sexos. É possível notar um decréscimo em números absolutos para as Regiões Sudeste, Nordeste e Sul com 17.270 (14,61%), 10.128 (16,40%) e 8.837 (12,68%), respectivamente. Já em relação às modalidades terapêuticas, temos que a Radioterapia apresentou o maior declínio na Região Sudeste com menos 4.399 casos (23,90%). Com a quimioterapia, a Região Sudeste também apresentou a maior queda nos casos com 3.431 (7,43%). Na modalidade terapêutica de Cirurgia todas as regiões apresentaram uma queda vertiginosa. Com os dados em ordem crescente de queda dos números absolutos, temos: região Norte com 481 (13,21%), região Centro- Oeste com 1.148 (13,42%), região Sul com 5.711 (16,07%), região Nordeste com 5.783 (22,61%) e região Sudeste com 9.440 (17,60%). O último dado de queda apresentado pode ser compreendido devido a essa modalidade terapêutica necessitar que o paciente precise de uma quantidade de dias mínimos em uma internação hospitalar, salvo possíveis complicações que poderiam aumentar a estadia para finalização do tratamento.

Figura 02:
Casos por Modalidade Terapêutica.



Como reportado por Araújo e seus colaboradores (2021), os impactos da COVID-19 no atendimento de pacientes com



neoplasias com cirurgias programadas foram canceladas ou remarçadas devido à priorização de leitos hospitalares e de profissionais para aqueles que estão gravemente doentes com infecção pelo SARS-CoV-2. Podemos perceber também a tendência à concentração crescente, na medida em que se avança da Região

Norte para Região Sul do país, pelo maior número de centros médicos e profissionais especializados na área oncológica refletida nos dados (BRASIL, 2006).

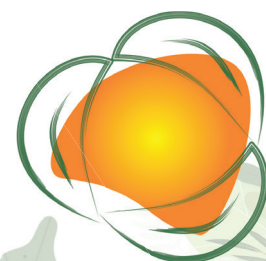
Além disso, tivemos perdas do Capital Humano na pandemia (WORLD BANK GROUP, 2020) possivelmente também nos pacientes oncológicos que tiveram dificuldade no acesso em alguns desses tratamentos ou infectados pelo SARS-CoV-2 e vieram a falecer. No estudo realizado por Considera e Balassiano (2020), estima-se que essa perda do Capital Humano no Brasil no ano de 2020, sobre o rendimento mensal do trabalho das pessoas até 69 e a renda dos idosos a partir dos 70 anos, se deu por volta de R\$ 3,0 bilhões.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados estatísticos apresentados permitiram perceber um decréscimo tanto nos diagnósticos por neoplasias malignas quanto nas modalidades terapêuticas de pacientes com neoplasias pelos impactos socioambientais diretos e indiretos causados pela pandemia do vírus SARS-CoV-2. Ademais, com um controle epidemiológico mais eficiente em nossa saúde pública poderemos observar uma melhora no atendimento dos pacientes acometidos com câncer, assim como uma detecção mais precisa de futuros casos.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, S. E. A.; LEAL, A.; CENTRONE, A. F. Y.; TEICH, V. D.; MALHEIRO, D. T.; CYPRIANO, A. S.; CENDOROGLIO, M.; KLAJNER, S. Impact of COVID-19 pandemic on care of oncological patients: experience of a cancer center in a latin american pandemic epicenter. **Einstein (São Paulo)**, v. 19, n. 1, p. 1-8, 17 dez. 2020.



BRASIL. **A situação do câncer no Brasil**. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Instituto Nacional de Câncer. Coordenação de Prevenção e Vigilância. Rio de Janeiro: INCA, 2006.

CONSIDERA, Claudio; BALASSIANO, Marcel. **Em busca do capital humano perdido**. 2020. Disponível em: <https://blogdoibre.fgv.br/posts/em-busca-do-capital-humano-perdido>. Acesso em: 8 jun. 2021.

COSTA, M. P.; RAMALHO, Â. M. C.; SOUSA, C. M. Riscos, Epidemias e Saúde: contornos e desafios no semiárido nordestino. **Qualitas Revista Eletrônica**, v. 21, n. 3, p. 74-99, 18 fev. 2021.

DATAUS. **PAINEL ONCOLOGIA BRASIL**. 2021. Disponível em: http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/dhdat.exe?PAINEL_ONCO/PAINEL_ONCOLOGIABR.def. Acesso em: 21 maio 2021.

INCA. **O que é câncer?** Disponível em: <https://www.inca.gov.br/o-que-e-cancer>. Acesso em: 16 maio 2021.

LIANG, W.; GUAN, W.; CHEN, R.; WANG, W.; LI, J.; XU, K.; LI, C.; AI, Q.; LU, W.; LIANG, H. Cancer patients in SARS-CoV-2 infection: a nationwide analysis in china. **The Lancet Oncology**, v. 21, n. 3, p. 335-337, mar. 2020.

LUCIANI, M.; BENTIVEGNA, E.; SPUNTARELLI, V.; LAMBERTI, P. A.; CACIOLI, G.; PORTO, F.; SESTI, G.; MARTELLETTI, P.; BIASE, L. Recurrent COVID-19 pneumonia in the course of chemotherapy: consequence of a weakened immune system?. **Journal Of Medical Virology**, v. 93, n. 4, p. 1882-1884, 17 dez. 2020.

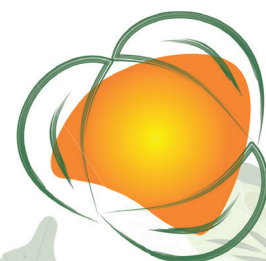
MARINHO, V. L.; DAMIÃO, P. S.; JESUS, V. D. IMPLICAÇÕES SOCIOAMBIENTAIS DE UMA PANDEMIA. **Rcmos - Revista Científica Multidisciplinar O Saber**, v. 4, n. 4, p. 01-08, 2021.

SARTOR, V. **Estudo do Sírio-Libanês mostra o impacto da pandemia na Oncologia**. 2021. Disponível em: <https://grupomidia.com/hcm/estudo-do-sirio-libanes-mostra-o-impacto-da-pandemia-na-oncologia/>. Acesso em: 15 maio 2021.

SIQUEIRA, J. D.; GOES, L. R.; ALVES, B. M.; CARVALHO, P. S.; CICALA, C.; ARTHOS, James; VIOLA, J. P. B.; MELO, A. C.; A SOARES, M. SARS-CoV-2 genomic analyses in cancer patients reveal elevated intrahost genetic diversity. **Virus Evolution**, v. 7, n. 1, p. 1-11, jan. 2021.

SIQUEIRA, J. D.; GOES, L. R.; ALVES, B. M.; SILVA, A. C. P.; CARVALHO, P. S.; CICALA, C.; ARTHOS, J.; VIOLA, J. P.B.; SOARES, M.A. Distinguishing SARS-CoV-2 bonafide re- infection from pre-existing minor variant reactivation. **Infection, Genetics And Evolution**, v. 90, p. 104772, jun. 2021.

SILVA, C.M.; TORIYAMA, A.T. M.; CLARO, H.G.; BORGHI, C. A.; CASTRO, T. R.; SALVADOR, P.I.C.A. **Pandemia da COVID-19**,



ensino emergencial a distância e Nursing Now: desafios à formação em enfermagem. Revista Gaúcha de Enfermagem, v. 42, 2021.

SILVA, T. T. M. D.; ARAÚJO, N. M. D.; SARMENTO, S. D. G.; CASTRO, G. L. T. D.; DANTAS, D. V.; DANTAS, R. A. N. **Impacto da COVID-19 em pacientes oncológicos: Scoping Review.** Texto & Contexto-Enfermagem, v. 30, 2021.

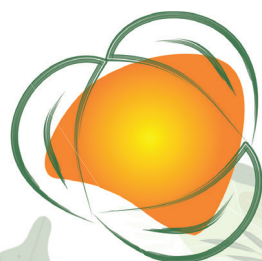
VENTURA, D.D.F.L.; RIBEIRO, H.; GIULIO, G.M.D.; JAIME, P.C.; NUNES, J.; BÓGUS, C.M.; ANTUNES, L.J.L.F.; WALDMAN, E.A. **Desafios da pandemia de COVID-19: por uma agenda brasileira de pesquisa em saúde global e sustentabilidade.** Cadernos de Saúde Pública, v. 36, p. e00040620, 2020.


WERNECK, Guilherme Loureiro; CARVALHO, Marília Sá. **A pandemia de COVID-19 no Brasil: crônica de uma crise sanitária anunciada.** 2020.

Disponível em: <https://blog.scielo.org/wp-content/uploads/2020/05/1678-4464-csp-36-05-e00068820.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2021.

WORLD BANK GROUP. **The Human Capital Index 2020 Update: Human Capital in the Time of COVID-19.** 2020. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/34432>. Acesso em: 8 jun. 2021.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard.** 2021. Disponível em: <https://covid19.who.int/>. Acesso em: 22 julho 2021.





OTIMIZAÇÃO DO RENDIMENTO COLORÍSTICO NO TINGIMENTO DE ALGODÃO COM CORANTE REATIVO APLICANDO-SE A METODOLOGIA DE SUPERFÍCIES DE RESPOSTA

CAMILA GOMES MELO¹

JORGE MARCOS ROSA²

SUELI IVONE BORRELY³

MARIA DA CONCEIÇÃO COSTA PEREIRA⁴

QUÍMICA AMBIENTAL

RESUMO

Os elevados índices absorciométricos presentes nos efluentes têxteis são, em sua grande maioria, provenientes da indesejável reação que ocorre entre o corante e a água, durante o processo de tingimento. A matéria orgânica também deve ser adequadamente tratada em efluentes. O objetivo deste estudo foi obter parâmetros ideais para tingimento com o corante Reactive Blue 21 - RB21, visando ao maior rendimento tintorial possível e, com isso, uma menor quantidade de corante no efluente. Os experimentos foram executados em triplicata, por meio de planejamento composto rotacional 25 com três pontos centrais, considerando a intensidade padrão do fabricante de 1,5%. Empregando a análise da variância obteve-se o valor de R² ajustado de 0,78, indicando um bom ajuste do modelo às respostas observadas e, a significância

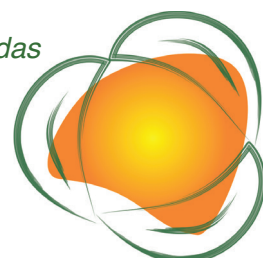
386

1 Aluna do Curso de mestrado em Tecnologia Nuclear, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Centro de Tecnologia das Radiações, camila.gomes.melo@hotmail.com.

2 Prof. Dr., Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Centro de Tecnologia das Radiações, jotarosa@hotmail.com.

3 Dr^a., Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Centro de Tecnologia das Radiações, sborrely@ipen.br.

4 Dr^a., Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Centro de Tecnologia das Radiações, macoper@ipen.br.



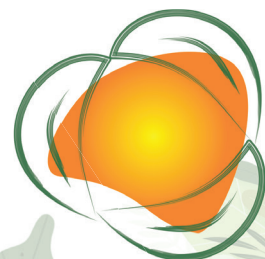
do modelo observada com a diferença de valores de, aproximadamente, 25 vezes entre o $F_{\text{calculado}}$ e o F_{tabelado} . A análise das superfícies de resposta indicaram maior relevância dos fatores NaCl, NaOH e Na_2CO_3 para um maior rendimento e maior valor de K S-1. O comparativo entre os tingimentos utilizando as quantidades de insumo do fabricante e as quantidades obtidas pela metodologia de resposta resultou no incremento colorístico de 16,27% do tingimento otimizado. Os índices de solidez da cor à água forte de ambos os tingimentos não apresentaram diferença significativa, ou seja, o modelo pode ser aplicado sem detrimento à qualidade da cor final do substrato.

Palavras-chave: Corante reativo blue 21; Efluente têxtil; Modelagem matemática; Redução de cor; Rendimento tintorial.

INTRODUÇÃO

Os corantes reativos são os mais utilizados para tingimento de fibras de algodão e viscose, principalmente em cores de tonalidade escura, devido aos altos índices de solidez da cor aos tratamentos úmidos (Assémian et al., 2018; Li et al., 2016; Shore, 2002). Entretanto, a quantidade de corante que reage quimicamente com a fibra é de no máximo 75% em massa, sendo que o restante desse corante vai para o efluente, dificultando a remoção de cor e compostos orgânicos pelos métodos convencionais de tratamento (Hassan, 2015; Rosa et al., 2019).

A modelagem matemática e seus métodos vêm sendo muito utilizados, quer seja pela Metodologia de Superfícies de Resposta (MSR) ou ainda no desenvolvimento de Redes Neurais Artificiais (RNA), principalmente na obtenção de parâmetros ideais para tratamento de efluentes têxteis. Como exemplos podem ser citados Eskandarloo et al. (2016), que aplicaram a técnica de RNA para a predição de eficiência na remoção de corantes triarilmetano empregando a fotocatalise híbrida homogênea/heterogênea; Khamparia e Jaspal (2017), que avaliaram a descolorização de duas diferentes classes de corantes têxteis, simulando as condições mais adequadas com uso de MSR ou ainda Das e Mishra (2017), que investigaram a remoção do Reactive Green 19 em meio aquoso, obtendo significantes parâmetros de processo por meio da MSR.



O objetivo deste estudo foi obter parâmetros ideais de tingimento com o corante Reactive Blue 21 - RB 21, visando ao maior rendimento tintorial possível, partindo-se do pressuposto de que quanto maior o grau de exaustão, menor a coloração e a carga orgânica geradas no efluente de tingimento.

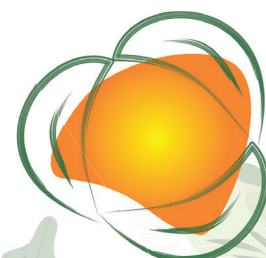
METODOLOGIA

Os processos de tingimentos foram executados em tecido plano de algodão, popeline com gramatura média igual a 150 g m^{-2} (SENAI-SP), previamente desengomado e alvejado de acordo com Ferreira et al. (2015). Os tingimentos foram executados utilizando-se o corante RB21, todos em intensidade padrão de 1,5% sobre a massa do substrato.

Foi empregado um Planejamento Composto Central Rotacional 25, com alfas (Statistica® 13), sendo abordados os fatores Tempo (min), Concentração de Carbonato de Sódio ($[\text{Na}_2\text{CO}_3]$) em g L^{-1} , Concentração de Hidróxido de Sódio 22 °Bé ($[\text{NaOH}]$) em mL L^{-1} , Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e Concentração de Cloreto de Sódio ($[\text{NaCl}]$) em g L^{-1} . Como ponto central adotou-se os parâmetros recomendados pelo fornecedor do corante (Golden Tecnologia), variando-se dois níveis acima e abaixo do ponto central (Tabela 1), sendo a intensidade colorística (K S^{-1}) o fator resposta, empregando espectrofotometria (Konica-Minolta CM 3600d). Todos os experimentos foram feitos em triplicata, executados pelo processo “All-in”, descrito em Salem (2010).

Tabela 1:
Fatores estudados e seus níveis

Níveis	t (min)	$[\text{Na}_2\text{CO}_3]$	$[\text{NaOH}]$	T ($^{\circ}\text{C}$)	$[\text{NaCl}]$
-2	30	0	0	40	30
-1	45	5	1	50	40
0	60	10	2	60	50
1	75	15	3	70	60
2	90	20	4	80	70



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 encontram-se o quantitativo utilizado nos 45 tingimentos realizados em triplicata, bem como os valores médios de K^{-1} obtidos nos experimentos.

Tabela 2:
Matriz do planejamento experimental e os valores médios de $K S^{-1}$

n	Tempo (min)	[Na ₂ CO ₃] (g L ⁻¹)	[NaOH] (mL L ⁻¹)	Temp. (°C)	[NaCl] (g L ⁻¹)	K S ⁻¹
1	45	5	1	50	40	11,6087
2	75	5	1	50	40	13,5663
3	45	15	1	50	40	12,9677
4	75	15	1	50	40	12,7053
5	45	5	3	50	40	7,7424
6	75	5	3	50	40	7,7959
7	45	15	3	50	40	9,3240
8	75	15	3	50	40	9,2067
9	45	5	1	70	40	13,3893
10	75	5	1	70	40	13,9480
11	45	15	1	70	40	13,8921
12	75	15	1	70	40	14,1973
13	45	5	3	70	40	8,1932
14	75	5	3	70	40	7,8570
15	45	15	3	70	40	9,5657
16	75	15	3	70	40	9,2030
17	45	5	1	50	60	13,5313
18	75	5	1	50	60	14,8903
19	45	15	1	50	60	14,0260
20	75	15	1	50	60	15,8063
21	45	5	3	50	60	9,2790
22	75	5	3	50	60	10,0872
23	45	15	3	50	60	10,0063
24	75	15	3	50	60	10,6059
25	45	5	1	70	60	14,6720
26	75	5	1	70	60	13,8207



...continuação

n	Tempo (min)	[Na ₂ CO ₃] (g L ⁻¹)	[NaOH] (mL L ⁻¹)	Temp. (°C)	[NaCl] (g L ⁻¹)	K S ⁻¹
27	45	15	1	70	60	16,3327
28	75	15	1	70	60	16,6830
29	45	5	3	70	60	10,2751
30	75	5	3	70	60	9,6686
31	45	15	3	70	60	8,1630
32	75	15	3	70	60	11,0012
33	60	10	2	60	50	12,5767
34	60	10	2	60	50	12,8630
35	60	10	2	60	50	12,0020
36	30	10	2	60	50	10,4233
37	90	10	2	60	50	12,2437
38	60	10	2	60	50	11,2963
39	60	0	2	60	50	11,1607
40	60	20	0	60	50	11,1288
41	60	10	4	60	50	8,5778
42	60	10	2	40	50	10,9796
43	60	10	2	80	50	10,4858
44	60	10	2	60	30	8,9009
45	60	10	2	60	70	13,5050

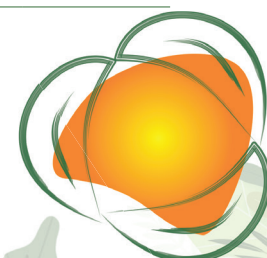
390

Na Tabela 3 constam os valores de acordo com análise ANOVA do modelo mais ajustado, expresso na Equação 1.

Tabela 3:
Análise da variância efetuada com 95% de intervalo de confiança

Resultados	Estatística	Fator	df	ANOVA SQ	FCa	p
R múltiplo	0,90	[Na ₂ CO ₃]		4,284		0,042
R ²	0,80	[NaOH]	1	172,910	140,700	0,001
R ² ajustado	0,78	[NaCl]	1	27,051		0,007
Falta de ajuste				22,097		
Erro puro				0,385		

F (Tab) = 5,39

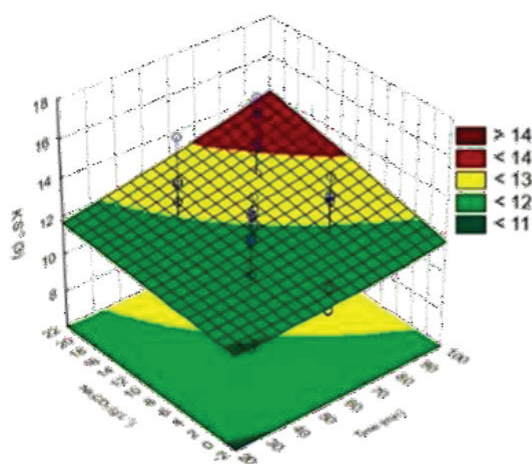


Como observado, os valores das variações resultaram próximos de 80% e o valor da correlação múltipla foi próximo o suficiente da unidade. O valor obtido por correlação múltipla ajustada indica que o modelo pode prever 78% dos dados experimentais com 95% de intervalo de confiança. O valor do FCalc foi aproximadamente vinte e cinco vezes maior que o FTab, demonstrando a significância do modelo e sua utilização na predição dos valores de $K S^{-1}$ nas condições estudadas.

$$K S^{-1} = 11,5191 + 0,3272 \times [Na_2CO_3] - 2,0791 \times [NaOH] + 0,8223 \times [NaCl] \quad (1)$$

Nas Figuras de 1 a 10 encontram-se demonstradas as interações entre os fatores estudados em relação ao $K S^{-1}$.

Figura 1:
Interação entre os fatores $[Na_2CO_3]$ e Tempo.



Na interação entre os fatores, observou-se que o maior valor de $K S^{-1}$ foi obtido também com maiores valores de Tempo e $[Na_2CO_3]$.

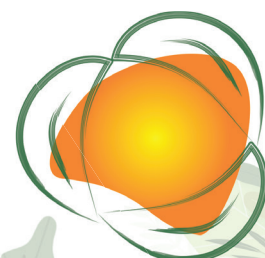
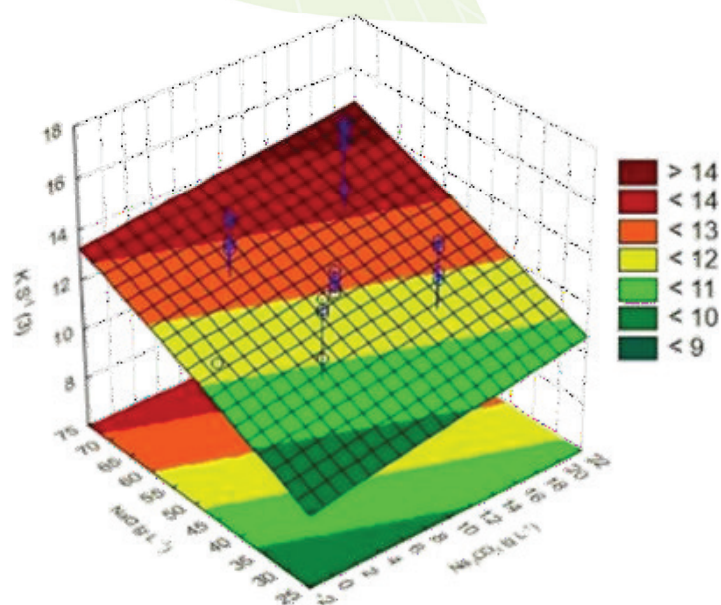
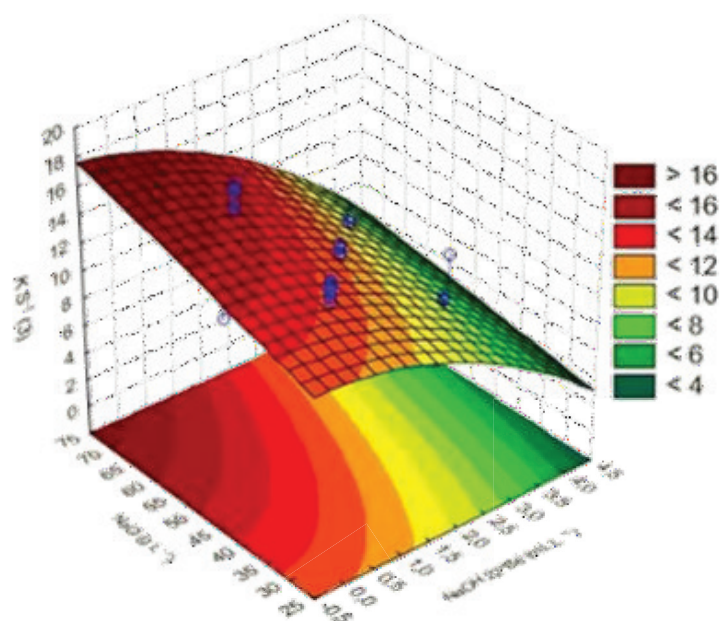


Figura 2:
Interação entre os fatores [NaCl] e [Na₂CO₃].



Para os fatores [NaCl] e [Na₂CO₃], observou-se o mesmo comportamento apresentado entre os fatores Tempo e [Na₂CO₃], ou seja, quanto maiores os valores dos fatores, maior o valor de K S⁻¹, com maior significância para o fator [NaCl].

Figura 3:
Interação entre os fatores [NaCl] e [NaOH].

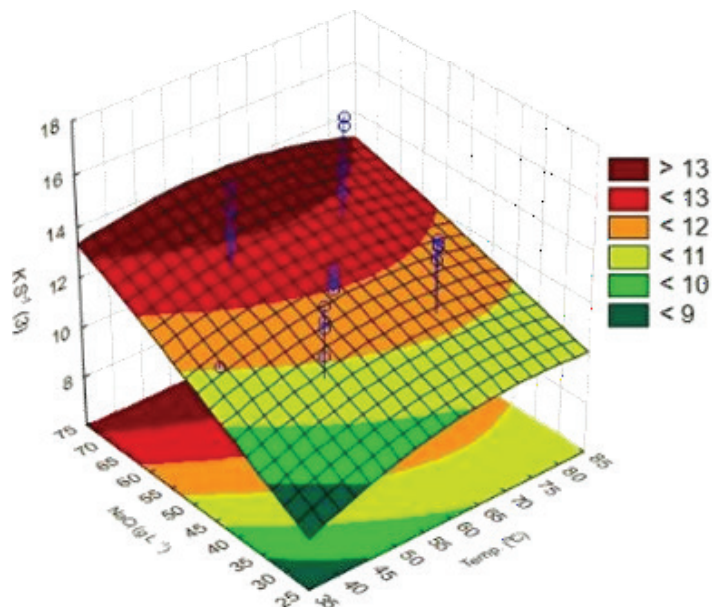


Para os fatores [NaCl] e [Na₂CO₃], observou-se o mesmo comportamento apresentado entre os fatores Tempo e [Na₂CO₃], ou



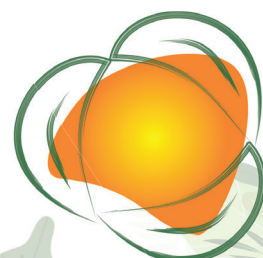
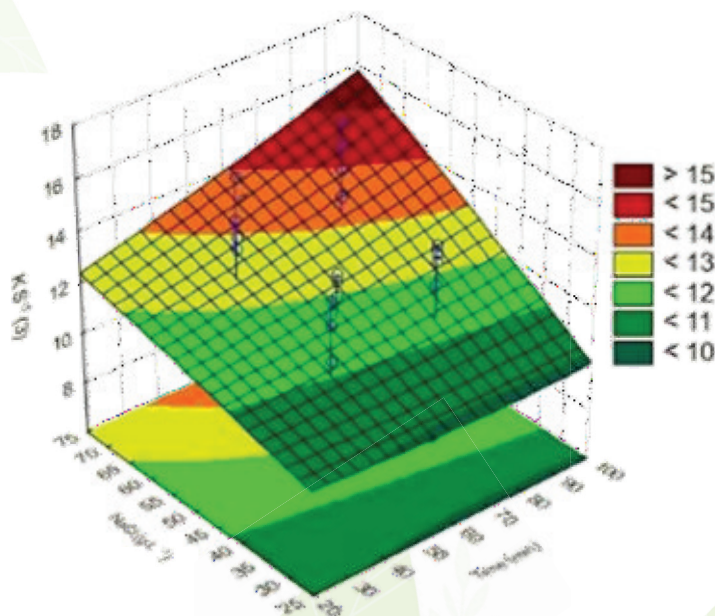
seja, quanto maior os valores dos fatores, maior o valor de $K S^{-1}$, com maior significância para o fator $[NaCl]$.

Figura 4:
Interação entre os fatores $[NaCl]$ e Temperatura.



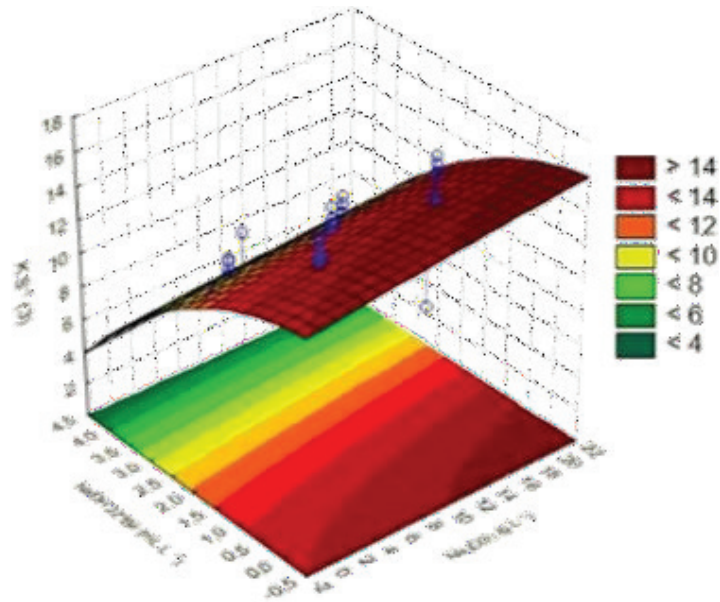
Para os fatores $[NaCl]$ e Temperatura, observou-se que a $[NaCl]$ possui maior significância do que a Temperatura. Com o aumento da $[NaCl]$, houve um aumento no valor de $K S^{-1}$, entretanto, os valores ideais de Temperatura encontraram-se próximos ao ponto central.

Figura 5:
Interação entre os fatores $[NaCl]$ e Tempo.



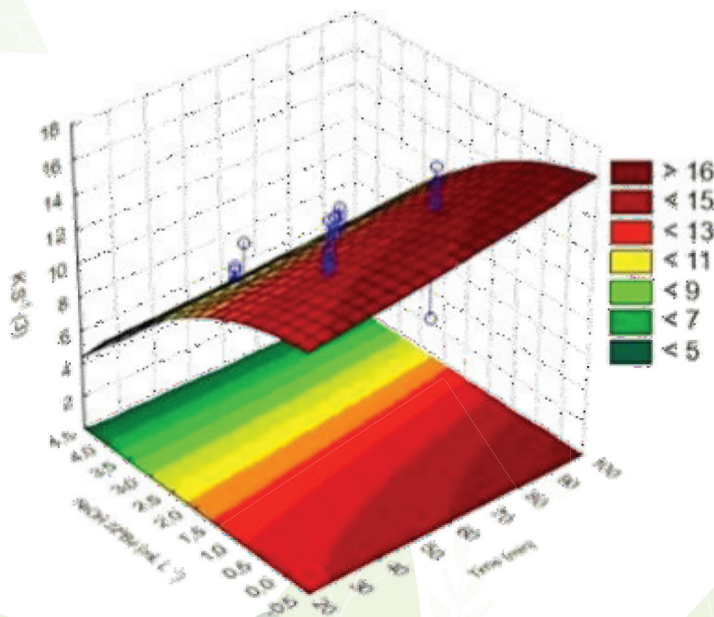
Assim como observado nas interações entre $[\text{NaCl}]/[\text{Na}_2\text{CO}_3]$ e $[\text{NaCl}]/\text{Tempo}$, o aumento dos fatores $[\text{NaCl}]$ e Tempo incrementaram os valores de K S^{-1} , com maior significância para $[\text{NaCl}]$.

Figura 6:
Interação entre os fatores $[\text{NaOH}]$ e $[\text{Na}_2\text{CO}_3]$.



Na interação entre $[\text{NaOH}]$ e $[\text{Na}_2\text{CO}_3]$, observou-se maior significância para a $[\text{NaOH}]$, que propiciou maiores valores de K S^{-1} em menores valores de concentração.

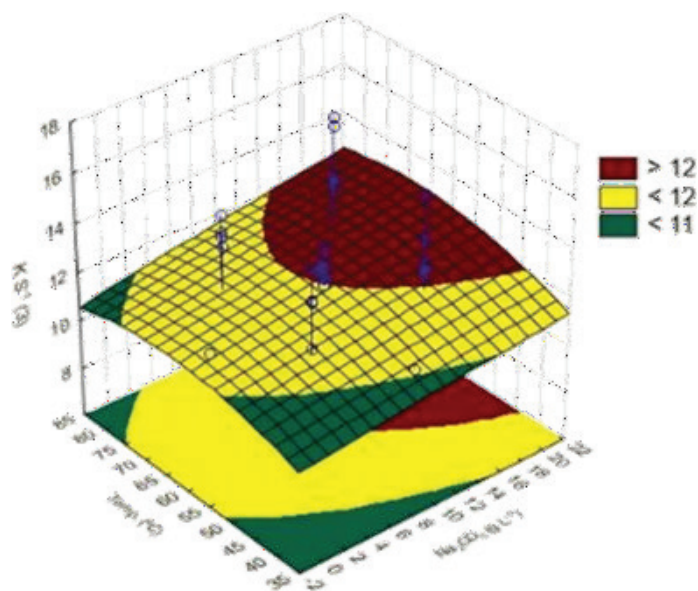
Figura 7:
Interação entre os fatores $[\text{NaOH}]$ e Tempo.



Na interação entre [NaOH] e Tempo, observou-se um comportamento semelhante à interação entre [NaOH] e [Na₂CO₃]. A maior significância apresentada também foi a [NaOH], que propiciou maiores valores de K S⁻¹ em menores valores de concentração

Figura 8:

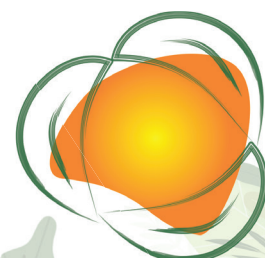
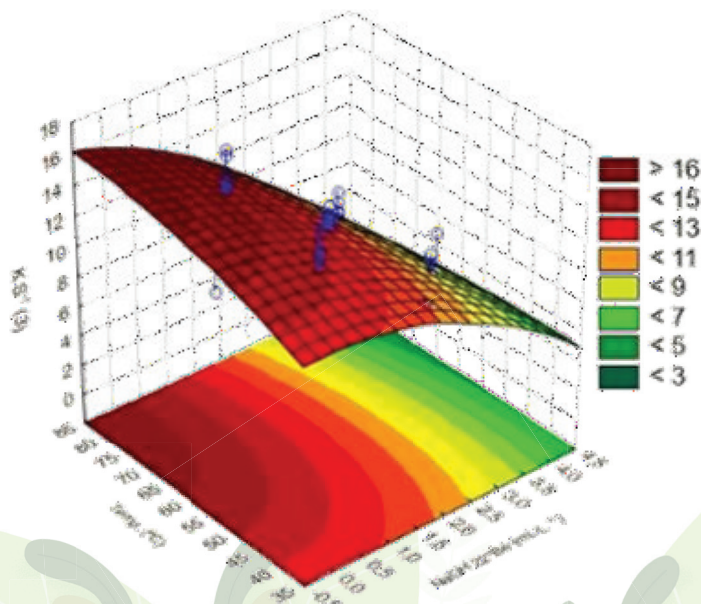
Interação entre os fatores Temperatura e [Na₂CO₃].



Na interação entre Temperatura e [Na₂CO₃], observou-se que maiores valores de K S⁻¹ foram obtidos com valores de temperatura próximos ao ponto central, enquanto o [Na₂CO₃] propiciou maiores valores de K S⁻¹ em concentrações entre 18 g L⁻¹ e 20 g L⁻¹.

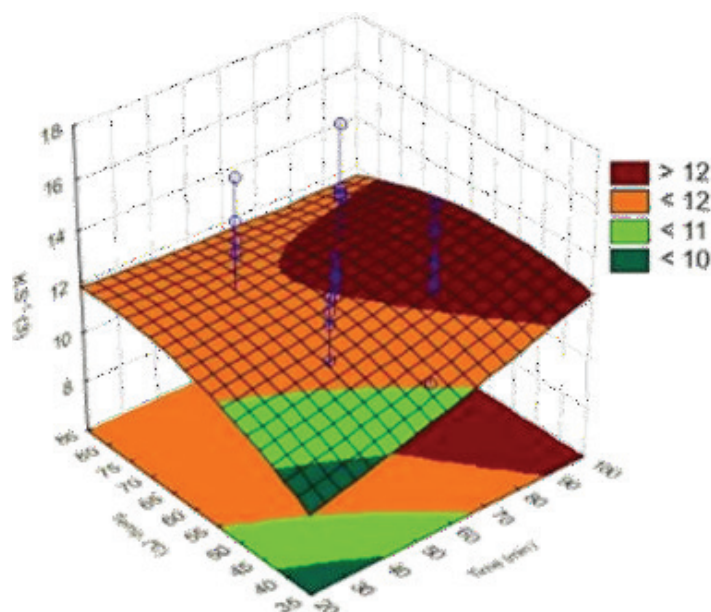
Figura 9:

Interação entre os fatores Temperatura e [NaOH].



A interação entre Temperatura e [NaOH] demonstrou comportamento semelhante à interação entre [NaOH] / Tempo e [NaOH] / [Na₂CO₃]. A [NaOH] apresentou mesmo comportamento, ou seja, maiores valores de K S⁻¹ foram obtidos com menores valores de concentração.

Figura 10:
Interação entre os fatores Temperatura e Tempo.

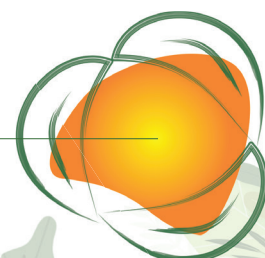


Na interação entre Temperatura e Tempo, observou-se que, para a temperatura, valores acima do ponto central não apresentaram significância no aumento dos valores de K S⁻¹. Entretanto, maior tempo de patamar propiciaram um aumento significativo nos valores de K S⁻¹.

Baseando-se nas SR e na equação do modelo, adquiriram-se os valores ideais dos fatores estudados que foram comparados, experimentalmente, aos valores baseados nas recomendações do fabricante (Tabela 4).

Tabela 4:
Valores otimizados para os fatores estudados

Fatores	Otimizado	Fabricante
Time (min)	76	60
Na ₂ CO ₃ (g L ⁻¹)	22,5	10
NaOH 22°Bé (mL L ⁻¹)	0,34	2
Temp. (°C)	53	60
NaCl (g L ⁻¹)	76	50



Os tingimentos comparativos também foram executados pelo processo “*All-in*”. Após o final do processo, avaliou-se o $K S^{-1}$ das amostras finais, comparando a solidez das cores à água entre os dois processos (ABNT, 2013).

Os valores de $K S^{-1}$ e os índices de solidez foram obtidos por espectrofotometria visível, sob iluminante D65, 10° (Konica-Minolta CM 3600d). As leituras dos valores de $K S^{-1}$, observadas em $\lambda_{\text{máx}} = 670 \text{ nm}$, ficaram em 13,723 para o tingimento otimizado e em 12,830 para o tingimento efetuado com os parâmetros definidos pelo fabricante, representando um incremento colorístico de 16,27%, demonstrando assim a eficácia obtida por meio da aplicação do modelo. Os índices de solidez da cor para alteração e transferência não apresentaram diferença entre os dois processos (otimizado e fornecedor) obtendo o valor de 4/ para ambos, numa escala que varia de 1 (péssimo) a 5 (excelente).

Rosa et al. (2019) utilizaram a MSR para otimizar o tingimento com o corante Reactive Blue 21 com a verificação da influência do quantitativo de insumos utilizados no tingimento, comparando-os ao tradicional utilizado pela indústria têxtil do estudo. Eles demonstraram a aplicabilidade da metodologia ao obter um aumento do índice colorístico, sem alterações nos índices de solidez do tecido.

Um maior rendimento do corante durante o tingimento está diretamente relacionado ao residual de corante presente no efluente têxtil. Sendo assim, a remoção de cor de descargas de tingimento é uma preocupação constante. Kale e Kane (2019) utilizaram a modelagem matemática no tratamento da remoção de cor ao apontarem a importante questão ambiental relacionada à intensidade de cor dos corantes presentes nos residuais de tingimento.

A preocupação da descoloração de águas residuais têxteis é ainda maior em relação aos corantes reativos, devido à complexidade química estrutural. Os corantes reativos do tipo ftalocianina apresentam uma dificuldade ainda maior em virtude das suas propriedades de alta solubilidade e boa resistência à degradação (DUY ET AL., 2019; MATTHEWS, BOTTOMLEY E PAVLOSTATHIS, 2009).



CONCLUSÕES

Os resultados demonstraram que esta metodologia pode ser aplicada em tingimentos realizados com o corante RB 21. Os parâmetros definidos pelo modelo representaram no aumento colorístico do tecido, culminando num maior esgotamento do banho de tingimento, em relação ao tingimento executado com os parâmetros recomendados pelo fabricante, e isso reflete um efluente menos contaminado com corante e, conseqüentemente, numa menor liberação de corante ao ambiente aquático. Além disso, a aplicação do modelo não interferiu nos índices de solidez da cor, demonstrando que o processo pode ser executado sem detrimento da qualidade da cor final.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 105-E01:2013**: Têxteis — Ensaio de solidez da cor Parte E01: Solidez da cor à água. Rio de Janeiro, 2014. 10 p.

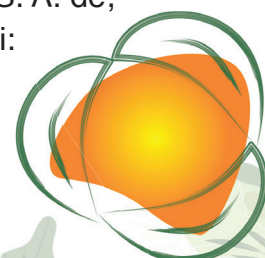
ASSÉMIAN, A. S.; KOUASSI, K. E.; ZOGBÉ, A. E.; ADOUBY, K.; DROGUI, P. In-situ generation of effective coagulant to treat textile bio-refractory wastewater: optimization through response surface methodology. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, [S.L.], v. 6, n. 4, p. 5587-5594, ago. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jece.2018.08.050>.

DAS, A.; MISHRA, S. Removal of textile dye reactive green-19 using bacterial consortium: process optimization using response surface methodology and kinetics study. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, [S.L.], v. 5, n. 1, p. 612-627, fev. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jece.2016.10.005>.

DUY, N. N.; PHU, D. V.; LAN, N. T. K.; DUOC, N. T.; HIEN, N. Q.; HIEP, B. N.; HAN, B. N.; HA, B. M. Treatment of Real Textile Wastewater Using Electron Beam Irradiation. **Acta Chemica Iasi**, [S.L.], v. 27, n. 2, p. 303-316, 1 dez. 2019. Editura Universitatii Alexandru Ioan Cuza din Iasi. <http://dx.doi.org/10.2478/achi-2019-0019>.

ESKANDARLOO, H.; BADIEI, A.; BEHNAJADY, M. A.; ZIARANI, G. M. Hybrid Homogeneous and Heterogeneous Photocatalytic Processes for Removal of Triphenylmethane Dyes: artificial neural network modeling. **Clean - Soil, Air, Water**, [S.L.], v. 44, n. 7, p. 809-817, 21 mar. 2016. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/clen.201400449>.

FERREIRA, M. G. G.; COSTA, R. M. da.; BEZERRA, R. do N.; SOUZA, S. A. de; NUNES, S.D. P.; FILETI, A. M. F.; ROSA, J. M. Estamparia Digital: parte i: estudo comparativo entre processos de desengomagens enzimática e



oxidativa em tecidos planos de algodão 100%. **Química Têxtil**. São Paulo, v. 199, p. 44-53. jun. 2015.

HASSAN, M. S. Removal of reactive dyes from textile wastewater by immobilized chitosan upon grafted Jute fibers with acrylic acid by gamma irradiation. **Radiation Physics and Chemistry**, [S.L.], v. 115, p. 55-61, out. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.radphyschem.2015.05.038>.

KALE, R. D.; KANE, P. B. Colour removal of phthalocyanine based reactive dye by nanoparticles. **Groundwater for Sustainable Development**, [S.L.], v. 8, p. 309-318, abr. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gsd.2018.11.007>.

KHAMPARIA, S.; JASPAL, D. Study of decolorisation of binary dye mixture by response surface methodology. **Journal of Environmental Management**, [S.L.], v. 201, p. 316-326, out. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.06.050>.

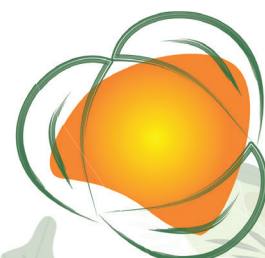
LI, M.; GAO, A.; WU, L.; FU, D.; XIE, K. Crosslinking formulations based on novel reactive disperse dyes for printing cotton fabrics. **Textile Research Journal**, [S.L.], v. 87, n. 17, p. 2127- 2132, 13 set. 2016. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/0040517516665256>.


MATTHEWS, R. D.; BOTTOMLEY, L. A.; PAVLOSTATHIS, S. G. Palladium-catalyzed hydrogen reduction and decolorization of reactive phthalocyanine dyes. **Desalination**, [S.L.], v. 248, n. 1-3, p. 816-825, nov. 2009. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.desal.2008.12.043>.

ROSA, J. M.; GARCIA, V. S.G.; BOIANI, N. F.; MELO, C. G.; PEREIRA, M. da C.C.; BORRELY, S. I. Toxicity and environmental impacts approached in the dyeing of polyamide, polyester and cotton knits. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, [S.L.], v. 7, n. 2, p. 102973, abr. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jece.2019.102973>.

SALEM, V. **Tingimento Têxtil**: fibras, conceitos e tecnologias. São Paulo: Blucher; Golden Tecnologia, 2010.

SHORE, J. **Colorants and Auxiliaries**: organic chemistry and application properties. 2. ed. Manchester: Society of Dyers and Colourists, 2002.





APLICAÇÃO DE CORANTES NATURAIS ERVA-MATE (*ILEX PARAGUARIENSES*) E JENIPAPO (*GENIPA AMERICANA*) NO TINGIMENTO DE ALGODÃO E VISCOSE

DORALICE DE SOUZA LURO BALAN¹

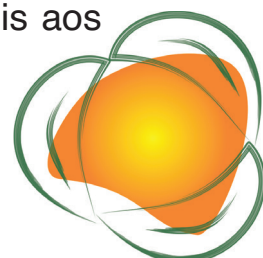
REAPROVEITAMENTO, REUTILIZAÇÃO E TRATAMENTO DE RESÍDUOS

RESUMO

O setor têxtil nacional é representado pela indústria, confecção e moda. Esta cadeia vem incentivando a utilização de insumos originais como os corantes naturais. Seu uso artesanal ou comercial, liga o setor têxtil à sustentabilidade e proteção ambiental. Sendo menos agressivos que os corantes sintéticos diferenciam, dão valor e qualidade ao artigo final. O tingimento natural é simples e acessível, entretanto problemas nas tonalidades e manutenção da cor exigem pesquisas ainda em desenvolvimento. Foram objetivos deste projeto: estabelecer um tingimento têxtil com corantes vegetais e empregar diferentes mordentes para fixação da cor; determinar a efetividade e estabilidade da cor obtida em tecidos planos de algodão e de viscosa. A metodologia abrangeu a utilização de tingimento a quente e foram testados pela sua importância e popularidade os corantes erva-mate (*Ilex p.*) e jenipapo (*Genipa a.*); foram realizados ensaios padrão de laboratório relativos a solidez da cor à lavagem doméstica e à fricção a seco e a úmido. Os tecidos amostrados alcançaram como resultado um perfil de tingimento satisfatório para o procedimento utilizado. As tonalidades obtidas são condizentes com os grupos cromóforos presentes nos corantes. O erva-mate apresentou tons marrom amarelados e o jenipapo proporcionou tons cinza azulados. Os tecidos tingidos pelo método artesanal/experimental obtiveram resultados de solidez equiparáveis aos

400

¹ Profa. Dra. Doralice S. L. Balan. Faculdade de Tecnologia de Americana – Centro Paula Souza, Coordenadoria Têxtil, Americana, SP. doralice.balan@fatec.sp.gov.br



tecidos tingidos industrialmente, atendendo assim as normas de qualidade para comercialização. Esta pesquisa gerou soluções tecnológicas dando segurança e referência no uso de corantes naturais em artigos têxteis, podendo representar uma inovação setorial pela substituição de produtos e aprimoramento de processos.

Palavras-chave: Corantes Vegetais; Sustentabilidade; Solidez; Mordentes.

INTRODUÇÃO

O setor têxtil nacional é composto pela indústria, confecção e moda, é uma das cadeias produtivas mais atingida atualmente pela concorrência internacional.

Esta conjuntura, vem incentivando o desenvolvimento de modelos para diferenciar seus produtos por inovação ou utilização de insumos originais, entre eles os corantes naturais.

O corante natural é uma substância colorida extraída por processos físico-químicos (dissolução, precipitação) ou bioquímicos (como a fermentação); deve ser solúvel no meio líquido onde é mergulhado o material a tingir. Pode originar-se de plantas, animais e minerais.

Por serem bem menos agressivos que os corantes sintéticos, esses corantes vinculam diferenciação, valor e qualidade ao artigo final.

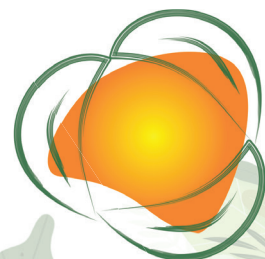
Neste viés produtivo, encontra-se a crescente utilização de corantes naturais nos processos de tingimento e estamparia têxtil.

Habitualmente aplicados para tingimentos artesanais, e mais recentemente comerciais, os corantes naturais são também uma alternativa eficaz para ligar o setor têxtil à sustentabilidade e a proteção ambiental.

Alguns exemplos de grandes organizações do mercado, tem apresentado e comercializado, produtos com a perspectiva de cuidado ambiental.

A empresa franco-brasileira VERT fundada em 2004, usa tinturas vegetais e não poluentes no tingimento dos tênis ecologicamente corretos da marca, que são processados de forma manual (VERT, 2019).

A expansão de nichos de mercado que valorizam os produtos naturais incentiva a procura por novas fontes desses corantes,



cuja demanda tem aumentado. Há um empenho do setor têxtil em fortalecer um estilo próprio, qualidade do produto, respeito social e ambiental (TEXBRASIL, 2019).

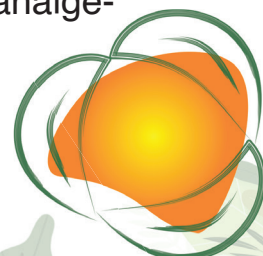
No Brasil, os corantes provenientes de espécies nativas do cerrado, de origem amazônica ou de florestas litorâneas movimentam a economia e o mercado de trabalho destas regiões. Assim, o país destaca-se como um potencial fornecedor destas matérias-primas corantes, mediante a sua riqueza em biodiversidade (IAMAMURA e KANAMARU, 2018).

Assinalado por Ferreira (1998) e por Rodrigues e Ramos (2013) dentre os corantes naturais mais usados no tingimento artesanal no Brasil estão: urucum, erva-mate, açafrão, anileira, pau-brasil e o jenipapo.

A erva-mate, *Ilex paraguarienses*, é nativa da região subtropical da América do Sul, encontrada no Brasil, norte da Argentina, Paraguai e Uruguai. Seu uso teve início pelos indígenas sul-americanos, sobretudo os guaranis, na forma de uma infusão das folhas e, também como corante para tingimento. A erva-mate tem alta importância econômica no Brasil, sendo empregada para fins tintoriais, medicinais e alimentares (DAMASCENO; SILVA e FRANCISCO, 2010; BALAN, 2017).

O corante erva-mate é obtido de folhas e ramos do vegetal, possui os pigmentos de clorofilas e carotenóides, além de compostos como flavonóides, alcalóides (cafeína), taninos e saponinas. As clorofilas presentes tingem no espectro verde e os carotenóides do amarelo, laranja ao vermelho (FERREIRA, 1998).

O jenipapo é uma árvore da família Rubiaceae, nativa na América do Sul em regiões de clima tropical úmido, solos profundos e bem drenados; abrange desde a Guiana e Marajó no Pará, até São Paulo e Mato Grosso. Fora do Brasil, sua distribuição estende-se do México às Antilhas. Seu nome científico é *Genipa americana*, vindo do tupi-guarani, “jandipap”, que significa “fruto que serve para pintar”. Na cultura popular possui indicações medicinais devido ao quinino (sulfato de quinina) com funções antimalárica, antipirética e analgésica (SANTOS, MANN e FERREIRA, 2011).



O corante azul jenipapo, é resultado da reação da genipina contida no fruto, com aminoácidos presentes no meio. O resultado em substrato proteico, como a pele humana, é um corante azul marinho intenso denominado azul de genipina. Essa matéria corante é solúvel na água e no álcool. Com o tempo, pode tornar-se preta por oxidação em contato com o ar (ANDRADE *et.al*, 2017).

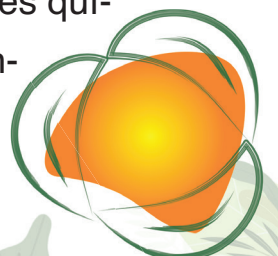
Uma das práticas essenciais na área têxtil sustentável é a correta seleção de materiais empregados, fator importante para a diminuição de impactos ambientais e preservação dos recursos naturais. Despontam em volume e importância de uso nos substratos têxteis, a fibra natural de algodão e a fibra celulósica viscosa, a “seda artificial”, produzida a partir de cavacos de madeira ou do *linter* da semente do algodão. Ambas as fibras apresentam boa absorção da umidade, são macias, tem bom caimento, brilho e durabilidade (LI *et.al.*, 2018).

Neste contexto de exigências, as características de solidez ou estabilidade da cor à lavagem, à fricção a seco e a úmido e, a solidez à luz são consideradas as mais importantes dos materiais têxteis (SAMANTA e AGARWAL, 2009).

Alguns institutos internacionais como as certificadoras OEKO TEX® ou a ECOLABEL e nacionais como Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro) e a Associação Brasileira do Vestuário, propõem regulamentação específica para artigos têxteis. As regulamentações contribuem para a tomada de decisão do consumidor no ato da compra (FRANCO e COSTA, 2010).

Para que esta intenção seja assegurada há necessidade de pesquisas e aplicação de ensaios de determinação, como as propostas neste trabalho.

O tingimento com corantes vegetais é relativamente simples, mas a efetividade das cores e sua manutenção exigem o domínio de alguns princípios químicos, físicos e botânicos. Neste sentido, a estabilidade do corante, sua fixação usualmente com o emprego de mordentes, as caracterizações químicas, estudos toxicológicos e farmacológicos são informações fundamentais no desenvolvimento de um produto (BALAN, 2018; 2020).



Esta pesquisa tem como objetivos: apresentar uma visão abrangente sobre a aplicação adequada de corantes naturais em substratos têxteis; estabelecer um tingimento têxtil com os corantes vegetais erva-mate e jenipapo; determinar a solidez/estabilidade da cor obtida; encontrar uma forma de amenizar o impacto ambiental negativo dos tingimentos, por via de uma composição menos agressiva no processo e considerada sustentável.

METODOLOGIA

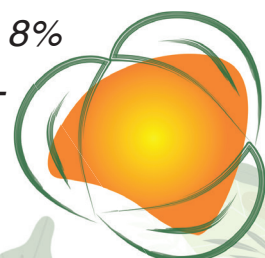
Esta pesquisa foi realizada por investigação bibliográfica, revisão de literatura e testes práticos padronizados de laboratório. Para dar suporte e embasamento ao trabalho, foi utilizada a pesquisa exploratória; quanto ao delineamento da pesquisa, o estudo prático de laboratório foi o meio definido (GIL, 2008).

1. Corantes naturais – foram selecionados dois corantes vegetais amplamente utilizados: o erva-mate, do grupo clorofila-carotenóide extraídos das folhas de Ilex paraguariense e o corante jenipapo do grupo terpenos/iridóides extraído do fruto de Genipa americana.

2. Processo de extração: foram realizadas extrações dos corantes naturais das folhas de erva- mate e também do fruto de jenipapo, por dissolução em solução aquosa (procedimento para produção de extratos Etnobotânica). O extrato em 100% de concentração possui 10% de princípio ativo (FERREIRA, 2011).

3. Substratos têxteis: os testes de tingimento foram realizados em tecido plano PA (pronto para tingimento) 100% algodão e tecido plano PA de viscose 50% algodão na dimensão de 20X20 centímetros.

4. Tingimento: ocorreu por esgotamento em banho de imersão a quente 1:30 em recipiente de inox e com uso de fixador acetato de alumínio ou acetato de Ferro III (co-mordência) a 8% do peso do tecido. O uso de vidrarias, balanças e aquecedores são materiais empregados nos processos.



5. *Teste de solidez da cor a lavagem: os ensaios transcorreram utilizando-se os parâmetros recomendados pela ABNT (a) NBR ISO 10597 (1984) - Têxteis - Ensaio de solidez da cor. A norma foi empregada sob procedimentos de lavagem doméstica usando um detergente padrão de referência. Após as lavagens o desbotamento/solidez e o manchamento /transferência de cor das amostras, foram avaliados na escala de cinza (ABNT NBR ISO 105-2006).*

6. *Testes de solidez a fricção a úmido e a seco: o ensaio foi realizado de acordo com a ABNT*

(b) NBR 8432 – 1984. Foi utilizado o Crockmeter e um tecido testemunha determinado pela norma. A escala de cinza para avaliação foi utilizada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os resultados obtidos foi possível constatar que os corantes vegetais empregados podem ser utilizados de maneira eficaz no tingimento de tecidos naturais (algodão) e artificiais (viscose).

405

Os tecidos alcançaram um perfil de tingimento satisfatório para o método utilizado.

As cores obtidas estão representadas na Figura 01 para erva-mate e na Figura 02 para jenipapo.

A Figura 01 evidencia as amostras a e b em de tecido de algodão sendo tingidas, respectivamente, na presença de mordente acetato de alumínio e mordente acetato de ferro III. A amostra c é tecido viscose que recebeu mordente alumínio; a amostra d é tecido viscose que recebeu mordente ferro III.

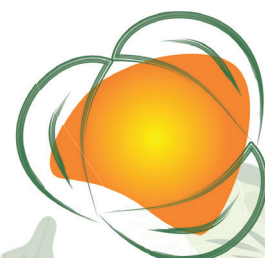


Figura 01:
Tecidos de algodão e viscose tingidos com erva-mate



a b c d

As tonalidades obtidas são condizentes com os grupos cromóforos presentes nos corantes. O erva-mate pertence ao grupo clorofila-carotenóides e o jenipapo ao grupo terpenos-iridóides.

O tingimento com erva-mate apresentou tons marrom amarelados. O jenipapo proporcionou tons cinza azulados.

O mordente alumínio conferiu cores mais claras e não interferiu tanto nas cores típicas esperadas; o mordente ferro resultou cores mais fortes e escuras. Foram utilizados como agentes fixadores da cor, produtos de baixo impacto ambiental (FERREIRA, 1998; 2011).

Na Figura 02 de tingimento com jenipapo as amostras a e b são de tecido algodão tingido respectivamente, com mordente alumínio e mordente ferro III. As amostras c e d são tecido viscose, na devida ordem, com uso de mordente alumínio e mordente ferro III.

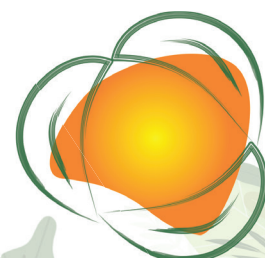


Figura 01:
Tecidos de algodão e viscose tingidos com erva-mate



a b c d

O emprego de mordentes tem uma função importante: a fixação da cor. O mordente permite conhecer exatamente a cor do pigmento absorvido pelo fio ou tecido. Dependendo do mordente aplicado os resultados de cor podem ser diferentes (KAWAKAMI, 2020).

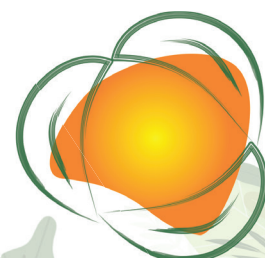
Este fenômeno pode ser percebido e confirmado nos testes deste trabalho.

A Tabela 01 e Tabela 02 representam os ensaios de solidez a lavagem e solidez à fricção nos tecidos tingidos.

Segundo a norma brasileira a solidez da cor é definida como a “resistência da cor dos materiais têxteis aos diferentes agentes, aos quais possam ser expostos durante sua fabricação e uso subsequente” (ABNT (b) 1984).

As alterações e transferências de cor devem ser avaliadas visualmente em comparação a uma escala de tons de cinza padronizada e quantificada com números de 1 a 5. O valor 5 qualifica a não-transferência de cor; 4 pequena transferência de cor; 3 regular e os valores 1 e 2 qualificam alta transferência de cor e, sinalizam têxteis não comercializáveis.

Para os testes de lavagem foram utilizados o sabão padrão oficial de referência exigido pela norma ABNT e um sabão comercial de boa qualidade e não alcalino.



Os testes de solidez à lavagem para tecidos de algodão e viscose apresentaram valores entre 4 ou 5 para todos os tingimentos (Tabela 01 e Tabela 02).

Tabela 01:
Análise da qualidade do tingimento no tecido de algodão

Tingimento	Solidez a lavagem	Solidez fricção a úmido	Solidez fricção a seco
Corante erva-mate mordente acetato de alumínio	5	4	5
Corante erva-mate mordente acetato de ferro III	4	4	5
Corante jenipapo mordente acetato de alumínio	5	5	5
Corante jenipapo mordente acetato de ferro III	5	4	5

Os valores após lavagem demonstraram pouca alteração entre si, com bons resultados conseguidos.

O tecido de algodão apresentou melhor solidez a lavagem, pouco superior ao tecido de viscose (Tabela 2).

Os testes de solidez à fricção referem-se a capacidade da cor dos têxteis de resistir ao atrito, tanto o atrito seco quanto o úmido.

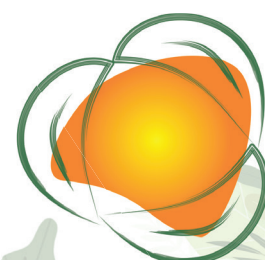


Tabela 02:
Análise da qualidade do tingimento no tecido de viscose

Tingimento	Solidez a lavagem	Solidez fricção a úmido	Solidez fricção a seco
Corante erva-mate mordente acetato de alumínio	4	4	5
Corante erva-mate mordente acetato de ferro III	4	4	4
Corante jenipapo mordente acetato de alumínio	4	4	5
Corante jenipapo mordente acetato de ferro III	4	4	4

Quanto a solidez à fricção os valores à úmido para algodão e viscose para tingimento com erva-mate e com jenipapo são semelhantes. Já os valores no ensaio a seco para as duas amostras diferem pouco entre elas, com algodão apresentando melhores resultados (Tabela 01 e Tabela 02).

Os tecidos tingidos pelo método artesanal/experimental obtiveram resultados de solidez a lavagem e fricção equiparáveis aos tecidos tingidos industrialmente, atendendo assim as normas de qualidade para comercialização.

O melhor comportamento tintorial a lavagem foi do tecido de algodão e uma pequena alteração ocorreu na viscose.

Em compatibilidade com as descrições da literatura, a solidez à fricção a seco e a úmido da maioria dos corantes naturais varia habitualmente entre moderada a boa, não necessitando por isso de qualquer pós-tratamento com o objetivo de conseguir melhorar este requisito (KUNZ; CRUZ e NOVAIS, 2019).

Foi possível constatar que a metodologia empregada nesta pesquisa foi eficiente em processos artesanais de tingimento de tecidos.

É importante dar continuidade ao trabalho, conhecendo mais profundamente o comportamento das fibras na presença dos corantes e mordentes, colaborando com metas sustentáveis para o futuro da indústria têxtil.



CONCLUSÕES

Em simetria com o elevado grau de exigência dos consumidores atuais e a crescente concorrência dos têxteis e confeccionados, as empresas e artífices necessitam cada vez mais atestar a garantia da qualidade e a conformidade de seus produtos.

Os dados da pesquisa estabeleceram resultados que poderão subsidiar muitos procedimentos regulamentadores ao setor produtivo têxtil.

O segmento natural cresceu nos últimos anos devido a pressões dos consumidores, a mudanças sociais e a avanços tecnológicos, assim pesquisas com corantes naturais estão apenas começando.

Foi possível determinar a efetividade e estabilidade da cor obtida no tingimento com corantes naturais erva-mate e jenipapo em tecidos planos de algodão e de viscose.

Os corantes naturais são produzidos a partir de matérias-primas renováveis.

Seu baixo custo e técnicas simples de preparo recomendam seu uso no tingimento têxtil.

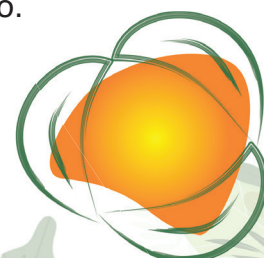
A variedade de tons e nuances de cor obtidas com um mesmo corante é significativa. O tingimento empregando corantes naturais trás exclusividade e personificação.

As contribuições geradas por este trabalho poderão representar uma inovação setorial, envolvendo substituição de produtos e aprimoramento de processos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (a). **NBR 8432**: materiais têxteis – determinação da solidez de cor à fricção. São Paulo: ABNT, 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (b). **NBR ISO 10597**: Materiais têxteis – ensaio de solidez de cor a lavagem- método acelerado. São Paulo: ABNT, 1984.



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR ISO 105**: Ensaio de solidez da cor Parte A02: Escala cinza para avaliação da alteração da cor. São Paulo: ABNT, 2006.

ANDRADE, E.L. *et.al.* Otimização experimental do processo de obtenção do corante azul de jenipapo em leite de jorro. pg347 353. *In* ENEMP 2017 XXXVIII Congresso Brasileiro de Sistemas Particulados 22 a 25 de outubro de 2017. Maringá, PR. **Anais** [...] Universidade Estadual de Maringá, 2017.

BALAN, D. S. L. Corantes naturais de aplicação têxtil: avaliação preliminar da toxicidade de urucum *Bixa orellana* L. (Malvales: Bixaceae) e hibisco *Hibiscus sabdariffa* L. (Malvales: Bixaceae). **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade** 4(7): 1-6, junho 2017.

BALAN, D.S.L. Corantes naturais de aplicação têxtil - avaliação da fitotoxicidade da erva mate (*Ilex paraguariensis*). *In*: **Anais do Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade** - Vol. 6, pg 347- 353, 2018.

BALAN, D.S.L. Corantes naturais em oficinas de aprendizagem - metodologia ativa baseada em projetos. **Anais do Congresso Nacional de Biólogos, Congrebio**, Vol 10, ago 2020.

DAMASCENO, S. M. B.; SILVA, F.T.F.; FRANCISCO, A.C. Sustentabilidade do processo de tingimento do tecido de algodão orgânico. **Anais XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, São Carlos, 2010, p. 1-12.

FERREIRA, Eber Lopes. **Corantes Naturais da flora brasileira**: guia prático de tingimento com plantas. Curitiba: Optagraf Editora e Gráfica Ltda., 1998.

FERREIRA, E. L. **Etnobotânica: o vestir da cor**. 2011. Disponível em: <http://www.etno-botanica.com/2011/11/o-vestir-da-cor-03.html>. Acesso em: 18 jun. 2019.

FRANCO, M.R.P.; COSTA, S.R.R. A percepção do consumidor sobre regulamentação técnica. Estudo de Casos: produtos têxteis. *In*: SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia Niterói, ago 2010. **Anais** [...] Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ. 2010.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª ed. São Paulo: Editora Atlas, 2008.

IAMAMURA, P.N.; KANAMURU, A.T.; GEPARDS GROUP. Corantes naturais do cerrado mineiro como saída sustentável para tecelagem artesanal . *In*: **Colóquio de Moda** , 2018 Curitiba PR. , 2019.

KAWAKAMI, H. **Tingimento natural**. Vox Gráfica, São Paulo, 2020, 142p.

KUNZ, L. F. D.; CRUZ, M.C.C.; NOVAIS, T.M.F. Análise técnica e ambiental do tingimento têxtil com corantes vegetais. **Conexão Ci.** , Formiga/MG, Vol. 14 , Nº 1 p. 7-13, 2019.



LI, H. *et. al.* Methods to increase the reactivity of dissolving pulp in the viscose rayon production process: a review. **Cellulose** vol.25, 7. July 2018. p.3733-3753.

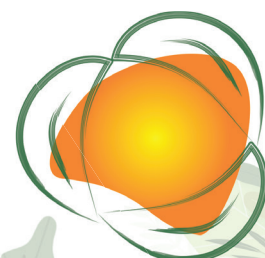
RODRIGUES, J.A.R.; ARAÚJO, M.C. Corantes naturais amazônicos: um estudo para a aplicação em produtos têxteis de moda. **Diálogos & Ciência** v. 11, n.34, p.65-71, jun. 2013.


SAMANTA, A.K.; AGARWAL, P. Application of natural dyes on textiles. **Indian Journal of Fibre and Textile Research**, 34, december 2009, p.384-399.

SANTOS, A.R.; MANN, R.S.; FERREIRA, R.A. Restrição hídrica em sementes de jenipapo (*Genipa americana* L.) 1 **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.35, n.2, p.213-220, 2011.

TEXBRASIL. **O Programa de Internacionalização da Indústria Têxtil e de Moda Brasileira**. Disponível em: <http://texbrasil.com.br/pt/> . Acesso em: 18 jul. 2020.

VERT. **O Projeto**. Disponível em: <https://www.vert-shoes.com.br/content/38-limites>. Acesso em: 18 ago. 2020.





INDUÇÃO ARTIFICIAL DE LACTAÇÃO EM BOVINOS: RESÍDUOS HORMONAIS E SUSTENTABILIDADE

MARIANA LUÍSA CHIEZI DE OLIVEIRA¹

FABIO LUIZ BIM²

JOSÉ EDUARDO GONÇALVES²

ISABELE PICADA EMANUELLI^{2,3}

ADRIANA CRISTINA ANIZELLI⁴

ELOÍSA DOS SANTOS SIVIERO⁴

SAÚDE, AMBIENTE E SOCIEDADE

RESUMO

A lactação fisiológica é efetiva quando ocorre a gestação. Na ocorrência de falhas reprodutivas não haverá a produção de leite. Em se tratando de animais de alta produção, gerará declínio na produção de leite, aumento do intervalo entre partos e descarte precoce de animais. Como alternativa, existem protocolos de indução de lactação compostos por combinações hormonais, simulando os períodos finais da gestação. Sendo assim, este trabalho objetiva investigar amostras de leite submetidas ao protocolo de indução artificial de

413

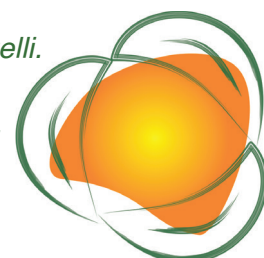
1 Prof. Me. Universidade Cesumar-Unicesumar – Programa de Mestrado em Tecnologias Limpas, marianalcoliveira@hotmail.com.

2 Prof. Dr. Universidade Cesumar-Unicesumar – Pesquisadores Produtividade do Instituto UniCesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação (ICETI), fbim52@hotmail.com; isabele.emanueli@unicesumar.edu.br; jose.goncalves@unicesumar.edu.br.

3 Prof. Dr. Universidade Cesumar-Unicesumar – Programas de Mestrado em Ciências, Tecnologias em Segurança Alimentar; isabele.emanueli@unicesumar.edu.br.

4 Aluna de Curso de Medicina Veterinária, Universidade Cesumar-Unicesumar, anizelli.adri@gmail.com.

4 Aluna do Curso de Mestrado em Tecnologias Limpas, Universidade Cesumar-Unicesumar, elosiviero@gmail.com.



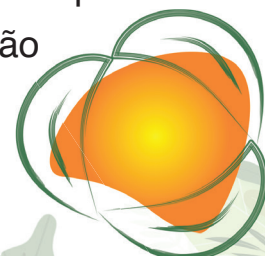
lactação, estabelecendo as curvas de decaimento dos resíduos hormonais. O estudo ocorreu na fazenda UNICESUMAR, na cidade de Maringá, estado do Paraná, foram utilizadas 4 vacas, sendo 2 submetidas ao protocolo hormonal e 2 com lactação fisiológica. O protocolo utilizado na indução foi composto por: BE (30ml – 20ml), P₄ (2ml), DEX (40ml), bST (500mg) e Cloprostenol (2ml), sendo realizadas análises de detecção para BE, P₄ e DEX nos 3 grupos (tratamento, controle e tanque de resfriamento), totalizando 50 amostras (10 amostras/dia) de 50ml cada. Verificou-se que não houve detecção de P₄ em nenhuma das amostras analisadas. O BE foi detectado apenas no leite induzido no D0. Já o DEX foi detectado em todos os dias nas amostras do grupo tratamento e tanque de resfriamento. Foi possível notar divergências com relação ao período de carência de fármacos, tornando indispensável novos estudos para quantificar a presença de hormônios no leite para consumo humano, a fim de auxiliar nas tomadas de decisões em relação à segurança alimentar, bem-estar animal e sustentabilidade na agroindústria leiteira.

Palavras-chave: Bovinocultura sustentável; Protocolo de indução e lactação; Resíduos; Segurança alimentar.

INTRODUÇÃO

O aumento da globalização e o crescimento da população mundial influenciam na sustentabilidade, principalmente das cadeias produtivas de alimentos de origem animal, devido aos impactos socioambientais causados pela pecuária (GOVINDAN, 2018). Portanto, é preciso investir em pesquisas que melhorem a produtividade, segurança alimentar e a sustentabilidade da cadeia (ZOCCA et al., 2018; ENAHORO et al., 2019).

O desenvolvimento sustentável caracteriza-se como uma reorganização de ideias e práticas que promoverão segurança para as gerações futuras. Em relação à pecuária, a agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU) (SILVESTRE; TIRCA, 2019) dispõe de 2 objetivos específicos, dentre os 17 objetivos totais, que asseguram a sustentabilidade e a segurança na produção de alimentos: (2) erradicar a fome e (12) consumo e produção responsáveis (FAO, 2018).



Um dos segmentos que possui papel importante na produção de proteína de origem animal e que causa grande impacto ao ambiente, é o de produção de leite, sendo responsável por mais de 15% das emissões de gases de efeito estufa da atividade pecuária (NOYA et al., 2018; RAFIEE et al., 2016). Além disso, a administração de fármacos no rebanho e o manejo do mesmo geram preocupações quanto a qualidade do leite (GARCIA; OSBURN; CULLOR, 2019).

O leite bovino é um alimento que sofre alterações físico-químicas e microbiológicas com facilidade, sendo primordial a higiene da ordenha, do manejo do rebanho e a cautela na administração de fármacos aos animais (KASHONGWE et al., 2017). Qualquer irregularidade em alguma dessas práticas pode resultar em alterações nas características do produto final, gerando diversos prejuízos à saúde do consumidor (MARTIN, 2011).

A lactação fisiológica em vacas depende de diversos hormônios para a secreção se efetivando apenas quando ocorre a gestação, portanto o processo de lactação depende do sistema reprodutivo (TRUCHET; HONVO-HOUÉTO, 2017). Para solucionar este problema, desenvolveu-se um protocolo de indução de lactação composto por combinações hormonais, levando a produção de leite (OLIVEIRA&FERREIRA, 2016; AKERS, 2017). O método é economicamente viável, pois induz a secreção de leite entre 50 a 80% da produtividade anterior do animal (KENSINGER, 2016; LAKHANI et al., 2017).

A maior parte dos protocolos especifica em bula um período de carência de 7 dias, sendo que neste período o leite ordenhado deve ser descartado (LAKHANI et al., 2017). Sendo os fármacos mais utilizados em protocolo de indução de lactação compostos por: progesterona (P4), prostaglandina (PGF2), estrógeno (ES) e somatotropina bovina (bST) (BRUL, 2016).

Caso essas substâncias sejam aplicadas de forma indevida e os períodos de carência não forem respeitados, resíduos podem ser transferidos para o leite, tornando vulnerável a contaminações (FONSECA; SANTOS, 2007). Organizações em todo mundo tem levado em consideração os Limites Máximos de Resíduos (LMR) de diferentes medicamentos veterinários no leite, objetivando a segurança alimentar para os consumidores



(CODEX, 2012). O leite que não segue estes padrões estabelecidos de LMR deve ser descartado.

Este leite, designado leite de descarte, é um leite não comercializável, contendo substâncias que o tornam impróprio para o consumo (ZOU et al., 2017). A fim de se evitar perdas econômicas nas propriedades, é ofertado o leite de descarte para outras espécies de animais, bezerras ou descartado no meio ambiente (LANGONI, 2013). O fornecimento desse leite com resíduos para bezerras pode acarretar problemas como o aumento do risco de resistência bacteriana (ALVES et al., 2017).

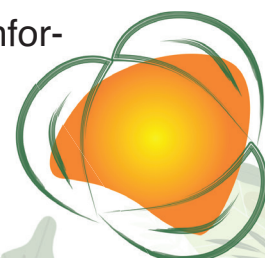
Ainda, quando descartados discriminadamente no meio ambiente, podem gerar danos ambientais, como a interferência na biodiversidade e contaminação de solos e rios (ENAHORO et al., 2019). Existem algumas limitações nos protocolos indutores de lactação, no entanto, a literatura científica disponível não investiga a sustentabilidade socioambiental relacionada ao descarte de leite no período de carência. (AKERS, 2017).

Esse trabalho teve como objetivo investigar os resíduos hormonais exógenos em leite de vacas submetidas ao protocolo de lactação induzida e estabelecer as curvas de decaimento dos resíduos hormonais e realizar diagnóstico da presença desses hormônios no leite de vacas submetidas a indução de lactação comparando com o leite de lactação fisiológica.

METODOLOGIA

O estudo ocorreu na fazenda da Universidade Cesumar-UNICESUMAR, na cidade de Maringá-PR (23°25'S, 51°57'W e altitude de 550 metros). Os animais utilizados foram da raça holandês e criados em confinamento no sistema *free stall*. O grupo tratamento foi composto por duas vacas submetidas ao protocolo de indução de lactação. O grupo controle foi composto por dois animais com lactação fisiológica gestacional.

A pesquisa foi submetida à Comissão Ética no Uso de Animais (CEUA) do Centro Universitário de Maringá/UNICESUMAR e aprovada conforme o protocolo nº 012/2019.



Protocolo hormonal

Para a indução da lactação os fármacos utilizados foram: somatotropina bovina - bST (500mg - Boostin®) aplicados a cada 7 dias, benzoato de estradiol - BE (30ml – Estrogin®) utilizado por 8 dias e (20ml – Estrogin®) por mais 6 dias, progesterona - P₄ (2ml - Sincrogest®) por 8 dias, dexametasona - DEX (40ml - Déxium®) nos 3 dias que antecedem a ordenha e Cloprostenol (2ml - Ciosin®) no dia anterior ao início da adaptação na ordenha. Devido ao curto período farmacocinético estabelecido na literatura do Cloprostenol (4 horas; MARTINS et al., 2011) e a ausência de período de carência do bST (Boostin®, bula) estes não participaram das análises. Portanto a detecção hormonal foi realizada para BE, P₄ e DEX.

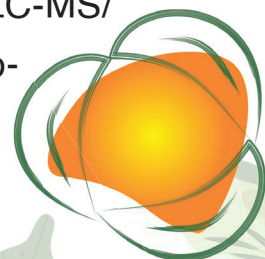
Coleta das amostras

As amostras foram coletadas nos dias 0 (início da ordenha), 1, 7, 10 e 24, sendo 25 ml coletados no período matutino e o restante na ordenha vespertina. Foram desprezados 3 primeiros jatos e coletadas 4 amostras das vacas induzidas, 4 amostras de leite das vacas controle e 2 amostras do tanque de resfriamento, totalizando 50 amostras. As amostras foram armazenadas em frascos do tipo Falcon® e armazenadas a -20°C.

Métodos de Análise

Foram adicionados 10g de cada amostra de leite em um tubo Falcon®, contendo 4g de sulfato de magnésio, 1g de cloreto de sódio, 1g de citrato trissódico, 0,5g de citrato dissódico e 15ml de acetonitrila. As amostras foram agitadas por 1 min em vórtex, seguido de centrifugação por 5 min. A camada superior obtida da mistura foi transferida para cartucho QuE-ChERS, agitando por 1 minuto em vórtex, seguido de decantação por centrifugação por 2 min. A camada superior foi filtrada diretamente para um vial. As extrações foram realizadas em triplicata.

Alíquotas de 3 µL das amostras foram analisadas por UHPLC-MS/MS utilizando um cromatógrafo Nexera X2 (Shimadzu, Japan), acoplado à um espectrômetro de massas de alta resolução Impact II



(geometria Q-tof, Bruker Daltonics Corporation, Alemanha). Para a cromatografia foi utilizada uma coluna C18 Acquity® (1,7 μm ; 2,1 mm x 50 mm) com uma eluição por gradiente, utilizando água (0,1% ácido fórmico) (A) e acetonitrila (0,1% ácido fórmico) (B) como fase móvel.

Análise de dados

Este estudo utilizou o software Data Analysis 4,3 (Bruker Daltonics Corporation, Alemanha) para visualização dos cromatogramas de íons totais e os espectros de MS e MS/MS das amostras.

Os dados obtidos por UHPLC-MS/MS foram analisados com a busca direta dos valores de m/z dos adutos referentes aos princípios ativos declarados no rótulo dos hormônios utilizados durante o experimento, conforme mostra a Tabela 1.

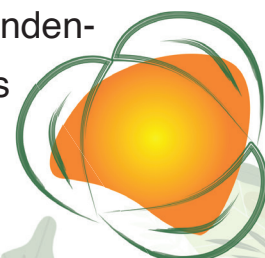
Tabela 01:
Hormônios utilizados no experimento, com seus respectivos princípios ativos, fórmulas moleculares, massas monoisotópicas e massas dos adutos

Nome Comercial	Princípio Ativo do Hormônio	Fórmula Molecular	Massa Monoisotópica)	Massa do Aduto [M+H] ⁺
Déxium®	Dexametasona	$\text{C}_{22}\text{H}_{29}\text{FO}_5$	392,1999	393,2077
Sincrogest®	Progesterona	$\text{C}_{21}\text{H}_{30}\text{O}_2$	314,2245	315,2323
Estrogin®	Benzoato de Estradiol	$\text{C}^{25}\text{H}_{28}\text{O}_3$	376,2038	377,2116

Resultados discussão

O protocolo de indução artificial de lactação do presente estudo foi responsivo em todas as vacas do grupo tratamento. As vacas chegaram a produção máxima entre 20 e 30 litros ($X=25,3\text{L}$) de leite por dia nos dias observados (entre D0 e D30).

Nas análises por UHPLC-MS/MS utilizou-se o modo de aquisição positivo para identificar a presença hormonal de BE, P_4 e DEX nas amostras de leite. A P_4 esteve ausente em todas as amostras dos três grupos, independente do dia da coleta. As análises para DEX foram positivas em todas as amostras de leite induzido e do tanque, até o 24º dia de coleta



(Figura 3). O hormônio BE esteve presente no leite induzido no primeiro dia de coleta. Além disso, nenhum resíduo dos hormônios estudados foi identificado em leite do grupo controle. P_4 e DEX estavam ausentes no leite do tanque.

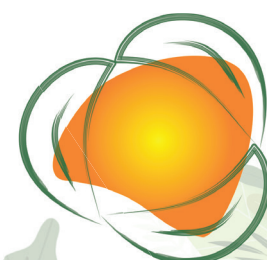
Figura 3:
Detecção hormonal nas amostras dos grupos: tratamento (GT), controle (C) e tanque (TQ). P - Presença; A – Ausência;

P4				DEX				BE			
Dias	GT	C	TQ	Dias	GT	C	TQ	Dias	GT	C	TQ
D0	A	A	A	D0	P	A	P	D0	P	A	A
D1	A	A	A	D1	P	A	P	D1	A	A	A
D7	A	A	A	D7	P	A	P	D7	A	A	A
D10	A	A	A	D10	P	A	P	D10	A	A	A
D24	A	A	A	D24	P	A	P	D24	A	A	A

A progesterona (P_4), têm sido utilizada em várias aplicações clínicas e para diversas finalidades (Rodrigues et al., 2013) e sua metabolização ocorre pelo sistema hepático (RODRIGUES et al., 2013). A ausência desse hormônio em todas as amostras analisadas coincide com a ausência do período de carência proposto por laboratórios farmacológicos.

Em relação a presença da dexametasona (DEX), o laboratório no qual foi utilizado o fármaco (Chemitec Agro-Veterinária), estabelece um período de 4 dias após a última aplicação. Embora a última aplicação de DEX tenha ocorrido no dia 0, identificou-se a presença até o 24º dia de lactação, notando que o período de carência deve ser revisado em relação aos animais em lactação.

Um outro hormônio presente no leite do lote das vacas induzidas a lactação durante o primeiro dia de coleta foi o BE. O hormônio foi aplicado pela última vez 7 dias antes do início da ordenha, e depois do oitavo dia já não foi mais detectado. No entanto na literatura científica não foi encontrado resultados sobre a presença deste hormônio no leite, sendo necessário realizar mais estudos.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise através da cromatografia líquida acoplada a espectrometria de massas de alta resolução mostrou-se eficiente para detectar os compostos, progesterona, benzoato de estradiol e dexametasona. A dexametasona se fez presente tanto na amostra de leite do animal, quanto do tanque de resfriamento por mais de 20 dias, ao utilizar o protocolo de indução de lactação descrito. A progesterona esteve ausente durante todo período de lactação, tanto no leite induzido, no fisiológico e do tanque de resfriamento. O benzoato de estradiol foi possível notar resíduo apenas no primeiro dia de lactação das vacas induzidas.

Foi possível notar divergências com relação ao período de carência de alguns fármacos, tornando indispensável novos estudos para quantificar a presença de hormônios no leite para consumo humano, a fim de auxiliar nas tomadas de decisões em relação à segurança alimentar, bem-estar animal e sustentabilidade na agroindústria leiteira.

REFERÊNCIAS

ALVES, Rafaela Carvalho et al. DESAFIOS PRODUTIVOS E AMBIENTAIS DO LEITE DE DESCARTE: UMA REVISÃO. 2017.

AKERS, R. M. A 100-Year Review: Mammary development and lactation. **Journal Of Dairy Science**, [s.l.], v. 100, n. 12, p.10332-10352, dez. 2017. American Dairy Science Association. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2017-12983>.

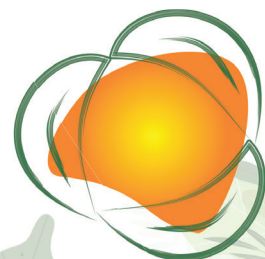
BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Portaria nº. 124 de 23 set. 1991, **Aprova métodos analíticos qualitativo e quantitativo de detecção de soro em leite**. In: Diário Oficial da União, 20 nov. 1991, p.26245-6.

BRUL, Stanley. Editorial overview: The rise of the 'omics' technologies and their relevance to food. **Current Opinion In Food Science**, v. 10, p.6-8, ago 2016. Elsevier BV, <http://dx.doi.org/10.1016/j.cofs.2016.10.001>.

CODEX (2012). Codex Alimentarius Commission - FAO and WHO: Maximum residue limits for veterinary drugs in foods. Updated as at the 35th session of the Codex. [Alimentarius Commission. Available at <http://www.codexalimentarius.net>].

EMBRAPA. Anuário Leite 2019. Brasília: **EMBRAPA**, 2020.

ENAHORO, D. et al. Supporting sustainable expansion of livestock production in South Asia and Sub-Saharan Africa: Scenario analysis



of investment options. **Global Food Security**, [s./], v. 20, p.114-121, mar. 2019. Elsevier BV. [<http://dx.doi.org/10.1016/j.gfs.2019.01.001>].

FAO. Food Outlook. **Biannual report on global food markets**. 2017. [<http://www.fao.org/3/a-i7343e.pdf>].

FAO. 2018. **World Livestock**: Transforming the livestock sector through the Sustainable Development Goals. Rome. 222 pp.

FONSECA, L. F. L.; SANTOS, M. V. Estratégias para controle de mastites e melhoria da qualidade do leite. **Barueri: Manole**, v. 1, 2007.

GARCIA, S. N.; OSBURN, B. I.; CULLOR, J. S. A one health perspective on dairy production and dairy food safety. **One Health**, [s./], v. 7, p.100086-100095, jun. 2019. Elsevier BV. [<http://dx.doi.org/10.1016/j.onehlt.2019.100086>].

GOVINDAN, Kannan. Sustainable consumption and production in the food supply chain: A conceptual framework. **International Journal Of Production Economics**, v. 195, p.419-431, jan. 2018. Elsevier BV, [<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2017.03.003>].

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Prod. Pec. munic.**, Rio de Janeiro, v. 44, p.1-51, 2016.

KASHONGWE, Olivier B. et al. Associations between milking practices, somatic cell counts and milk postharvest losses in smallholder dairy and pastoral camel herds in Kenya. **International Journal Of Veterinary Science And Medicine**, [s./], v. 5, n. 1, p.57-64, jun. 2017. Elsevier BV. [<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijvsm.2017.01.001>].

KENSINGER, R. S. Induced Lactation. **Reference Module In Food Science**, 2016. Elsevier. [<http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-08-100596-5.00845-3>].

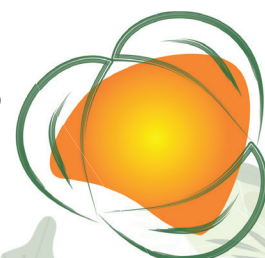
LAKHANI, P. et al. Artificial Induction of Lactation in Bovines: Scope and Limitations. **International Journal Of Livestock Research**, [s./], p.102-112, 2017. ScopeMed International Medical Journal Management and Indexing System. [<http://dx.doi.org/10.5455/ijlr.20170324031735>].

LANGONI, Helio. Qualidade do leite: utopia sem um programa sério de monitoramento da ocorrência de mastite bovina. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 33, n. 5, p. 620-626, 2013.

MARTIN, J. G. P. Resíduos de antimicrobianos em leite – uma revisão. **Segurança Alimentar e Nutricional**, [s./], v. 18, n. 2, p.80-87, 10 fev. 2011. Universidade Estadual de Campinas. [<http://dx.doi.org/10.20396/san.v18i2.8634680>].

NOYA, I. et al. Environmenta and water sustainability of milk production in Northeast Spain. **Science Of The Total Environment**, v. 616-617, p.1317-1329, mar. 2018. Elsevier BV. [<http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.10.186>].

OLIVEIRA, G. R. et al. Centro de Pesquisa em Alimentos da Escola de Veterinária da UFG. **Determinação de fraude de leite com soro (ácido siálico) - Método colorimétrico adaptado**, 1998.



OLIVEIRA, M. L.; FERREIRA, C. Indução da lactação em vacas. **Alm. Med. Vet. Zoo**, [s.l.], v. 1, n. 1, p.1-7, 2 jun. 2016.

PARRÓN, J. A. et al. Antiviral activity of bovine milk components: Extending the list of inhibitory proteins and seeking a better understanding of their neutralization mechanism. **Journal Of Functional Foods**, [s.l.], v. 44, p.103-111, maio 2018. Elsevier BV. [<http://dx.doi.org/10.1016/j.jff.2018.03.002>].

PESTANO, H. S. et al. Indução artificial de lactação em bovinos: histórico e evolução. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, Belo Horizonte, v.39, n.3, p.315-321, jul./set. 2015.

RAFIEE, S. et al. Sustainability evaluation of pasteurized milk production with a life cycle assessment approach: An Iranian case study. **Science Of The Total Environment**, [s.l.], v. 562, p.614-627, ago. 2016. Elsevier BV. [<http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.04.070>].

RODRIGUES, A. D. P.; PERES, R. F. G.; LEMES, A. P.; MARTINS, T.; PEREIRA, M. H. C.; DAY, M. L.; VASCONCELOS, J. L. M. Progesterone-based strategies to induce ovulation in prepubertal Nelore heifers. **Theriogenology**, New York, v. 79, n. 1, p. 135–141, 2013.

SILVESTRE, B. S.; TIRCA, D. M. Innovations for sustainable development: Moving toward a sustainable future. *Journal Of Cleaner Production*, [s.l.], v. 208, p.325-332, jan. 2019. **Elsevier**. [<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.244>].

SPOELSTRA, S. F. Sustainability research: Organizational challenge for intermediary research institutes. **Njas - Wageningen Journal Of Life Sciences**, [s.l.], v. 66, p.75-81, nov. 2013. Elsevier BV. [<http://dx.doi.org/10.1016/j.njas.2013.06.002>].

TRUCHET, S.; HONVO-HOUÉTO, E. Physiology of milk secretion. **Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism**, [s.l.], v. 31, n. 4, p.367-384, ago. 2017. Elsevier BV. [<http://dx.doi.org/10.1016/j.beem.2017.10.008>].

VASCONCELOS, J. L. M.; SÁ FILHO, O. G.; SILVA, A. T. Intravaginal progesterone device and/or temporary weaning on reproductive performance of anestrus crossbred Angus x Nelore cows. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 111, n. 2-4, p. 302–311. 2009.

ZOU, Yang et al. Effects of feeding untreated, pasteurized and acidified waste milk and bunk tank milk on the performance, serum metabolic profiles, immunity, and intestinal development in Holstein calves. **Journal of animal science and biotechnology**, v. 8, n. 1, p. 1-11, 2017.

ZOCCA, R. O. et al. Introduction to Sustainable Food Production. **Sustainable Food Systems From Agriculture To Industry**, p.3-46 2018. Elsevier. [<http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-811935-8.00001-9>].





Realização



INSTITUTO FEDERAL
Sul de Minas Gerais
Campus Muzambinho



Apoio



INSTITUTO FEDERAL
Sudeste de Minas Gerais
Campus Santos Dumont



UNIVERSIDADE
DO ESTADO DE MINAS GERAIS



DANONE
ONE PLANET. ONE HEALTH



MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



Prepare-se para a 19ª Edição do
Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas
nos dias 16, 17 e 18 de Novembro de 2022

Formato Presencial

**PLANETA TERRA, ÁGUA E AR - CONSCIÊNCIA,
CONSERVAÇÃO E EDUCAÇÃO**