



Semana Acadêmica do
Centro de Ciências de Balsas

SEMANA ACADÊMICA DO CENTRO DE CIÊNCIAS DE BALSAS

SUSTENTABILIDADE, TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO

Cláudio Luis de Araújo Neto
Leandro Gomes Domingos

ORGANIZADORES



EDUFMA



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO

Reitor Prof. Dr. Fernando Carvalho Silva
Vice-Reitor Prof. Dr. Leonardo Silva Soares



EDUFMA EDITORA DA UFMA

Coordenadora Dra. Suênia Oliveira Mendes
Conselho Editorial Prof. Dr. José Carlos Aragão Silva
Prof. Dr. Luis Henrique Serra
Profa. Dra. Ana Caroline Amorim Oliveira
Prof. Dr. Márcio José Celeri
Profa. Dra. Raimunda Ramos Marinho
Profa. Dra. Débora Batista Pinheiro Sousa
Prof. Dr. Edson Ferreira da Costa
Prof. Dr. Marcos Nicolau Santos da Silva
Prof. Dr. Carlos Delano Rodrigues
Prof. Dr. Felipe Barbosa Ribeiro
Profa. Dra. Maria Aurea Lira Feitosa
Prof. Dr. Flávio Luiz de Castro Freitas
Prof. Dr. José Ribamar Ferreira Junior
Bibliotecária Iole Costa Pinheiro



Associação Brasileira das Editoras Universitárias



All the contents of this work, except where otherwise noted, is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International license.

Todo o conteúdo deste trabalho, exceto quando houver ressalva, é publicado sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0.

Todo el contenido de esta obra, excepto donde se indique lo contrario, está bajo licencia de la licencia Creative Commons Reconocimiento 4.0.

**CLÁUDIO LUIS DE ARAÚJO NETO
LEANDRO GOMES DOMINGOS (ORGS)**

**SEMANA ACADÊMICA DO CENTRO DE CIÊNCIAS DE BALSAS
Sustentabilidade, Tecnologia e Desenvolvimento**

São Luís



EDUFMA

2025

© 2025 EDUFMA - Todos os direitos reservados

Projeto Gráfico e Capa: Carla Caroline Alves Carvalho e David Almeida Sousa
Logotipo comemorativa: Carla Caroline Alves Carvalho
Revisão e Diagramação: Leandro Gomes Domingos

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Semana acadêmica do Centro de Ciências de Balsas: Sustentabilidade, tecnologia e desenvolvimento / organizadores, Cláudio Luis de Araújo Neto, Leandro Gomes Domingos. – São Luís: EDUFMA, 2025.

ISBN: 978-65-5363-421-3.

Modo de acesso: word wide web

1. Ciência. 2. Tecnologia. 3. Engenharia. I. Araújo Neto, Cláudio Luis. II. Domingos, Leandro Gomes

CDU 62

Bibliotecária: Maria da Consolação Coelho Rocha CRB 13/604

CRIADO NO BRASIL [2025]

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte deste livro pode ser reproduzida, armazenada em um sistema de recuperação ou transmitida de qualquer forma ou por qualquer meio, eletrônico, mecânico, fotocópia, microimagem, gravação ou outro, sem permissão do autor.

| EDUFMA | EDITORA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO

Av. dos Portugueses, 1966 | Vila Bacanga

CEP: 65080-805 | São Luís | MA | Brasil

Telefone: (98) 3272-8157

www.edufma.ufma.br | edufma@ufma.br

SEMANA ACADÊMICA DO CENTRO DE CIÊNCIAS DE BALSAS
SUSTENTABILIDADE, TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO

COORDENAÇÃO GERAL

Prof. Dr. Cláudio Luis de Araújo Neto

VICE-COORDENAÇÃO

Prof.^a Dr.^a Regina Maria Mendes Oliveira

COMISSÃO ORGANIZADORA

Professores

Dr. Alyson Bruno Fonseca Neves
Dr.^a Amanda Paiva Farias
Dr.^a Ana Paula de Melo e Silva Vaz
Dr.^a Carla Caroline Alves Carvalho
Dr. Daniel Beserra Costa
Dr.^a Debora Batista Pinheiro Sousa
Dr. Edson Nunes Costa Paura
Dr.^a Gisélia Brito dos Santos
Dr.^a Juliana Bezerra Martins
Me. Leandro Gomes Domingos
Dr. Mateus Ribeiro Lage
Me. Moises de Araujo Santos Jacinto

Técnicos

Ma. Ana Laura Alves De Araujo
Lucas Arruda Santiago

Discentes

Aluísio Vieira De Sousa Junior
André Santos Nascimento
David Almeida Sousa
Lara Stefany de Oliveira Cruz
Olívia Juliana Dias de Andrade Petek

COMISSÃO CIENTÍFICA

ALYSON BRUNO FONSECA NEVES
Universidade Federal do Maranhão

AMANDA PAIVA FARIAS
Universidade Federal do Maranhão

ANA PAULA DE MELO E SILVA VAZ
Universidade Federal do Maranhão

CARLA CAROLINE ALVES CARVALHO
Universidade Federal do Maranhão

DANIEL BESERRA COSTA
Universidade Federal do Maranhão

DANIELA LIMA MACHADO DA SILVA
Universidade Federal do Ceará

DEBORA BATISTA PINHEIRO SOUSA
Universidade Federal do Maranhão

EDSON NUNES COSTA PAURA
Universidade Federal do Maranhão

JULIANA BEZERRA MARTINS
Universidade Federal do Maranhão

LEANDRO GOMES DOMINGOS
Universidade Federal do Maranhão

LISANDRA CRISTINE MONTEIRO BLANCO
Universidade Federal do Paraná

LUCAS MATEUS DA COSTA NERY
Universidade Federal do Pará

MATEUS RIBEIRO LAGE
Universidade Federal do Maranhão

MOISES DE ARAUJO SANTOS JACINTO
Universidade Federal do Maranhão

POLIANA LIMA ROCHA
Universidade Federal do Pará

REGINA MARIA MENDES OLIVEIRA
Universidade Federal do Maranhão

TALIANA RÉGIA CASTRO SEREJO SILVA
Instituto Militar de Engenharia

AGRADECIMENTOS

A realização deste e-book, que compila os artigos apresentados durante a Semana Acadêmica do Centro de Ciências de Balsas, é um reflexo do empenho coletivo de inúmeras pessoas e instituições, às quais expressamos nossa mais sincera gratidão.

Agradecemos aos autores e pesquisadores cujos artigos estão representados neste e-book. Cada capítulo reflete a dedicação e o rigor científico que caracterizam a busca incessante por conhecimento e inovação. Este e-book é uma celebração do esforço individual e coletivo que visa investigar os desafios locais e globais, proporcionando soluções sustentáveis para nossa região.

À Universidade Federal do Maranhão, especialmente ao Centro de Ciências de Balsas, por oferecer o espaço e o apoio necessário para a realização da Semana Acadêmica e publicação do e-book. Reconhecemos também o papel essencial dos professores, orientadores e mentores, cuja orientação e incentivo foram fundamentais para o sucesso das pesquisas aqui apresentadas.

Aos estudantes e participantes do evento, cuja curiosidade intelectual e empenho serviram como motores para a produção e difusão do conhecimento. Vocês são a essência do progresso científico e acadêmico.

Aos técnicos e colaboradores que desempenharam papéis essenciais na organização logística e administrativa da Semana Acadêmica, agradecemos pela eficiência e comprometimento.

Expressamos nossa gratidão às instituições e empresas que viabilizaram a materialização dessa obra.

Por fim, dedicamos este trabalho a todos que acreditam na ciência como ferramenta de transformação social e de desenvolvimento sustentável, especialmente na região sul do Maranhão. Que as reflexões e descobertas contidas neste trabalho inspirem novas ideias, diálogos e avanços em suas respectivas áreas, contribuindo para a construção de um futuro mais sustentável, inovador e justo.

Com gratidão,

Cláudio Luis de Araújo Neto

Coordenador Geral da Semana Acadêmica do Centro de Ciências de Balsas

Regina Maria Mendes Oliveira

Vice-Coordenadora da Semana Acadêmica do Centro de Ciências de Balsas

UFMA Balsas: um pouco de história

Gisélia Brito dos Santos
Professora do Curso de Bacharelado Interdisciplinar
em Ciência e Tecnologia
Diretora do Centro de Ciências de Balsas

*A vida é o dever que nós trouxemos para fazer em casa.
Quando se vê, já são seis horas!
Quando de vê, já é sexta-feira!
Quando se vê, já é natal...
[...]*

*Se me fosse dado um dia, outra oportunidade, eu nem olhava o relógio.
Seguiria sempre em frente e iria jogando pelo caminho a casca dourada e inútil das horas...
(Mário Quintana, O tempo.)¹*

Este é um livro distinto e comemorativo que traz um pouco da história da produção científica de dez anos de existência da Universidade Federal do Maranhão (UFMA) em Balsas, apresentada em 16 artigos científicos elaborados por professores e/ou alunos dos quatro cursos de graduação do Centro de Ciências de Balsas (CCBL).

Esta coletânea foi organizada pelos docentes Dr. Cláudio Luis de Araújo Neto, do Curso de Engenharia Ambiental, e Me. Leandro Gomes Domingos, do Curso de Engenharia Civil, e faz parte dos eventos comemorativos dos dez anos da UFMA de Balsas. Além disso, é oportuno ressaltar que, para festejar uma década de ensino, pesquisa e extensão de qualidade do CCBL, também foi realizado um evento esportivo denominado “Primeira competição de corrida em trilha do CCBL”, coordenado pelo servidor técnico, Charlilton Luís de Sales Moraes, e o evento acadêmico “Primeira Semana Acadêmica do CCBL”, coordenada pelo Professor Dr. Cláudio Luis de Araújo Neto.

Apresento, pois, uma síntese da trajetória de implantação do Centro de Ciências de Balsas, por meio deste texto ora iniciado, que consiste em parte da Palestra Magna proferida pela Diretora do CCBL, Professor Dra. Gisélia Brito dos Santos, na abertura da Semana Acadêmica do CCBL, no dia 3 de outubro de 2023.

Quando percebi, já tinham se passado dez anos da história de um campus cuja comunidade acadêmica assumiu como seu, lutou por ele e na história dele também fez a própria história, seja como docente, seja como técnico, seja como discente, seja como colaborador.

Vamos, então, não pelas horas, mas pelos fatos importantes que contribuíram para a escrita de uma década de história desta parte da UFMA que fica no sul do Maranhão.

O Campus de Balsas, da Universidade Federal do Maranhão, foi criado pela Resolução n. 08, do Conselho Universitário (CONSUN), de 7 de outubro de 1981, juntamente com os campi de Bacabal, Chapadinha, Imperatriz e Pinheiro, na gestão de Maria de Lourdes Portela Nunes, Vice-Reitora, em exercício da reitoria, na gestão do Reitor José Maria Cabral Marques, que geriu a UFMA de 1979 a 1988.

¹ QUINTANA, Mário. **O tempo**. Disponível em: <https://guatafoz.com.br/o-tempo-poema-de-mario-quintana/>. Acesso em: 25/09/2023.

Ainda no ano de sua criação, houve vestibular para o Campus de Balsas, cuja aplicação das provas aconteceu na então Escola Normal, atual Centro de Ensino Médio Dom Daniel Comboni, para os cursos de Agronomia e Pedagogia e teve como aprovados Maria Célia Dias de Castro e Marlene Costa Garcez, para o curso de Pedagogia, e Sandro Luís Grespan, para o curso de Agronomia. Conforme informações da Professora Marlene Garcez, somente Sandro Luís Grespan cursou a graduação para a qual fez o vestibular, pois os cursos não foram oferecidos em Balsas, mas em São Luís.

Apesar de o ano de criação ser o de 1981, a UFMA em Balsas só foi implantada em 2013, como parte da segunda etapa do Programa de Reestruturação e Expansão das Universidades (REUNI), instituído pelo Decreto nº 6.096, de 24 de abril de 2007. As tratativas para a implantação da UFMA, em Balsas, começaram ainda em 2012, com uma audiência pública na Câmara Municipal de Vereadores de Balsas, da qual participou a Assessora de Interiorização da UFMA, professora Dra. Cenivalva Miranda de Sousa Teixeira, representando o Reitor Prof. Dr. Natalino Salgado Filho. Nesta ocasião, a Certidão de Inteiro Teor² do terreno doado para a Construção do Campus de Balsas foi entregue à representante do Reitor. Este documento data de 21 de março de 2012 e apresenta as informações do registro do Cartório do Primeiro Ofício de Balsas, de uma área de 120 hectares, desmembrada da Fazenda Pombas 04, doada pela Zanella Incorporações LTDA e por Marcos Motta Mello à Prefeitura Municipal de Balsas, sob a obrigação de esta instituição transferi-la exclusivamente à Fundação Universidade Federal do Maranhão para a construção do “Campus universitário da UFMA”.

Além disso, foi acordado com a Prefeitura Municipal que as atividades acadêmicas do futuro campus universitário começariam no espaço cedido pela prefeitura, que era a antiga escola Municipal Maria Justina Serrão, localizada à Rua José Leão, 480, Centro, por um curto período de tempo, até que as instalações definitivas do Campus fossem construídas.

Em 29 de abril de 2013, o assessor da Pró-Reitoria de Ensino, representado pelo prof. João de Deus, veio a Balsas com uma comitiva para discutir a implantação da UFMA e, na ocasião, o projeto arquitetônico dos prédios foi apresentado³. O reitor anunciou que a previsão de início das atividades acadêmicas seria para o segundo semestre de 2013 e que o campus ofertaria cinco cursos de graduação: Licenciatura em Ciências Naturais, Bacharelado em Ciência e Tecnologia, (curso de primeiro ciclo), Engenharia Ambiental, Engenharia Civil e Engenharia Elétrica (cursos de segundo ciclo).

Feitos os acordos e as providências tomadas, a Gestão Superior da universidade organizou para que as atividades da UFMA, em Balsas, iniciassem no dia 27 de setembro de 2013, em uma sessão solene na Câmara de Vereadores⁴. Na Tribuna, o então Prefeito, Luis Rocha Filho (*in memoriam*), ressaltou os esforços do prefeito anterior, Francisco Coelho, para que a universidade federal fosse trazida para Balsas e falou da intenção de implantar na cidade, na área territorial do Bairro Cidade Nova, a UFMA, o IFMA e o IEMA.

² Balsas/MA. Cartório de registro de imóveis. **Certidão de inteiro teor**. Registro em: 21 de março de 2012.

³ UFMA entrega projeto do campus à Prefeitura de Balsas. **Universidade Federal do Maranhão**, 30 abr. 2013. Disponível em: <https://portais.ufma.br/PortalUfma/paginas/noticias/noticia.jsf?id=41576>. Acesso em 4/09/2023.

⁴ UFMA dá início às atividades no Campus de Balsas. **Universidade Federal do Maranhão**, 28 set. 2013. Disponível em: <https://portais.ufma.br/PortalUfma/paginas/noticias/noticia.jsf?id=42310>. Acesso em 20/08/2023.

Depois da sessão na câmara, todos se dirigiram à sede da UFMA, nas antigas instalações da Escola Municipal Maria Justina Serrão, onde a universidade funcionaria provisoriamente. Aconteceu, então, a aula inaugural no auditório da escola, com a presença dos convidados, autoridades políticas e dos calouros, que preencheram as 80 vagas disponibilizadas para a UFMA Balsas no SISU. A palestra magna foi proferida pelo Prof. Dr. João de Deus Mendes da Silva, docente do departamento de matemática, de São Luís.

A partir de então, o Curso de Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia começou com duas turmas, de 40 alunos cada, sendo uma no matutino e uma no noturno. Nos anos seguintes, o CCBL continuou com a mesma oferta de vagas, 80 por ano, com uma entrada anual no segundo semestre, dividida em duas turmas nos turnos já mencionados.

O diretor pro-tempore do recém-criado Campus de Balsas foi o Professor Francisco de Assis Conceição que ficou no cargo até meados de 2019. Os primeiros professores a chegarem em Balsas foram: Francisco Conceição, Míriam de Fátima, Luís Henrique, Andrea Barbosa, Regina Oliveira, Gisélia Santos, Aderlânio Cardoso. E os servidores técnicos: Paulo Sérgio Massaronha, Adão Martins, Bruno Bertoldo, Charlliton Moraes e Arthur Lima. Muitos são os servidores que já passaram pelo CCBL e muitos são os que aqui continuam contribuindo com o desenvolvimento da universidade e da região.

Quando os discentes da primeira turma colaram o grau de Bacharel em Ciência e Tecnologia, em agosto de 2016, o primeiro curso de segundo ciclo a receber alunos, foi a Engenharia Civil, que oficialmente foi criado em outubro de 2016. A Engenharia Ambiental foi criada em dezembro de 2016 e, por fim, a Engenharia Elétrica, em junho de 2017.

A permanência das atividades da UFMA nas dependências da antiga escola durou por um período de seis anos e quatro meses, quando, em fevereiro de 2020, houve a mudança definitiva das instalações do Campus de Balsas para sua sede própria, localizada à MA 140, KM 4, em Balsas/MA.

Depois da mudança, o prédio da escola foi entregue oficialmente à Prefeitura. Em sede própria, houve uma cerimônia de bênção de início das atividades, no dia 6 de março de 2020⁵. Nesta cerimônia estavam presentes autoridades políticas, civis, militares e educacionais; e representando a gestão superior da Universidade, estava presente o então Vice-Reitor, Professor Marcos Fábio Belo Matos. A celebração foi dirigida pelo Padre Nadir Luiz Zanchet.

Literalmente de casa nova, o semestre letivo teve início no dia 16 de março de 2020, uma semana mais tarde do que indicava o calendário acadêmico, devido à organização do novo espaço para receber os discentes. No segundo dia de aula, porém, as aulas foram suspensas por um decreto do Reitor, devido à Pandemia da COVID-19⁶.

⁵ LEMOS, E. UFMA inaugura novo Campus Universitário na cidade de Balsas/MA. **Jannahnews**, 9 mar. 2020. Disponível em: <https://diariosulmaranhense.com.br/2020/03/09/ufma-inaugura-novo-campus-universitario-na-cidade-de-balsas-ma/>. Acesso em: 29 ago. 2023.

⁶ COMITÊ de Emergência da UFMA suspende as aulas por 30 dias como prevenção ao coronavírus.

Universidade Federal do Maranhão, 16 abr. 2020. Disponível em: <https://portalpadrao.ufma.br/COVID19/noticias/comite-de-emergencia-da-ufma-suspende-as-aulas-por-30-dias-como-prevencao-ao-coronavirus>. Acesso em 4/09/2023.

Houve, durante a pandemia, um período de aulas remotas e, em junho de 2022, as atividades presenciais, administrativas e acadêmicas, foram restabelecidas completamente.

Há muita história a ser contada, porém, por questões de espaço, não cabe aqui, mas certamente serão contadas em outras oportunidades, pois uma história construída com muitas mentes e muitos braços, com servidores, professores e técnicos, com colaboradores terceirizados e muitos alunos, é sempre válida de ser registrada, é importante de ser conhecida e reconhecida.

A UFMA Balsas já transformou a vida de mais de 130 bacharéis em Ciência e Tecnologia, por meio da graduação no primeiro ciclo e de mais de 70 engenheiros, formados no segundo ciclo. Temos transformado a realidade educacional e profissional de Balsas e região, por meio do ensino, da pesquisa e da extensão de qualidade que oferecemos.

Continuamos nossa missão de universidade pública, gratuita e de qualidade, transformando a vida dos acadêmicos e, conseqüentemente, a vida das famílias e das comunidades às quais eles pertencem. Por fim, parafraseando Quintana, para nós da comunidade acadêmica, a UFMA é o dever que também levamos para casa porque ela é também a nossa casa.

Voltando a falar dos textos deste livro, desejo que façam uma boa leitura e que se deliciem com as informações aqui apresentadas como se deliciassem com uma viagem desvendando as belezas naturais e culturais do sul do maranhão.

Boa leitura!

Gisélia Brito dos Santos
Diretora do CCBL



SUMÁRIO

BIOMARCADORES GENOTÓXICOS EM PEIXES DO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DAS MESAS-MA	
Layla Karolyne Dourado Stragliotto, Jonatas da Silva Castro e Débora Batista Pinheiro Sousa	13
ANÁLISE QUANTITATIVA DA DEGRADAÇÃO DE UMA FACHADA RESIDENCIAL EM BALSAS-MA	
Winícius Silveira Coêlho e Moises de Araújo Santos Jacinto	26
BIOMARCADORES HISTOPATOLÓGICOS EM <i>Pimelodus</i> sp. PARA MONITORAMENTO DA BACIA DO RIO PARNAÍBA NO MUNICÍPIO DE TASSO FRAGOSO-MA	
Taíla Lorrane da Silva Brito, Rayssa Guimarães Rosa, Jonatas da Silva Castro e Débora Batista Pinheiro Sousa.....	38
ANÁLISE DO SANEAMENTO BÁSICO NA MICRORREGIÃO DOS GERAIS DE BALSAS – MA	
Ellen Raissa Lima Passos, Cecília Rego dos Santos, Amanda Paiva Farias e Cláudio Luis Araújo Neto	49
BIOECONOMIA DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS DOMÉSTICOS: UMA ANÁLISE DA BIODIGESTÃO E COMPOSTAGEM	
Maria de Jesus Cavalcante dos Santos, Diego Lima Medeiros e Daniely Gaspar de Sousa	63
ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS DO TIJOLO ECOLÓGICO FABRICADO EM BALSAS-MA	
Itaelma Gomes dos Santos, Maísa Silva Santos, Moises de Araújo Santos Jacinto e Samuel Belem da Silva.....	78
IMPLEMENTAÇÃO DE UM RASTREADOR SOLAR PARA PLACAS FOTOVOLTAICAS	
Danilo Antônio Zanella, Ellen Carmo da Silva, Millena Marinho Rocha, Pedro Guido Martins Lotti e Raimundo Nonato Diniz Costa Filho.....	88
AVALIAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DE PONTES DE CONCRETO ARMADO DA ZONA URBANA DE BALSAS-MA	
Newson Pereira da Cruz e Leandro Gomes Domingos.....	98



VERIFICAÇÃO DA CAPACIDADE RESISTENTE DE CONSOLO DE CONCRETO ARMADO ATRAVÉS DE ANÁLISES NUMÉRICAS ELÁSTICO-LINEARES COM MODELAGEM EM ELEMENTOS FINITOS

Thiago de Sousa Batista e Moises de Araújo Santos Jacinto..... 113

AS TIC'S NO AMBIENTE ESCOLAR: USO DA FERRAMENTA DE AUTORIA SAITEBOOKER COMO AUXILIADOR NA CONSTRUÇÃO DE CONTEÚDO EDUCACIONAL

Elton Antonio Lopes e Silva, Gerlandia da Silva de Moraes, José Ayrton Tavares de Carvalho Junior e Bruno Roberto Silva de Moraes..... 126

ANÁLISE DE COMO O DOMÍNIO DAS TECNOLOGIAS IMPACTA NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM DE ALUNOS DE CURSOS DE GRADUAÇÃO NA MODALIDADE A DISTÂNCIA NA CIDADE DE CODÓ – MA

Denise Guimarães de Sousa, Fábio Júnior Assunção Moraes, José dos Ramos Nunes Costa, Dayna Mara Sanches Santos e Bruno Roberto Silva Moraes 140

VALOR MÉDIO DOS MATERIAIS RECICLÁVEIS COMERCIALIZADOS POR CATADORES E INTERMEDIÁRIOS NA CIDADE DE BALSAS - MA

Lailton de Sousa Rêgo, Vanderly Martins Batista e Cláudio Luis de Araújo Neto..... 157

USO DO "GOOGLE EARTH PRO" NO MAPEAMENTO DE VOÇOROCAS NA ÁREA URBANA DE BURITICUPU (MA), BRASIL

Olívia Juliana Dias de Andrade Petek, Thiago de Sousa Batista, Moises de Araujo Santos Jacinto, Juliana Bezerra Martins, Ana Paula de melo e Silva Vaz e Ranna de Sousa Barros 165

SUSTENTABILIDADE NA AGRICULTURA EM BALSAS: SUPERANDO DESAFIOS NA PRODUÇÃO DE PRODUTOS NATURAIS

Diogo Brandão da Silva, Fabio dos Santos Sousa Junior, Karem de Sousa Silva, Thiago dos Santos Rodrigues e Cláudio de Araújo Neto..... 178

LINHAS DE TRANSMISSÃO DE ALTA TENSÃO E A SAÚDE DAS PESSOAS

Douglas Jose Araujo de Castro e Raimundo Nonato Diniz Costa Filho 192

OS PROGRAMAS DE INCLUSÃO DIGITAL NAS ESCOLAS ESTADUAIS DE BALSAS

Layla Carolyne Dourado Stragliotto e Gisélia Brito dos Santos..... 203



BIOMARCADORES GENOTÓXICOS EM PEIXES DO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DAS MESAS-MA

Layla Karolyne Dourado Stragliotto ¹
 Jonatas da Silva Castro ²
 Débora Batista Pinheiro Sousa ³

RESUMO

Neste estudo, objetivou-se utilizar biomarcadores genotóxicos para avaliação de impacto ambiental em peixes do Parque Nacional da Chapada das Mesas (PNCM). Exemplares de *Mylossoma* sp. (pacú) e *Hypostomus* sp. (cascudo) foram coletados em duas cachoeiras do PNCM: Cachoeira de São Romão e Prata. As estações foram georreferenciadas por *Global Position System* (GPS) e em cada região foram registradas variáveis abióticas: pH, temperatura, e oxigênio dissolvido. Os dados biométricos foram medidos em campo. Para tanto, as lâminas com esfregaços de sangue foram deixadas em temperatura ambiente por 2 horas para secagem e em seguida fixadas em etanol absoluto por 30 minutos. Depois de secas, as lâminas foram coradas em corante Giemsa. Para a quantificação dos eritrócitos, foram utilizadas 2000 células. Em relação a biometria, o cascudo apresentou comprimento e peso total maior em relação ao pacú. Foram identificadas alterações morfológicas nucleares (AMN) nas duas espécies amostradas para os dois pontos de coleta. Dentre as AMN encontradas destacam-se: núcleos binucleados (NB), núcleos vacuolizados (NV). Os micronúcleos (MN) também foram encontrados em ambas as espécies, porém, em *Mylossoma* sp. a frequência de MN e AMN foram maiores em relação a *Hypostomus* sp. Provavelmente, o cascudo (*Hypostomus* sp.) por ser considerado uma espécie bentônica e resistente às condições ambientais apresentou uma frequência menor de alterações genotóxicas em relação ao Pacú (*Mylossoma* sp.) que é uma espécie que apresenta um hábito migratório e sensível as variáveis ambientais. Além disso, a frequência de MN e AMN não foram significativas para indicativo de possíveis impactos ambientais nas duas áreas amostradas. Os dados apresentados mostram que as metodologias baseadas em biomarcadores e espécies bioindicadoras podem ser utilizadas em futuros programas de biomonitoramento e gestão do parque.

Palavras-chave: áreas protegidas; Biomonitoramento; cascudo; pacú; peixes de água doce.

INTRODUÇÃO

Com o advento dos impactos ambientais, incluindo as mudanças sociais e econômicas, surge-se a necessidade de estudos de monitoramento ambiental a fim de conhecer os fatores de impacto e degradação ambiental dos ecossistemas

¹ Graduada no Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Maranhão - UFMA, laystragliotto@gmail.com;

² Professor do Instituto Federal do Maranhão – IFMA, jonscastro@gmail.com;

³ Professora da Coordenação do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), debora.batista@ufma.br.



aquáticos. Nesse contexto, o monitoramento ambiental é uma ferramenta para a administração dos recursos naturais e diagnóstico dos impactos antrópicos. Através dessa metodologia, é possível obter informações sobre a qualidade e saúde dos recursos hídricos e suas possíveis consequências na biota aquática

De acordo com Schulz *et al.* (2001), os peixes são excelentes indicadores para o biomonitoramento de ambientes aquáticos, pois respondem a várias formas de perturbações ambientais, tais como, mudanças na taxa de crescimento e maturação sexual. Além disso, modificações na estrutura da comunidade de peixes, tais como a abundância e diversidade de espécies, também podem refletir os efeitos de vários estressores da integridade biótica de um rio (Fausch *et al.*, 1990).

Os eritrócitos dos peixes têm-se mostrado uma ferramenta segura para a realização do teste do micronúcleo (Polard *et al.*, 2011). Os micronúcleos são provenientes de fragmentos cromossômicos resultantes de quebras que não são incorporados no núcleo principal das células filhas após a mitose em decorrência de danos introduzidos nas células parentais (Al-sabti; Metcalfe, 1995). Este teste é considerado uma técnica vantajosa cuja análise é relativamente simples.

Dessa forma, reconhecendo a necessidade de proporcionar o uso sustentável dos recursos naturais e a qualidade ambiental do PNCM e para as comunidades locais, bem como a necessidade de se conhecer o efeito dos possíveis impactos nos peixes da região, visou-se com o estudo contribuir com o conhecimento científico relacionado a biomarcadores genotóxicos em duas espécies de peixes dulcícolas (*Mylossoma sp.* *Hypostomus sp.*) a fim de subsidiar programas de biomonitoramento e de gestão na Unidade de Conservação.

MATERIAL E MÉTODOS

Licença e Declaração do Comitê de Ética

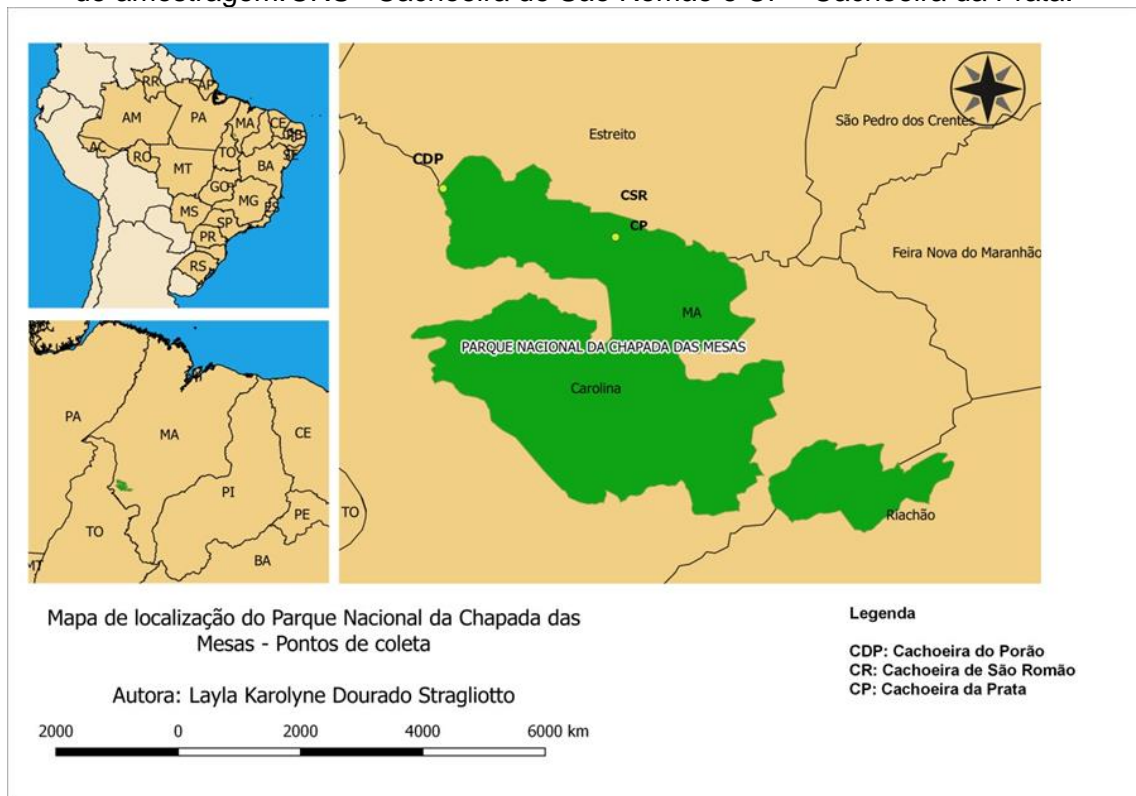
A coleta dos peixes foi realizada através da autorização de pesquisa do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio (SISBIO, 55361/2017). O protocolo do comitê de ética foi aprovado pela Universidade Estadual do Maranhão (13/2017 CRMV-MA) através Comissão de Ética e Experimentação Animal (CEEAA).



Área de Estudo

O Parque Nacional da Chapada das Mesas (PNCM) (Figura 1) é uma Unidade de Conservação que está inserida no Sul do Estado do Maranhão, entre os municípios de Riachão, Estreito e Carolina (Oliveira; Coloriano, 2013).

Figura 1 – Mapa da Localização do Parque Nacional Da Chapada das Mesas-MA. Pontos de amostragem: CRS= Cachoeira de São Romão e CP= Cachoeira da Prata.



Fonte: Autores (2022).

O clima do PNCM é tropical quente e úmido, caracterizando-se por possuir duas estações definidas, sendo que uma é seca e a outra chuvosa. A estação chuvosa situa-se no período que vai de novembro a março, concentrando-se as chuvas no mês de fevereiro (Oliveira; Coloriano, 2013). A região contém extensa e rica rede hidrográfica com aproximadamente 400 nascentes e os principais cursos d'água que abastecem a cidade de Carolina. Além disso, o PNCM protege inúmeras nascentes e cursos d'água de diversos rios, tais como o rio Farinha (com suas inúmeras quedas d'água), Itapecuru, Urupuchete, Corrente e Lajinha. A bacia hidrográfica do rio Farinha é um dos principais afluentes da bacia do rio Tocantins, sendo o mais explorado do ponto de vista ecoturístico e local.

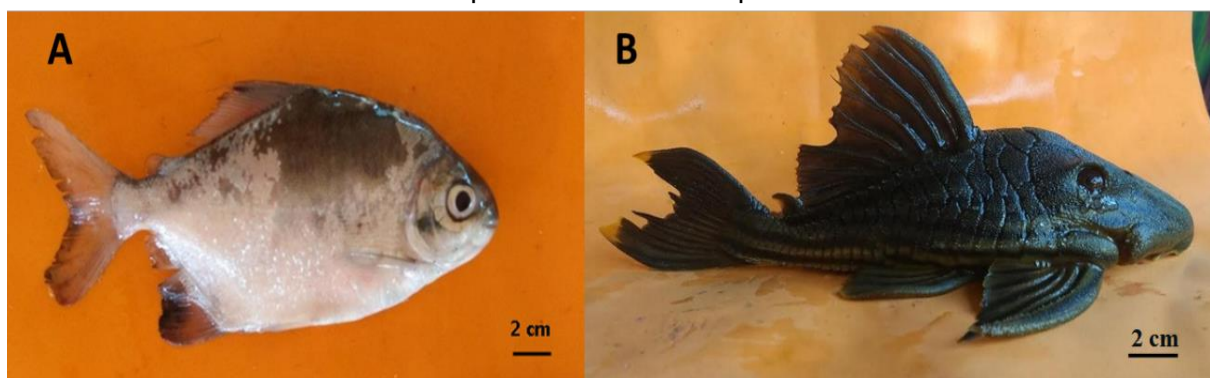


Táxons investigados

Mylossoma sp. e *Hypostomus* sp.

Mylossoma sp. (Figura 2A), popularmente conhecidos como pacú ou pacú-manteiga, são organismos encontrados nas bacias Amazônica, Araguaia e Tocantins, Prata e São Francisco (Guedes, 2021). No PNCM, o pacú é registrado nas cachoeiras de importância ecoturística e ao longo do rio Farinha. Sistemáticamente, esse gênero é um representante da família Serrasalminidae e diferem dos demais peixes dessa família por apresentarem estrutura anatômica arredondada ou ovalada; a cabeça e a boca são pequenas; apresentam uma quilha pré-ventral serrilhada (Soares *et al.* 2007). *Hypostomus* sp. (Figura 2B), popularmente conhecidos como cascudo, pertencem à família Loricariidae e a subfamília Hypostominae, sendo considerado dominante nos rios brasileiros (Britski, 1972) sendo uma das espécies mais complexas da ictiofauna neotropical (Oyakawa; Akama; Zanata, 2005). Taxonomicamente, os indivíduos possuem abertura bucal mais ampla e corpo mais achatado. Devido seu formato corporal, populações expressivas de *Hypostomus* sp., estão predominantemente associadas a riachos com boa disponibilidade de corredeiras e boa qualidade ripária, sugerindo que atributos populacionais dessas espécies possam ser posteriormente incorporados à avaliação da integridade biótica dos riachos da região neotropical (Figura 3) (Casatti *et al.*, 2005). A seleção das espécies está relacionada ao seu hábito e à sua frequência ao longo de todos os anos nos rios e cachoeiras do PNCM.

Figura 2 – Exemplares de *Mylossoma* sp. (Pacú) (A) e *Hypostomus* sp. (Cascudo) (B), coletados no Parque Nacional da Chapada das Mesas-MA.



Fonte: Autores (2022).



Coleta dos peixes

No total, 32 (trinta e dois) peixes foram amostrados no Parque Nacional da Chapada das Mesas nos seguintes locais: a) Cachoeira de São Romão (n=12) e b) Cachoeira da Prata (n=20). As estações foram georreferenciadas por *Global Position System* (GPS). Em todas as áreas de coleta dos peixes foram registrados os dados das seguintes variáveis abióticas: pH, temperatura e oxigênio dissolvido. Os peixes foram capturados no período chuvoso (março/2017) e no período de estiagem (junho/2017) com redes fixas de espera à montante e à jusante das cachoeiras. Após a captura, para cada exemplar de peixe foram registrados os dados biométricos, tais como, o comprimento total (CT), comprimento padrão (CP) e comprimento furcal (CF) em cm, peso total (PT).

Análises Genotóxicas e Registro de Dados Biométricos dos Peixes

Exemplares de *Mylossoma* sp. e *Hypostomus* sp. foram amostrados, transferidos para uma cuba plástica com água e, posteriormente, foram anestesiados com essência de cravinho por cinco (5) minutos. Em seguida, para as análises genotóxicas, coletou-se parte do sangue pelos vasos sanguíneos das brânquias com o auxílio de seringas heparinizadas. Uma gota de sangue de cada exemplar amostrado foi distribuída em uma lâmina microscópica para a realização do esfregaço. Posteriormente, as lâminas foram deixadas em temperatura ambiente por 24 horas para secagem e depois fixadas em etanol absoluto por 30 minutos. Depois de secas, as lâminas foram coradas em Giemsa 10% diluída em tampão fosfato, pH 6,8 para a visualização no microscópio. A leitura das lâminas foi realizada em microscópio óptico e as alterações foram fotomicrografadas em fotomicroscópio LEICA DM500, e classificadas de acordo com Ayllón e Garcia-Vazquez (2001) e Galvan (2011). Para cada lâmina confeccionadas foram analisadas 2000 células.

Análise Estatística dos Dados

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade e as médias dos resultados obtidos foram comparadas entre si através de teste-t de Student. Para a localização das diferenças entre as médias obtidas para os dois locais de coleta e os dados biométricos foi utilizado o teste de comparações múltiplas ($P < 0,05$).



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Parâmetros Ambientais em Cachoeiras do PNCM

Os valores médios das variáveis abióticas registradas no PNCM durante todo o período amostrado (chuvoso e de estiagem) foram medidos e estão indicados na Tabela 1. A temperatura e o pH mantiveram-se praticamente constantes nas duas áreas durante as coletas no período chuvoso e de estiagem.

Estes dados indicam que todos os fatores abióticos das cachoeiras do PNCM estão dentro dos valores aceitos pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). A Resolução No 430 do CONAMA de 17 de maio de 2011, que complementa e altera a Resolução Nº 357/2005 de 17 de março de 2005, apresenta valores específicos que classificam os corpos de água doce (lênticos e lóticos) e mostra que abaixo dos níveis recomendados, esses valores podem causar alterações adaptativas na morfologia dos eritrócitos das espécies bioindicadoras (tais como os peixes) e, conseqüentemente uma diminuição nos valores de hematócrito (Brasil, 2011; Oba; Mariano; Santos, 2009).

Tabela 1 – Parâmetros ambientais aferidos na Cachoeira de São Romão e Cachoeira da Prata, Parque Nacional da Chapada das Mesas-MA.

Parâmetros	Cachoeira de São Romão	Cachoeira da Prata	Valores Recomendados
O ₂ Dissolvido (ppm) ^a	10	10,5	>5 mg/L ^b
pH ^a	7,32	7,45	6,5-8,0 ^b
Temperatura ^a (°C)	27,0	27,5	28 - 32°C ^b

^amédia; ^bResolução n. 357 do CONAMA de 17/03/2005. Fonte: Autores (2023).

Biometria das Espécies

Mylossoma sp.

Os resultados da análise estatística dos dados biométricos de *Mylossoma* sp. na Cachoeira de São Romão e na Cachoeira da Prata, do PCNM podem ser observados na Tabela 2.

Os dados biométricos submetidos ao teste de normalidade para *Mylossoma* sp. indicaram que não há uma diferença significativa entre os tratamentos para as Cachoeiras de São Romão e Prata. Todavia, pode se observar que os dados de



biometria foram maiores para os peixes no período de estiagem na Cachoeira de São Romão e na época chuvosa para Cachoeira da Prata. Essa diferença entre o tamanho dos indivíduos mostra que o comportamento reprodutivo e de crescimento do pacú é distinto para as duas áreas amostradas.

Tabela 2 – Dados biométricos de *Mylossoma*. sp. coletados na Cachoeira de São Romão e Cachoeira da Prata, Parque Nacional da Chapada das Mesas, no período chuvoso e de estiagem.

Parâmetros	Média ± Desvio-padrão			
	Cachoeira São Romão		Cachoeira Prata	
	Chuvoso	Estiagem	Chuvoso	Estiagem
CT (cm)	7,63±1,02	14,06±5,25	16,5±4,02	13,1±4,62
CF (cm)	6,9±1,08	13,14±5,17	12,25±5,58	13,12±4,78
CP (cm)	6,16±0,90	11,4±4,67	14,2±3,46	11,16±4,01
PT (g)	6,66±4,61	36,4±37,40	93,66±58,73	61,6±59,21

Total de indivíduos amostrados = 19 Número de espécies na Cachoeira de São Romão=8. Número de espécies na Cachoeira da Prata=11. Dados biométricos: CT (comprimento total); CF (comprimento furcal); CP (comprimento padrão); PT (peso total). Fonte: Autores (2022).

***Hypostomus* sp.**

Os resultados da análise estatística dos dados biométricos de *Hypostomus* sp. (cascudo) na Cachoeira de São Romão e na Cachoeira da Prata, do PCNM podem ser observados na tabela 3.

Tabela 3 – Dados biométricos de *Hypostomus*. sp. coletados na Cachoeira de São Romão e Cachoeira da Prata, Parque Nacional da Chapada das Mesas, no período chuvoso e de estiagem.

Parâmetros	Média ± Desvio-padrão			
	Cachoeira São Romão		Cachoeira Prata	
	Chuvoso	Estiagem	Chuvoso	Estiagem
CT (cm)	16,95±0,63	15,75±0,77	14,2±6,42	19,99±6,16
CF (cm)	14,1±0	12,65±0,77	12,83±5,39	18,86±6,79
CP (cm)	13,05±0,35	11±0,70	11,76±4,57	17,34±6,38
PT (g)	32±28,28	26±2,82	13,66±12,66	128,33±97,22

Total de indivíduos amostrados = 13. Número de espécies na Cachoeira de São Romão= 4. Número de espécies na Cachoeira da Prata= 9. Dados biométricos: CT (comprimento total); CF (comprimento furcal); CP (comprimento padrão); PT (peso total). Fonte: Autores (2022).

Os dados biométricos submetidos ao teste de normalidade para *Hypostomus* sp. também indicaram que não existe uma diferença significativa entre os tratamentos para as Cachoeiras de São Romão e Prata. Contudo, táxons de *Hypostomus* sp. capturados no período de estiagem apresentaram valores maiores de comprimento



total (CT) e peso (PT), para as duas áreas de amostragem. Além disso os dados de biometria foram maiores para o cascudo em relação ao pacú. Dessa forma, é provável que o cascudo foi capturado em todos os ciclos reprodutivos para os pontos de amostragem do PNCM, o que conferiu uma biometria maior em relação ao pacú.

Biomarcadores genotóxicos

Micronúcleo (MN) e Alterações morfológicas nucleares (AMN) em *Mylossoma* sp. e *Hypostomus* sp.

A Tabela 4 mostra a incidência de micronúcleo (MN) e alterações morfológicas nucleares (AMN) nos eritrócitos de *Mylossoma* sp. e *Hypostomus* sp. coletados nos diferentes pontos de amostragem no PNCM.

Tabela 4 – Quantitativo de micronúcleos (MN) e alterações morfológicas nucleares (AMN) em *Mylossoma* sp. e *Hypostomus* sp. do Parque Nacional da Chapada das Mesas-MA.

Táxons	Chuvosa								
	N	Cachoeira São Romão				NE	Cachoeira Prata		
		MN	NV	NB	MN		NV	NB	
<i>Mylossoma</i> sp.	9	0	0	50	33	0	8	123	
<i>Hypostomus</i> sp.	5	0	1	5	0	2	0	7	

Táxons	Estiagem								
	N	Cachoeira São Romão				NE	Cachoeira Prata		
		MN	NV	NB	MN		NV	NB	
<i>Mylossoma</i> sp.	10	18	0	75	0	22	15	69	
<i>Hypostomus</i> sp.	7	4	0	45	0	18	0	38	

n = total de indivíduos amostrados; MN = Micronúcleo; NB = Núcleos Binucleados e NV = Núcleos Vacuolizados. Fonte: Autores (2022).

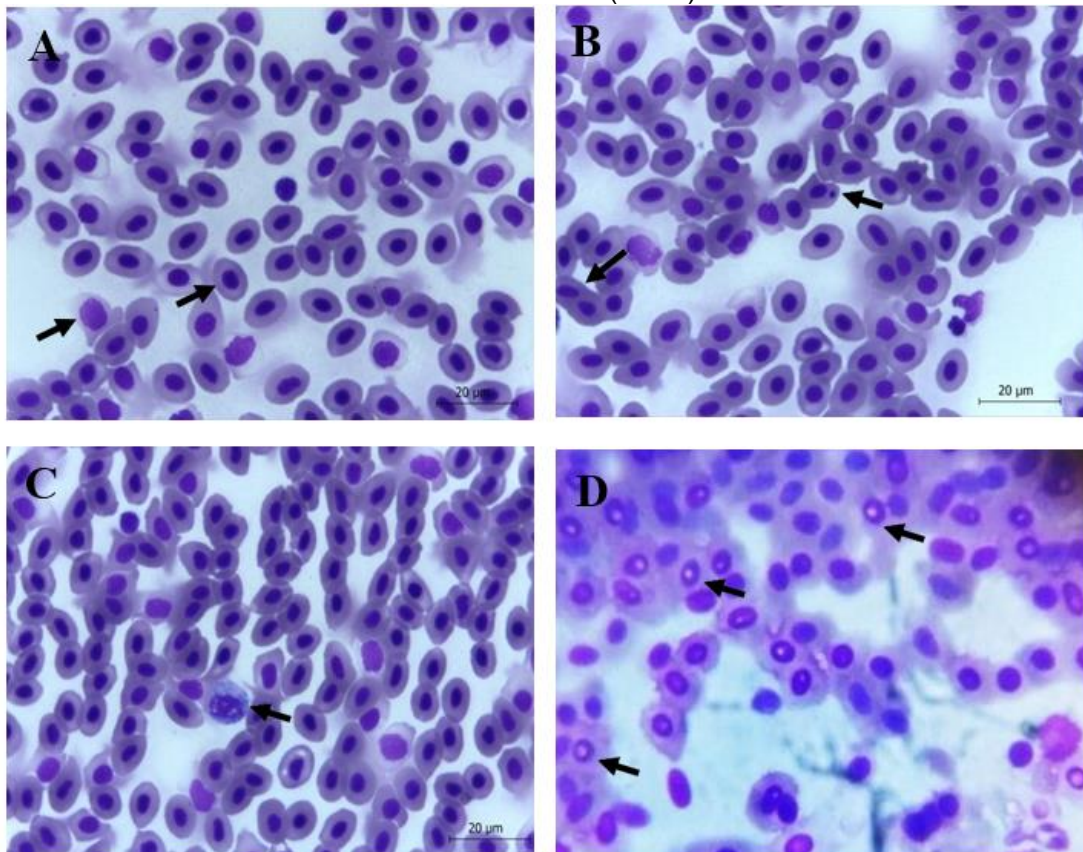
Em relação às alterações genotóxicas encontradas, foi observado uma incidência baixa de MN e AMN para as duas espécies amostradas nos pontos de coleta do PNCM. Contudo, as alterações genotóxicas encontradas foram maiores para o pacú (*Mylossoma* sp.) em relação ao cascudo (*Hypostomus* sp.). De acordo com a bioecologia dos táxons, o cascudo apresenta hábito dermesal/bentônico e, provavelmente são mais resistentes as condições ambientais e conseqüentemente aos possíveis impactos ambientais do PNCM em relação ao pacú. Esses dados são



importantes e destacam o cascudo como uma espécie bioindicadora mais apropriada para estudos de biomarcadores no PNCM. Além disso, esses dados corroboram a teoria geral dos biomarcadores de contaminação aquática que afirma que espécies bentônicas são mais apropriadas para estudos de biomonitoramento em relação a espécies migradoras (Pinheiro-Sousa, 2015).

A Figura 4 mostra uma fotomicrografia das alterações encontradas em *Mylossoma* sp., e *Hypostomus* sp. para as duas áreas amostradas em pontos distintos no PNCM. Foram encontradas alterações do tipo: micronúcleo (MN), núcleos vacuolizados (NV) e núcleos binucleados (NB). Além disso, na maioria das lâminas analisadas foram encontradas células do sistema de defesa, tais como os linfócitos e os eosinófilos.

Figura 4 – Fotomicrografia dos eritrócitos de *Mylossoma* sp. e *Hypostomus* sp. coletados no Parque Nacional da Chapada das Mesas-MA. A) Detalhe dos eritrócitos mostrando células normais (seta) e linfócitos (seta); B) Detalhe dos eritrócitos mostrando célula com núcleo binuclear (seta) e micronúcleo (seta); C) eosinófilos (seta); D) Detalhe dos eritrócitos mostrando núcleos vacuolizados (setas). Giemsa X 1000.



Fonte: Autores (2022).



A utilização de parâmetros hematológicos e genotóxicos em organismos-modelo (a exemplo dos peixes) tem permitido avaliar a qualidade dos ecossistemas aquáticos e o efeito dos poluentes, bem como alterações no seu potencial tóxico após a exposição com o ambiente (Ferraro, 2008).

A incidência de MN para os pontos de amostragem do PNCM foi menor em relação a AMN. Esses dados diferenciam de estudos realizados por Pinheiro-Sousa (2015); Carvalho-Neta *et al.*, (2015) que encontraram uma incidência maior de MN para a Área de Proteção Ambiental do Maracanã. Dessa forma, apesar da baixa frequência de AMN e MN, especialmente de micronúcleos, sugere-se que as Cachoeiras de São Romão e Prata ainda não sofrem com fontes pontuais de poluição.

A presença de alterações morfológicas nucleares (AMN) deve ser considerada como dados complementares aos registros de micronúcleo e como alterações decorrentes da indução por agentes citogenotóxicos (Ayllon; Garcia-Vazquez, 2001) que ocorrem ao acaso nos sistemas biológicos ou por indução de poluentes.

Além disso, foram encontrados grande número de células de defesa no material analisado. Entre elas eosinófilos e linfócitos. Segundo Ranzani-Paiva e Silva-Souza (2004) os eosinófilos apresentam tamanhos diversos, relativamente pequenos, podendo variar de acordo com a quantidade ou tamanho de grânulos contidos no citoplasma. O núcleo é arredondado e excêntrico, com cromatina compactada. Esse tipo de célula é distribuído pelo tecido conjuntivo, especialmente no trato gastrointestinal e brônquias. Uma das funções dos eosinófilos é intervir nos processos de inflamação crônica e principalmente na defesa celular, como aconteceu nos peixes analisados para o PNCM.

Em contrapartida, os linfócitos são células predominantemente arredondadas, de tamanhos variados com o citoplasma basófilo e sem granulações visíveis, o núcleo possui forma arredondada, cromatina densa, sendo elevada a sua relação com o citoplasma (Blaxhall; Daisley, 1973). Nos tecidos, os linfócitos prevalecem na reação de defesa do organismo, porém, em situações de estresse, o número de linfócitos circulantes diminui (Iwama; Nakanishi, 1996). Esses dados indicam que, provavelmente, o grau de estresse do pacú e do cascudo é baixo comparado com outros estudos em Unidades de Conservação do Maranhão (Carvalho-Neta *et al.*, 2015; Pinheiro-Sousa, 2015). Dessa forma, a avaliação da hematologia é uma



ferramenta importante para o entendimento da sanidade dos peixes dos recursos disponíveis no PNCM.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Hypostomus sp. comportou-se como uma espécie bioindicadora mais adequada para análise de biomarcadores na região, por ser uma espécie dermesal/bentônica. Em contrapartida, o pacú apresentou um número maior de alterações genotóxicas, em relação ao cascudo, provavelmente pelo seu hábito migratório. Apesar da ocorrência de MN e AMN, as mesmas foram baixas para os dois pontos de amostragem no PNCM. Apesar da exploração ecoturística na região, o grau de impacto nas duas cachoeiras, provavelmente ainda é baixo. Estudos sobre análises químicas da água e sedimento são necessários para indicar fontes de contaminação pontual na região. Foi encontrada uma grande presença de células do sistema de defesa (linfócitos e eosinófilos), indicando que fisiologicamente os peixes estão respondendo as condições ambientais da região. Estudos futuros sobre características hematológicas de *Mylossoma sp.*, *Hypostomus sp.* e principalmente de outras espécies que serão catalogadas no parque, são de extrema relevância para estabelecer valores e parâmetros de “background” a fim de definir padrões para investigações fisiológicas ou patológicas.

REFERÊNCIAS

- AL-SABTI, K; METCALFE, C. D. Fish micronuclei for assessing genotoxicity in water. **Mutagenesis**, v. 34, n. 2-3, p. 125-137, 1995. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0165-1218\(95\)90078-0](https://doi.org/10.1016/0165-1218(95)90078-0). Acesso em: 10 nov. 2023.
- AYLLON, F.; GARCIA-VAZQUEZ, E. Micronuclei and other nuclear lesions as genotoxicity indicators in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. **Ecotoxicology Environmental Safety**, v. 49, 221–225, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1006/eesa.2001.2065>. Acesso em: 10 nov. 2023.
- BLAXHALL, P. C.; DAISLEY, K. W. Routine Haematological Methods for Use Fish with Blood. **Journal of Fish Biology**, v. 5, p. 771-781, 1973. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1973.tb04510.x>. Acesso em: 10 nov. 2023.
- BRASIL. Resolução no 430 de 13 de maio de 2011. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 17 mar. 2005. Seção 1, pp. 01-23.



Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=118583>. Acesso em: 10 nov. 2023.

BRITSKI, H. A. **Poluição e piscicultura (Comissão Interestadual da Bacia Paraná- Uruguai ed.)** CIBPU; Faculdade de Saúde Pública da USP e Instituto de Pesca, CPRN, AS, São Paulo, p 103, 1972.

CARVALHO-NETA, R. N. F.; TORRES-JR, A. R.; SILVA, D.; CORTEZ, C. M. A. Simple mathematical model based on biomarkers in stress-resistant catfish species, *Sciades herzbergii* (Pisces, Ariidae), in São Marcos Bay, Brazil. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, v. 174, n. 7, p. 2380-2391, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12010-014-1087-8>. Acesso em: 10 nov. 2023.

CASATTI, L.; ROCHA, F. C. & PEREIRA, D. C. Habitat use by two species of *Hypostomus* sp. (Pisces, Loricariidae) in southeastern Brazilian streams. **Biota Neotropica**, v. 5, n. 2. 2005. Disponível em <https://doi.org/10.1590/S1676-06032005000300012>. Acesso em: 10 nov. 2023.

FAUSCH, K. D. LYONS, J. KARR, J. R.; ANGERMEIER, P. L. **Fish communities as indicators of environmental degradation**, p.123- 124. *In*: Biological indicators of stress in fish. ADAMS, S.M. [ED.] American Fisheries Society, Symposium 8., American Fisheries Society. Bethesda: Maryland, 1990.

GALVAN, G. L. **Avaliação genotóxica de efluentes químicos de laboratórios de instituição de ensino de pesquisas utilizando como bioindicador o peixe *Astyanax altiparanae* (CHARACIDAE)**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, 2011. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/25590>. Acesso em: 10 nov. 2023.

GUEDES, T. L. O. **A ictiofauna da ecorregião Tocantins-Araguaia: diversidade, redes de pesquisa e construção do conhecimento**. 2021. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente, Universidade Federal do Tocantins. Disponível em: <https://repositorio.uft.edu.br/handle/11612/4515>. Acesso em: 10 nov. 2023.

IWAMA, G.; NAKANISHI, T. **The fish immune system**. Academic Press: London, 1996. 380p.

OBA, E. T.; MARIANO, W. S., SANTOS, L. R. B. S. **Estresse em peixes cultivados: agravantes e atenuantes para o manejo rentável. Manejo e Sanidade de peixes em cultivo**. EMBRAPA Amapá, cap.8, p. 226-247, 2009. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/211042/1/CPAF-AP-2009-Estresse-peixes-cultivados.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2023.

OLIVEIRA, W. R.; CORIOLANO, L. N. M. T. **Áreas Protegidas e atividade turística no Brasil: o Parque Nacional da Chapada das Mesas, Maranhão**. Anais... Encontro de Geógrafos da América Latina. Peru. 2013. Disponível em:



<http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal14/Geografiasocioeconomica/Geografiaturistica/04.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2023.

OYAKAWA, O. T.; AKAMA, A.; ZANATA, A. M. Review of the genus *Hypostomus* Lacepède, 1803 from rio Ribeira de Iguape basin, with description of a new species (Pisces, Siluriformes, Loricariidae). **Zootaxa**. v. 921, n. 1, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.921.1.1>. Acesso em: 10 nov. 2023.

PINHEIRO-SOUSA, D. B. **Um modelo preditivo baseado em biomarcadores aplicado a uma área protegida**. 2015. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Recursos Aquáticos e Pesca). Universidade Estadual do Maranhão-UEMA, 2015. Disponível em: <https://repositorio.uema.br/handle/123456789/426>. Acesso em: 10 nov. 2023.

POLARD, T.; JEAN, S.; MERLINA, G.; LAPLANCHE, C.; PINELLI, E.; GAUTHIER, L. Giemsa versus acridine orange staining in the fish micronucleus assay and validation for use in water quality monitoring. **Ecotoxicology Environmental Safety**. n. 74, p. 144-149, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2010.08.005>. Acesso em: 10 nov. 2023.

RANZANI-PAIVA, M. J. T.; SILVA-SOUZA, A. T. **Hematologia de Peixes Brasileiro**. In: RANZANI-PAIVA, M. J. T.; TAKEMOTO, R. M.; LIZAMA, M. L. A. P. (Eds.), *Sanidade de Organismos Aquáticos*. Editora Varela: São Paulo, 2004. p. 89-120.

SCHULZ, U.H.; MARTINS-JUNIOR, H. *Astyanax fasciatus* as bioindicator of water pollution of Rio dos Sinos, RS, Brasil. **Brazilian Journal Biology**, v.61, n.4, p.1-8, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1519-69842001000400010> . Acesso em: 10 nov. 2023.

SOARES, M.G.M.; COSTA, E.L.; SIQUEIRA-SOUZA, F.K.; ANJOS, H.D.B.; YAMAMOTO, K. C.; FREITAS, C.E.C. **Peixes de lagos do Médio Rio Solimões. Manaus**. Editora da Universidade do Amazonas: Manaus, 2007, 172p.



ANÁLISE QUANTITATIVA DA DEGRADAÇÃO DE UMA FACHADA RESIDENCIAL EM BALSAS-MA

Winícius Silveira Coêlho ¹

Moises de Araujo Santos Jacinto ²

RESUMO

As fachadas são elementos de grande importância para edificações, pois ali estão as principais camadas que envolvem e protegem os elementos construtivos de uma construção, isto mostra a importância em compreender sobre como a sua vida útil é afetada pelos processos degradativos. A partir disso, o trabalho aqui presente tem o objetivo de analisar quantitativamente a degradação atuante sobre uma fachada residencial a partir de análises e inspeções visuais, fotografias, mapeamentos gráficos e metodologias que permitem a quantificação de danos causados por manifestações patológicas. O município em que a fachada está inserida apresenta grandes temperaturas e a incidência de elevados volumes de chuvas em determinados períodos do ano, esse fator contribuiu para a degradação da amostra estudada, já que as anomalias presentes se mostram condizentes com as possíveis causas que esses efeitos proporcionam. O uso do Fator de Danos (FD) se mostrou satisfatório para a determinação de uma análise inicial, apontando os principais problemas e relacionando a quantidade de área degradada em virtude de cada anomalia. Este trabalho possibilita o desenvolvimento de estudos futuros mais sofisticados para identificar possíveis intervenções e reparos em fachadas da região abordada.

Palavras-chave: degradação de fachadas; manifestações patológicas; fator de danos.

INTRODUÇÃO

Edificações são projetadas e construídas com a finalidade de suportar e garantir o bom desempenho seguindo suas necessidades pré-determinadas. Com isso, é importante considerar que elas estarão sujeitas a um conjunto de ações que agirão em seus componentes ao longo do tempo de sua vida útil. Tais ações influenciam diretamente no comportamento de seus elementos e em seu desempenho, sendo necessária a atenção e o entendimento dos processos que agem na degradação das propriedades de um edifício. Os processos degradativos estão relacionados não só ao próprio desgaste ao longo do tempo, mas como também à exposição dos componentes construtivos aos agentes mecânicos, eletromagnéticos, térmicos,

¹ Graduando do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Maranhão – UFMA, winicius.silveira@discente.ufma.br;

² Doutorando em Engenharia Civil – UFPA e Professor na Universidade Federal do Maranhão – UFMA, moises.asj@ufma.br.



químicos e biológicos. Processos estes, por sua vez, proliferam o surgimento de manifestações patológicas das mais variadas tipologias (Bauer; Souza; Mota, 2021).

O desgaste e o surgimento de anomalias em fachadas têm-se mostrado recorrentes. Tal problema é preocupante já que se trata de um elemento que age como um escudo envoltório, sendo a primeira camada de uma edificação. Para que se obtenha um bom desempenho em relação aos inúmeros esforços e intempéries da natureza, é necessário que os componentes de revestimentos trabalhem de forma adequada proporcionando a aderência necessária dos materiais. Com isso, as fachadas necessitam de um processo de manutenção adequado e recorrente, visando prevenir e amenizar a aparição de manifestações patológicas construtivas (Silva, 2014).

A grande incidência de manifestações patológicas ao longo dos sistemas construtivos gera desconfortos não só visuais, mas também físicos, estimulando a busca por estudos e pesquisas que visam identificar, compreender e combater tais problemas. Nesse contexto, surgem metodologias, que de acordo com Souza, Bauer e Silva (2015), visam quantificar os danos ocasionados em fachadas de revestimento, a fim de se obter índices de degradação que permitam analisar os processos de degradação ao longo do tempo, evidenciando a forma e velocidade de que sua capacidade funcional é perdida, evitando maiores danos e antecipando reparos cruciais para um eficaz plano de manutenção.

Deste modo, o presente estudo pretende contribuir para a melhor compreensão do desempenho, vida útil e degradação de fachadas com base no índice de degradação denominado por Fator de Danos (FD), quantificando e mapeando manifestações patológicas ao longo de uma fachada residencial localizada na cidade de Balsas/MA, região que apresenta elevadas temperaturas e altos índices pluviométricos, contribuindo para a formação de um ambiente de grande agressividade para os elementos constituintes de fachadas.

METODOLOGIA

Para o presente trabalho, a metodologia utilizada consistiu inicialmente no levantamento bibliográfico acerca do tema abordado. Em seguida realizou-se a coleta de dados a partir da observação detalhada em campo de uma fachada localizada na

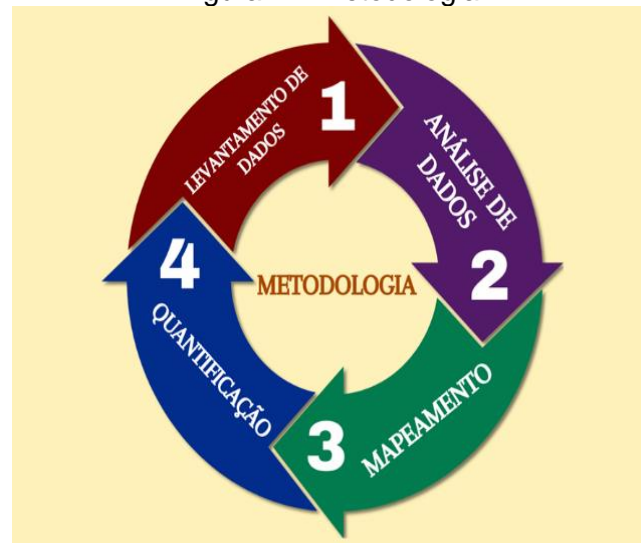


cidade de Balsas no estado do Maranhão, utilizando registros fotográficos, inspeção visual e medições manuais com trenas.

A análise do levantamento obtido em campo foi realizada por meio da identificação visual de manifestações patológicas seguida pela replicação em projeção gráfica computacional com o auxílio dos softwares AutoCAD e Adobe Photoshop. Para entendimento histórico da edificação foi realizada uma entrevista oral com os moradores da residência.

Por fim foram realizados o mapeamento e a quantificação das manifestações patológicas presentes em toda a fachada analisada utilizando a metodologia proposta por Silva (2014), onde consiste na elaboração de cálculos que permitem identificar os graus de degradação de uma fachada expondo um diagnóstico amplo das manifestações patológicas ao longo da área observada. Para isso, utilizou-se o cálculo do Fator de Danos (FD).

Figura 1 – Metodologia.



Fonte: Autores (2022).

Vida Útil e Desempenho de Fachadas

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) Norma Brasileira (NBR) 15575-1 (ABNT, 2021), vida útil é o máximo tempo em que um elemento construtivo pode durar atendendo as condições satisfatórias de segurança, estética e saúde. A partir de seu projeto, deve-se cumprir suas solicitações e suas respectivas manutenções estabelecidas para que sua vida útil projetada não seja atingida (Silva, 2014).

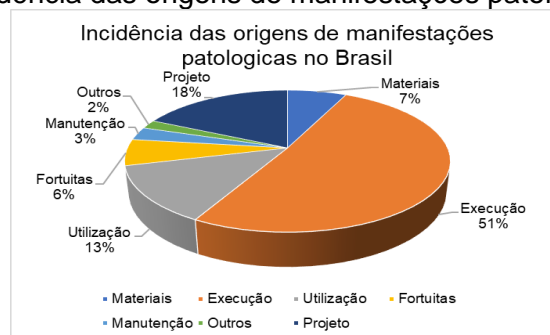


Manifestações Patológicas

Para Bauer, Castro e Silva (2015), as ocorrências patológicas estão ligadas ao surgimento de uma combinação de vários fatores que acabam por gerar um dano maior promovendo a instabilidade de um sistema. Compreender esses fatores é de grande importância para prevenir problemas e otimizar a necessidade de manutenções, prolongando a vida útil da construção.

Os principais problemas que resultam no surgimento de manifestações patológicas em edificações estão relacionados a projetos defeituosos, erros de execução, má qualidade dos materiais, ou o uso incorreto deles, uso inadequado da estrutura e a falta ou a realização de manutenções inapropriadas. A origem de problemas patológicos está relacionada a falhas que podem ocorrer em qualquer etapa de uma construção, seja ela a concepção, execução ou utilização, observados na Figura 2 (Ferreira; Lobão, 2018).

Figura 2 – Incidência das origens de manifestações patológicas no Brasil.



Fonte: Adaptado de Silva e Jonov (2016).

Fator de Danos

O Fator de Danos (FD) quantifica a intensidade de manifestações patológicas ao longo de uma área, auxiliando na avaliação inicial da degradação de uma fachada. As anomalias identificadas são avaliadas em função da área de incidência do dano e relacionadas com a área total da fachada. Esse fator utiliza características simples de quantificação, não sendo levado em consideração variáveis de ponderação ou interferências de anomalias, o que não permite efetivar custos de reparos ou identificar condições mais complexas de degradação. É possível observar o cálculo do Fator de Danos (FD) na equação 1 (Bauer; Castro; Silva, 2015).

$$FD = \left(\frac{Ad,n}{AT} \right)$$

[1]



Sendo:

FD = Fator de Danos (FD);

Ad, n = área de dano da manifestação patológica observada (m^2);

AT = área total da fachada (m^2).

É visto que as áreas com maior degradação apresentam maior Fator de Danos (FD); no entanto, o valor obtido representa apenas o percentual de degradação e não aponta outros indicadores como as condições, graus ou frequências dos danos, mostrando que é necessário o uso de metodologias mais avançadas para identificar uma amostragem mais completa. No entanto, o Fator de Danos (FD) se mostra um excelente indicador para a mensuração de uma inicial análise geral, além da análise de cada tipo de dano incidente sobre área estudada (Souza; Bauer; Silva, 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Levantamento de Dados em Campo

A fachada em estudo escolhida é de uso residencial e está localizada na parte urbana da cidade de Balsas-MA, como mostra a Figura 3. Possuindo cerca de 29,03 m^2 de área, é constituída por revestimento em argamassa e em sua maior parte composta por chapisco grosso e acabamento em tinta de cor branca, apresentados na Figura 4.

Figura 3 – Localização da fachada em estudo.



Fonte: Google Maps.




Figura 4 – Vista frontal da fachada.









Fonte: Autores (2022).

Visualmente foi possível identificar que maior parte da sua área está coberta por manifestações patológicas, tais elas: descolamento de revestimento, vegetação parasita, fissuras, trincas e rachaduras, manchamento por umidade, falhas de vedação e corrosão. O Quadro 1 abaixo retrata as manifestações patológicas encontradas na fachada e relacioná-las com suas possíveis causas.

Quadro 1 – Manifestações patológicas identificadas e suas possíveis causas.

Manifestação identificada	Possíveis causas	Imagens
Descolamento de revestimento	Dilatações térmicas, materiais de baixa qualidade ou execução inapropriada	<p data-bbox="804 1480 1353 1514">Figura 5 – Descolamento de revestimento</p>  <p data-bbox="932 1771 1222 1805">Fonte: Autores (2022)</p>

<p>Vegetação parasita</p>	<p>Presença de materiais orgânicos dentro de fissuras em conjunto com umidade</p>	<p>Figura 6 – Vegetação parasita</p>  <p>Fonte: Autores (2022)</p>
<p>Fissuras, trincas e rachaduras</p>	<p>Dilatações térmicas, movimentações higroscópicas, deformação do concreto armado por sobrecarga ou recalque diferencial</p>	<p>Figura 7 – Fissuras, trincas e rachaduras</p>  <p>Fonte: Autores (2022)</p> <p>Figura 8 – Fissuras, trincas e rachaduras</p>  <p>Fonte: Autores (2022)</p>

<p>Manchamento por umidade</p>	<p>Presença excessiva de umidade, falta de pingadeira, ações da chuva dirigida</p>	<p>Figura 9 – Manchamento por umidade</p>  <p>Fonte: Autores (2022)</p>
<p>Falhas de vedação</p>	<p>Exposição a altas temperaturas, falhas de execução ou materiais de baixa qualidade</p>	<p>Figura 10 – Falhas de vedação</p>  <p>Fonte: Autores (2022)</p>
<p>Corrosão</p>	<p>Presença excessiva de umidade em contato com material metálico</p>	<p>Figura 11 – Corrosão</p>  <p>Fonte: Autores (2022)</p>

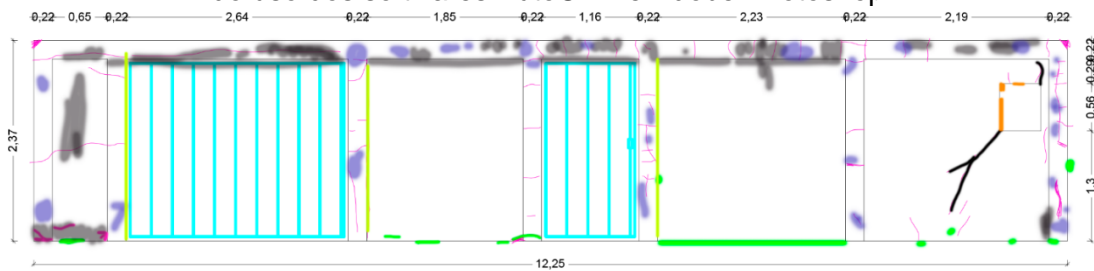
Fonte: Autores (2023).



Mapeamento e Quantificação de Danos

A seguinte representação foi obtida a partir das análises visuais e da utilização de softwares gráficos. Pode-se observar na Figura 12, a partir do uso de legendas (Figura 13), o mapeamento das manifestações patológicas ao longo de toda a fachada.

Figura 12 – Representação gráfica de mapeamento para manifestações patológicas a partir do uso dos softwares AutoCAD e Adobe Photoshop.



Fonte: Autores (2022).

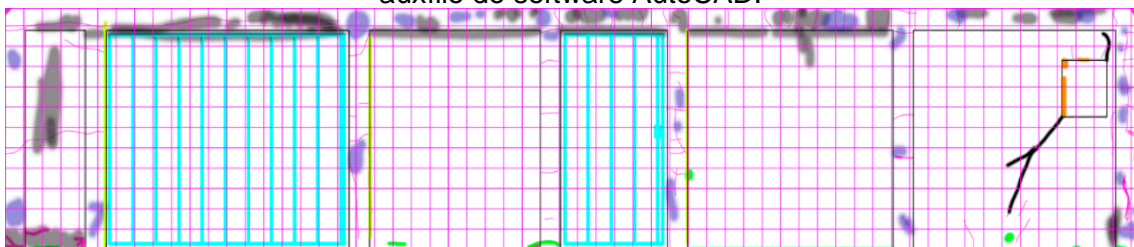
Figura 13 – Legenda para representação de manifestações patológicas.

	Falhas de vedação		Fissuras
	Manchamento		Corrosão
	Vegetação Parasita		Trincas e rachaduras
	Falhas de juntas		Portão
	Descolamento		

Fonte: Autores (2022).

Assim, utilizando malhas de dimensões 0,20m x 0,20m, com área de 0,4m² sobrepostas na amostra e seguindo a metodologia de Silva (2014) foi possível obter a quantificação visual em área das manifestações patológicas presentes na fachada, como pode ser visto na Figura 14.

Figura 14 – Aplicação de malhas para quantificação de manifestações patológicas com o auxílio do software AutoCAD.



Fonte: Autores (2022).



Os valores obtidos para a área de cada manifestação patológica podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1 – Quantificação de áreas.

Manifestação Patológica	Área afetada (m ²)	Área Total da fachada (m ²)
Descolamento de revestimento	1,36	29,03
Vegetação Parasita	0,24	29,03
Fissuras, trincas e rachaduras	3,94	29,03
Manchamento por umidade	2,4	29,03
Falhas de vedação	0,4	29,03
Corrosão	0,2	29,03

Fonte: Autores (2023).

Observa-se que cerca de 29,42% da área total da fachada está comprometida com alguma manifestação patológica, evidenciando uma grande área danificada e a presença de uma significativa quantidade de diferentes anomalias, comprometendo os aspectos visuais e estruturais da fachada.

A partir dos dados obtidos na Tabela 1, tem-se os valores individuais para o Fator de Danos (FD) obtidos através da Equação 1, sendo visualizados abaixo na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultados para o Fator de Danos (FD).

Manifestação Patológica	Fator de Danos (FD)	Fator de Danos (FD) em %
Descolamento de revestimento	0,047	4,7
Vegetação Parasita	0,0083	0,83
Fissuras, trincas e rachaduras	0,136	13,60
Manchamento por umidade	0,083	8,3
Falhas de vedação	0,014	1,4
Corrosão	0,0069	0,69

Fonte: Autores (2023).

Ao verificar os valores encontrados observa-se que as fissuras, trincas e rachaduras são as anomalias que mais se destacam com um (FD) de 0,136 seguidas de manchamento por umidade com (FD) de 0,083 e descolamento de revestimento com (FD) de 0,047. As demais manifestações aparecem com menos intensidade,



porém não podem ser desprezadas, pois suas problemáticas e possíveis causas devem ser analisadas a fundo para que elas não se proliferem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir deste trabalho pode-se perceber que as condições da fachada em estudo apresentam uma certa preocupação, já que uma parte significativa de sua área manifesta alguma anomalia. O histórico da edificação demonstra a falta de manutenções periódicas, o que acaba agravando a problemática, pois, por se tratar de um imóvel que é relativamente antigo, as ações de intempéries e o envelhecimento natural degradam bastante os seus componentes.

As condições de exposição do imóvel demonstram uma similaridade de possíveis causas para a formação das principais manifestações patológicas encontradas, o que indica que os fatores climáticos da região, assim como os altos níveis pluviométricos são protagonistas na degradação da fachada. O Fator de Danos (FD) se mostrou eficiente para uma avaliação preliminar da degradação total, servindo como balizador para mensurar os estágios de cada manifestação patológica presente. A partir da mensuração da degradação é possível que trabalhos futuros relatem parâmetros e fatores importantes que contribuam para o entendimento das condições de fachadas na região, o que permitirá a aplicação de soluções e intervenções mais assertivas.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575**: edificações habitacionais: desempenho. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

BAUER, E.; CASTRO, E. K.; SILVA, M. N. B. Estimativa da degradação de fachadas com revestimento cerâmico: estudo de caso de edifícios de Brasília. **Cerâmica**, v. 61, p. 151-159, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0366-69132015613581786>. Acesso em: 24 set. 2023.

BAUER, E.; SOUZA, J. S.; MOTA, L. M. G. Degradação de fachadas revestidas em argamassas nos edifícios de Brasília, Brasil. **Ambiente Construído**, v. 21, p. 23-43, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1678-86212021000400557>. Acesso em: 24 set. 2023.



FERREIRA, J. B.; LOBÃO, V. W. N. Manifestações patológicas na construção civil. **Caderno de Graduação - Ciências Exatas e Tecnológicas - UNIT - SERGIPE**, [S. l.], v. 5, n. 1, p. 71, 2018. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/cadernosexatas/article/view/5853>. Acesso em: 24 set. 2023.

SILVA, M. N. B. **Avaliação quantitativa da degradação e vida útil de revestimentos de fachada** – aplicação ao caso de Brasília/DF. 2014. Tese (Doutorado em Estruturas e Construção Civil) – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Universidade de Brasília, 2014. Disponível em: <https://www.pecc.unb.br/wp-content/uploads/teses/D14-6A-Maria-da-Silva.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2023.

SILVA, P. A.; JONOV, P. M. C. **Falhas e patologias dos materiais de construção**. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2016.

SOUZA, J. S.; BAUER, E.; SILVA, M. N. B. Influência dos danos em diferentes regiões das fachadas no fator de danos (FD) e no fator de danos relativo (FDR). *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 57., 2015, Bonito. **Anais** [...] Bonito: IBRACON, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/283721363_Influencia_dos_danos_em_diferentes_regioes_das_fachadas_no_fator_de_danos_FD_e_no_fator_de_danos_relativo_FDR_Influence_of_defects_in_different_regions_of_the_facades_in_the_factor_of_damage_FD_and_th. Acesso em: 29 nov. 2023.



BIOMARCADORES HISTOPATOLÓGICOS EM *Pimelodus* sp. PARA MONITORAMENTO DA BACIA DO RIO PARNAÍBA NO MUNICÍPIO DE TASSO FRAGOSO-MA

Taíla Lorrane da Silva Brito ¹
Rayssa Guimarães Rosa ²
Jonatas da Silva Castro ³
Débora Batista Pinheiro Sousa ⁴

RESUMO

A contaminação de cursos hídricos devido a utilização de agroquímicos nas atividades agrícolas pode prejudicar a saúde ambiental e conseqüentemente, os peixes residentes nesses ecossistemas. O objetivo deste trabalho foi analisar a presença de alterações histopatológicas em brânquias de peixes mandi (*Pimelodus* sp.) coletados em três diferentes pontos do rio Parnaíba nas proximidades do município de Tasso Fragoso - MA. O material biológico analisado foi retirado de 30 indivíduos de mandi, sendo 10 indivíduos de cada ponto de coleta. Os resultados indicaram alterações branquiais dos tipos: deslocamento epitelial, congestão, hiperplasia celular, aneurisma e fusão lamelar. A área urbana apresentou o maior grau de alterações, indicando que provavelmente esse ponto esteja sofrendo com a pressão antrópica oriunda das atividades ao entorno, além do agravo da utilização de pesticidas na região.

Palavras-chave: brânquias; saúde ambiental; lesões histológicas; mandi.

INTRODUÇÃO

O Brasil cada vez mais têm se destacado no agronegócio mundial, devido à quantidade, variedade e clima favorável que possibilita a produção de alimentos com qualidade, suprimindo a grande demanda dos consumidores. Atrelado ao aumento da produtividade, ocorre um aumento da aquisição de insumos agrícolas, como os fertilizantes e agrotóxicos (Saath; Fachinello, 2018).

O uso destes insumos ocorre, comumente, sem acompanhamento técnico e em locais inadequados, como sítios de recarga de aquíferos, fazendo com que os riscos de contaminação ambiental sejam agravados e as práticas agrícolas se tornem

¹ Graduanda do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Maranhão - UFMA, taila.lsb@discente.ufma.br;

² Professor do Instituto Federal do Maranhão (IFMA), jonscastro@gmail.com;

³ Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade (PPGECB) da Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, rayssagrqr@gmail.com;

⁴ Professora da Coordenação do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), debora.batista@ufma.br.



importantes elementos para a poluição (Henn, 2009). Em função do manejo da área e das características de influência dos solos em seres vivos, o meio científico passou a se alarmar com a poluição e contaminação dos corpos de águas superficiais, subsuperficiais e subterrâneas devido principalmente à presença destes agroquímicos no ambiente que o predispõe a perdas por lixiviação, volatilização, erosão eólica e carregamentos pela água da chuva (Inoue *et al.*, 2011), podendo afetar os organismos presentes nesses ecossistemas, como os peixes.

Os peixes são usados na alimentação humana e, devido seu potencial de acumular poluentes presentes nos corpos d'água, bem como através da biomagnificação pela cadeia trófica, representam importante via de contaminação para populações humanas (Oliveira-Ribeiro *et al.*, 2006). Por isso, é extremamente importante que se faça o monitoramento das espécies de peixes presentes em ambientes potencialmente impactados pela atividade agrícola, e o uso de biomarcadores têm se demonstrado uma metodologia eficiente para esse fim.

Segundo Leonzio e Fossi (1993), biomarcadores são definidos como modificações bioquímicas, celulares, fisiológicas ou comportamentais que são evidenciadas em análises histológicas ou de fluidos corporais, nos organismos e populações que indicam a presença de poluentes químicos. De acordo com Jesus e Carvalho (2008), as duas principais características dos biomarcadores são: a) permitem identificar as interações que ocorrem entre os organismos e os contaminantes de locais potencialmente impactados; e b) possibilitam a mensuração de efeitos subletais, contribuindo assim, para a tomada de medidas remediadoras ou preventivas.

Essa mensuração pode ser realizada por meio de análises histológicas, pois possibilita avaliar efeitos subletais e crônicos induzidos pela poluição do ambiente. As alterações histológicas podem ser observadas em diferentes órgãos vitais para sobrevivência dos peixes, como as brânquias. Estudo realizado por Sá (2008), utilizando brânquias de *Pimelodus maculatus* como biomarcador de poluição ambiental, observaram que as alterações histopatológicas indicam que os peixes respondem aos efeitos de agentes tóxicos presentes na água e sedimento.

As brânquias exercem funções importantes para respiração, osmorregulação e excreção, sendo órgãos-alvos cujas respostas podem oferecer subsídios a estudos



de impacto ambiental (Saleh, 1982). As consequências diretas da ação de poluentes nestes órgãos-alvos podem desencadear processos degenerativos e necróticos, transtornos decrescimento celular, como hiperplasia e hipertrofia celular além de distúrbios circulatórios (Hibiya, 1982). Este órgão, por possuir uma ampla área de superfície e se localizar de forma relativa no meio externo do peixe, faz deste um objeto chave para o estudo das ações dos poluentes no meio aquático.

Nesse contexto, o presente estudo buscou avaliar um potencial contaminação por agroquímicos dos organismos do rio Parnaíba, especificamente no município de Tasso Fragoso - MA, área transicional entre o Cerrado e a Amazônia, que vêm se destacando no cenário agrícola maranhense. Dessa forma, a utilização de biomarcadores histológicos pode subsidiar informações importantes para entender os possíveis impactos causados pelo uso de agrotóxicos para esse ecossistema e os organismos presentes.

METODOLOGIA

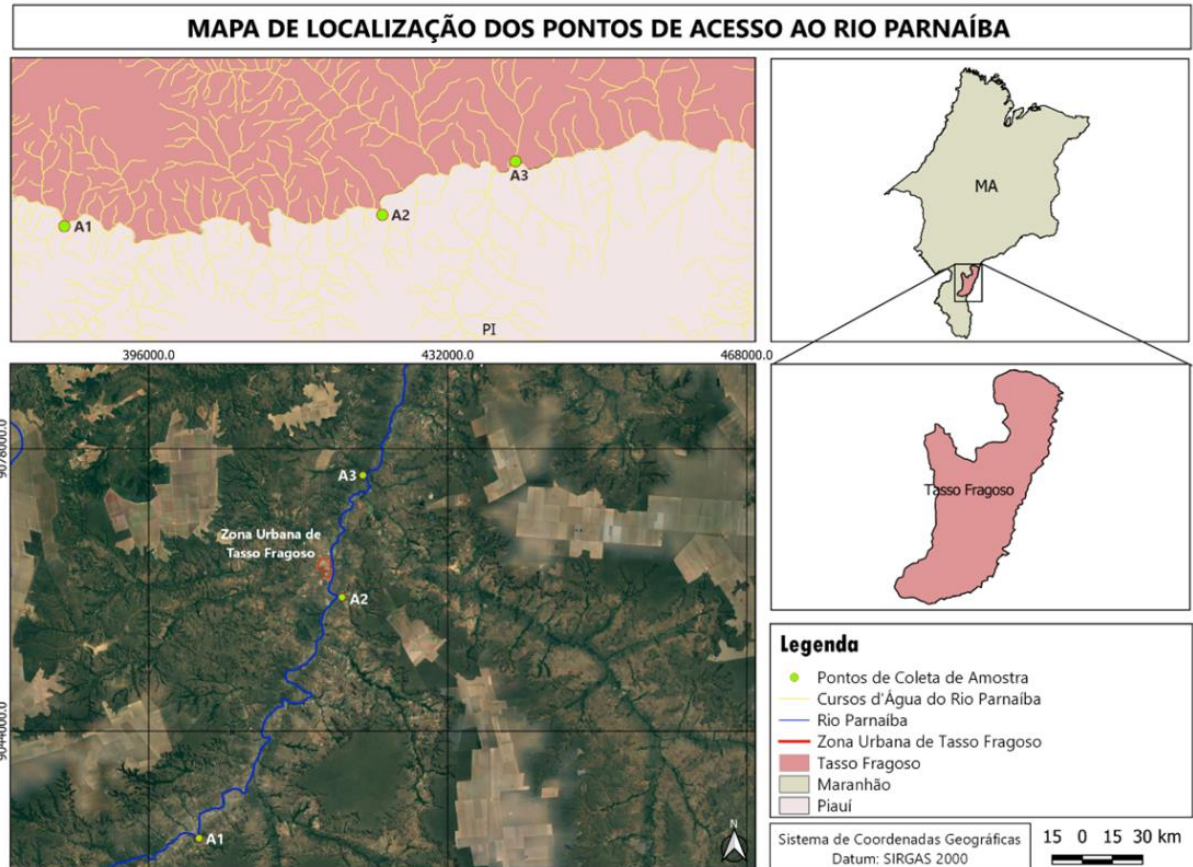
Áreas de Coletas

O estudo possui licença do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO (80968-1/2021), da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais – SEMA (A01-2022) e aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa Animal da Universidade Federal do Maranhão - CEUA/UFMA (05/2022).

Três principais áreas de interesse ao redor da bacia do rio Parnaíba, nas proximidades do município de Tasso Fragoso - MA, foram selecionadas para a coleta das amostras: Molhado (A1), Morro Vermelho (A2) e Atoleiro (A3), conforme mostra a Figura 1. Os pontos foram estrategicamente selecionados devido à influência de áreas agrícolas em suas proximidades, ou de residências rurais, fatores que podem interferir na qualidade da água do rio, visto os cursos d'água que passam pela área e desaguam no rio.



Figura 1 – Mapa de Localização dos três pontos de coleta do Rio Parnaíba, Tasso Fragoso-MA.



Fonte: Autores (2023).

Coleta dos Exemplos de Peixes

Exemplares de mandi *Pimelodus* sp. (n=30) foram capturados em três pontos distintos (A1, A2 e A3) do rio Parnaíba, sendo dez (10) peixes para cada ponto. Para isso foram utilizadas as seguintes artes de pesca: tarrafa, anzol e linha. Paralelamente à captura dos peixes foram aferidos os parâmetros físico-químicos da água com auxílio de um multiparâmetro: temperatura, pH, oxigênio dissolvido e alcalinidade, em cada ponto de coleta dos peixes. Após a captura os animais foram acondicionados em sacos plásticos e colocados em caixas de isopor com gelo para posteriormente serem tomadas as medidas biométricas, tais como: comprimento total (CT), comprimento padrão (CP) e comprimento furcal (CF) em cm, peso total (PT) em g. Depois de pesados e medidos, os animais foram anestesiados com benzocaína a 0,1% e, posteriormente, sacrificados via deslocamento cervical para retiradas das



brânquias de cada exemplar, os quais foram fixados em formol a 10% e mantidos em álcool 70% até o processamento histológico usual.

Análise Histológica

O primeiro arco branquial direito de cada exemplar de *Pimelodus* sp. Foi desidratado em séries crescentes de álcoois, diafanizados em xilol, impregnados e incluídos em parafina. Cortes transversais de aproximadamente 5µm de espessura foram corados com Hematoxilina e Eosina (HE).

A leitura das lâminas e quantificação das alterações foi realizada em microscópio óptico utilizando-se as objetivas 10x, 40x e as lesões encontradas e foram fotomicrografadas em microscópio óptico. As alterações histológicas branquiais foram avaliadas de forma semiquantitativa por meio do cálculo do Índice de Alteração Histológica (IAH), adaptado de Poleksic e Mitrovic–Tutundzic (1994), baseado na severidade de cada lesão. As alterações foram classificadas em fases progressivas de danos nos tecidos: alterações de estágio I, que não comprometem o funcionamento do órgão; de estágio II, mais severas e que prejudicam o funcionamento normal do órgão; e de estágio III, muito severas e irreversíveis conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Alterações histológicas observadas nas brânquias de *Pimelodus* sp., coletados em três pontos do Rio Parnaíba, Tasso Fragoso-MA. A classificação é de acordo com Poleksic & Mitrovic-Tutundzic modificado (1994), com 3 estágios de gravidade (I, II e III).

Lesões Histológicas Branquiais	Estágio
Deslocamento do epitélio	I
Congestão Hiperplasia Fusão das lamelas	II
Hemorragia Aneurisma lamelar	III

Fonte: Autores (2023).

Para cada brânquia, foi calculado o valor do IAH através da fórmula: $IAH = 1 \times \Sigma I + 10 \times \Sigma II + 100 \times \Sigma III$, sendo que I, II e III correspondem respectivamente ao número de alterações de estágio I, II e III. O valor médio do IAH foi dividido em cinco categorias: 0-10 = funcionamento normal do tecido; 11-20 = danificação leve para moderada do tecido; 21-50 = modificação moderada para severa do tecido; 51-100 = modificação severa do tecido; maior que 100 = danificação irreparável do tecido.



Análise Estatística

Os dados estão expressos por meio da média e desvio padrão e foram testados quanto à distribuição de normalidade e homoscedasticidade antes das análises. Quando atendidas as premissas, os dados foram comparados por meio de uma Anova-one way (alterações x pontos de coleta) com 95% de intervalo de confiança. Todas as análises e gráficos foram realizados no software GraphPad Prism 5.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Características Físico-químicas da Água

Os resultados das análises físico-químicas das águas dos pontos de coleta podem ser observados na Tabela 2. Os resultados dos dados abióticos estão de acordo com a Resolução CONAMA (Brasil, 2005), exceto os valores de temperatura que estão abaixo do recomendado para todos os pontos avaliados.

Tabela 2 – Dados abióticos coletados em três pontos de coleta de *Pimelodus* sp. ao longo do Rio Parnaíba, Tasso Fragoso- MA.

Parâmetros	Brejo Seco (A1)	Zona Urbana (A2)	Brejo do Meio (A3)	Valores Recomendados
T (°C)	24,2	25,2	24,4	28 - 32°C ^a
pH	7,64	7,5	7,46	6,5-8,0 ^a
OD	8,5	9,1	8,4	>5 mg/L ^a
Condutividade	8,915	9,3	9,2	-
STD (ppm)	2,8	3	3	-

Fonte: Autores (2023).

Conforme estudo de Rebouças *et al.* (2014), a temperatura pode influenciar nas atividades fisiológicas dos peixes como respiração, digestão, reprodução e alimentação. Cada organismo possui limites de tolerância superior e inferior, limites de temperatura para migração, desova e incubação de ovos, e uma faixa de temperaturas ótimas para o crescimento. A temperatura pode ainda ser um dos fatores desencadeadores da determinação sexual em peixes, onde existe a redução na razão entre machos e fêmeas à medida que diminui a temperatura como consequência da diferenciação ovariana por baixas temperaturas (Ribeiro; Moreira, 2012).

Neste estudo, a temperatura da água dos três pontos avaliados está abaixo dos valores recomendados pela resolução CONAMA nº 357 e pode influenciar de alguma maneira na fisiologia do organismo. Todavia, estudos mais aprofundados sobre os



limites térmicos na espécie precisam ser avaliados, para compreender os reais efeitos desse parâmetro sobre a fisiologia, comportamento e reprodução da espécie em questão.

Dados Biométricos

Os dados biométricos de *Pimelodus* sp. Estão dispostos na Tabela 3. Não foi observado diferença para os parâmetros avaliados entre os pontos de coleta ($p > 0.05$).

Tabela 3 – Dados biométricos de *Pimelodus* sp. coletados em três pontos do Rio Parnaíba, Tasso Fragoso- MA.

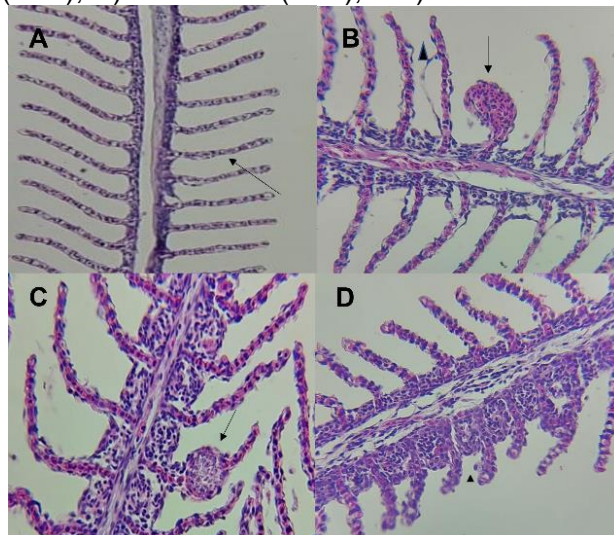
Parâmetros	Média \pm Desvio-padrão		
	Brejo Seco (A1)	Zona Urbana (A2)	Brejo do Meio (A3)
LT (cm)	16,38 \pm 1,97	17,25 \pm 0,96	17,00 \pm 1,21
LP (cm)	13,82 \pm 2,03	14,94 \pm 0,91	14,66 \pm 1,17
CF (cm)	14,93 \pm 2,12	15,9 \pm 0,74	15,51 \pm 1,24
PT (g)	47,48 \pm 2,39	52,7 \pm 8,32	42,27 \pm 8,75

Fonte: Autores (2023)

Biomarcadores Histológicos em Brânquias de *Pimelodus* sp.

Nas lâminas de brânquias de *Pimelodus* sp. analisadas observou-se as seguintes alterações: deslocamento epitelial, aneurisma, hiperplasia celular e fusão lamelar (Figura 2).

Figura 2 – Alterações branquiais em brânquias de *Pimelodus* sp. coletados em três pontos do Rio Parnaíba. Onde: A) Lamelas normais (seta); B) Deslocamento do epitélio lamelar (Δ) e Aneurisma (seta); C) Aneurisma (seta); e D) Fusão lamelar parcial (seta).

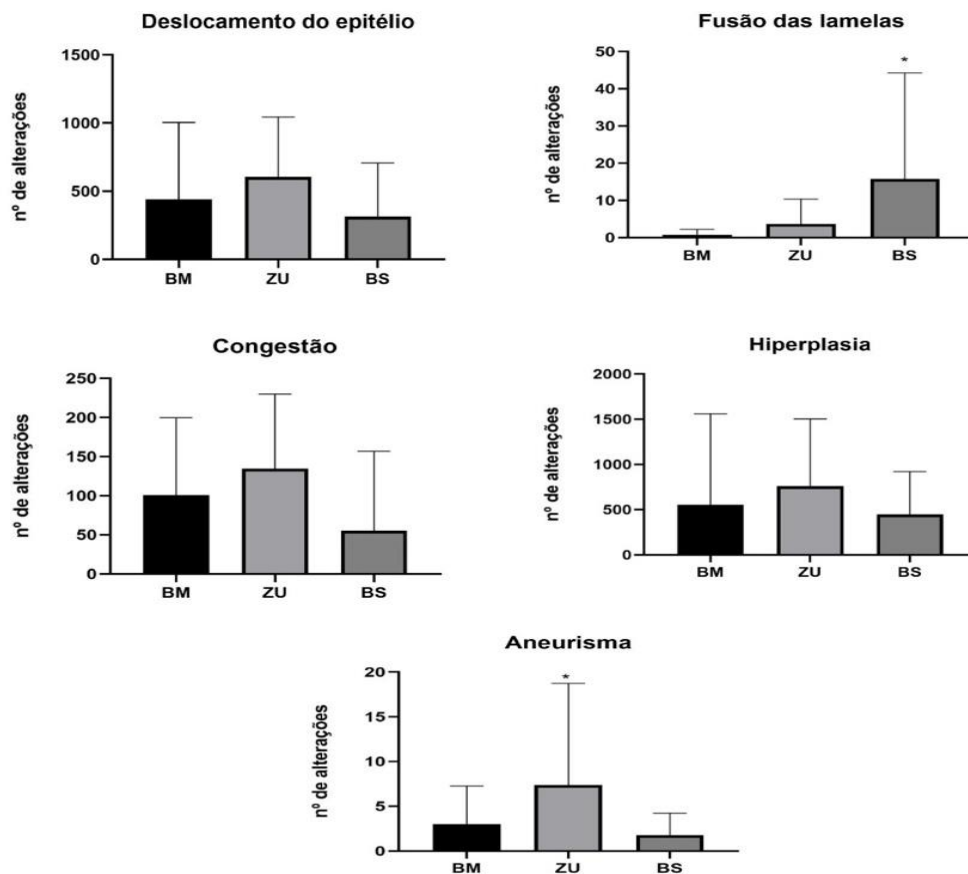


Fonte: Autores (2023).



A Figura 3, indica a frequência das alterações branquiais em *Pimelodus sp.* Não houve diferença na frequência das lesões deslocamento do epitélio, congestão e hiperplasia em nenhum dos pontos avaliados, todavia, pode-se observar uma tendência de aumento das lesões em peixe capturada nas proximidades da ZU de Tasso Fragoso. Houve diferença significativa na lesão do tipo aneurisma em peixes capturados na ZU ($p < 0.05$) em relação aos demais pontos.

Figura 3 – Frequência de alterações branquiais de *Pimelodus sp.* coletados em três pontos do Rio Parnaíba, Tasso Fragoso- MA. Asterisco indica diferença significativa entre os pontos de coleta.



Fonte: Autores (2023).

O exame dos epitélios branquiais evidenciou lesões nos três estágios de severidade, sendo que as mais frequentes foram congestão vascular, deslocamento do epitélio lamelar e aneurisma, todas mais frequentes na Zona Urbana de Tasso Fragoso.



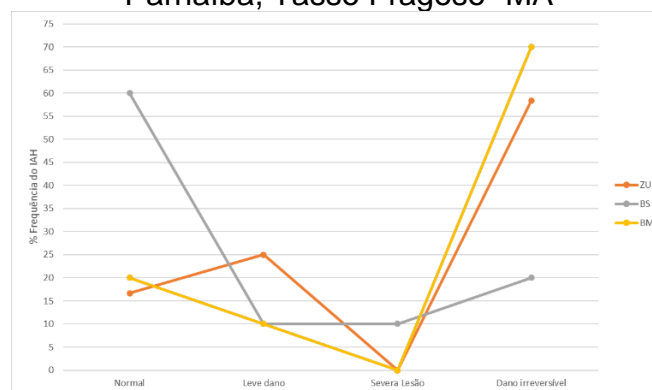
Alterações branquiais em estágio I são exemplos de mecanismos de defesa que resultam no aumento da distância entre o ambiente externo e o sistema sanguíneo, formando uma barreira contra a entrada de contaminantes, mas podem ser reversíveis em caso de melhoria das condições ambientais (Poleksic; Mitrovic-Tutundzic, 1994; Fernandes; Mazon, 2003).

A identificação de aneurisma lamelar (lesão do estágio III) em exemplares de *Pimelodus* sp., indica um colapso do sistema de células pilares, com prejuízo na integridade vascular e risco de hemorragia devido à ruptura do epitélio. Segundo Poleksic e Mitrovic–Tutundzic (1994), as mudanças nas estruturas das brânquias de peixe podem ser usadas para monitorar os efeitos subletal e crônico de poluentes.

As alterações histopatológicas são bem representadas pelo índice de alteração histológico (IAH), que neste estudo variou de 1 a 110, média=9,85, demonstrando que os rins de *Pimelodus* sp. apresentaram alterações teciduais variando do nível mais brando ao mais severo (Figura 4). Os valores de IAH apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) para os peixes coletados na ZU em relação aos demais pontos. Os menores índices foram contabilizados no ponto BS, com o predomínio de grau de severidade normal, contrastando com os resultados da área ZU, maiores índices e graus de severidade irreversíveis.

Os resultados apresentados indicam a necessidade de um monitoramento mais efetivo da região, buscando identificar as fontes pontuais e as possíveis fontes difusas de contaminação, visando um controle e consequente minimização dos riscos aos organismos dessa região.

Figura 4 – Índice de alterações em *Pimelodus* sp. capturados em três pontos do Rio Parnaíba, Tasso Fragoso- MA



Fonte: Autores (2023).



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram identificadas alterações em todos os graus de severidade para os peixes coletados no Rio Parnaíba. A alta frequência de alterações branquiais identificadas em peixes coletados na Zona Urbana de Tasso Fragoso indica que provavelmente que os organismos dessa região estão sofrendo uma maior influência de compostos tóxicos oriundos das atividades domésticas ou pela utilização de pesticidas nessa localidade. Estudos mais detalhados da concentração de pesticidas na água e no solo devem ser realizados para fortalecer os resultados apresentados.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcd_a_ltrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf . Acesso em: 16 nov. 2022.
- FERNANDES, M. N., MAZON, E. A. F. **Environmental pollution and fish gill morphology**. In: Val AL, Kapoor BG (eds) Fish adaptations. Science Publishers, 1ª ed. Canadá, pp 203-231, 2003.
- HENN, C. **Seleção de linhagens de basidiomicetos resistentes aos herbicidas atrazina e diuron: produção de enzimas lignolíticas e degradação dos compostos**. 2009. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista. São José do Rio Preto, 2009. Disponível em: <https://bv.fapesp.br/pt/dissertacoes-teses/83136/selecao-de-linhagens-de-basidiomicetos-resistentes-aos-herbi>. Acesso em: 10 nov. 2023.
- HIBIYA, T. **An atlas of fish histology: normal and pathological features**. New York: Kodansha Tokio, 147p. 1982.
- INOUE, M. H. *et al.* Atividade residual de herbicidas pré-emergentes aplicados em solos contrastantes. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 10, n. 3, p. 232-242, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.7824/rbh.v10i3.124>. Acesso em: 10 nov. 2023.
- JESUS, T. B.; CARVALHO, C. E. V. Utilização de biomarcadores em peixes como ferramenta para avaliação de contaminação ambiental por mercúrio (Hg). **Oecologia Brasiliensis**, v. 12, n. 4. p. 680-693, 2008. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2883345>. Acesso em: 10 nov. 2023.
- LEONZIO, C.; FOSSI, M. C. Nondestructive biomarkers strategy: perspectives and applications. Pp. 297- 312. In: FOSSI, M. C.; LEONZIO, C. (eds.). Nondestructive biomarkers in vertebrates. London: Lewis Publ., 1993. 368p. Disponível em:



<https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9780367813703-21/nondestructive-biomarker-strategy-perspectives-applications-claudio-leonzio-cristina-fossi>. Acesso em: 10 nov. 2023.

OLIVEIRA RIBEIRO, C. A., FILIPAK NETO, F., MELA, M., SILVA, P. H., RANDI, M. A. F., RABITTO, I. S., ALVES COSTA, J. R. M., PELLETIER, E. 2006.

Hematological findings in neotropical fish *Hoplias malabaricus* exposed to subchronic and dietary doses of methylmercury, inorganic lead, and tributyltin chloride.

Environmental Research, v. 101, n. 1, p. 74- 80, 2006. Disponível em:

[10.1016/j.envres.2005.11.005](https://doi.org/10.1016/j.envres.2005.11.005). Acesso em: 10 nov. 2023.

REBOUÇAS, P. M.; LIMA, L. R.; DIAS, I. F.; BARBOSA FILHO, J. A. D. Influencia da oscilação térmica na água da piscicultura. **J Anim Behav Biometeorol**, v.2, n.2, p.35-42, 2014. Disponível em:

[https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/journal-animal-behaviour-and-biometeorology/2-\(2014\)-2/influencia-da-oscilacao-termica-na-agua-da-piscicultura/](https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/journal-animal-behaviour-and-biometeorology/2-(2014)-2/influencia-da-oscilacao-termica-na-agua-da-piscicultura/). Acesso em: 10 nov. 2023.

RIBEIRO, C. S.; MOREIRA, R. G. Fatores ambientais e reprodução dos peixes.

Revista da Biologia, v.8: 58-61, 2012. Disponível em:

<https://doi.org/10.7594/revbio.08.10>. Acesso em: 10 nov. 2023.

SÁ, O. R. Avaliação da qualidade da água no reservatório UHE Furnas - MG, utilizando as brânquias de *Pimelodus maculatus* (LACÈPÈDE, 1803) como

biomarcador de poluição ambiental. **Ciência et Praxis** v. 1, n. 1, 2008. Disponível em: <https://revista.uemg.br/index.php/praxys/article/view/2066>. Acesso em: 10 nov. 2023.

SAATH, K. C. O.; FACHINELLO, A. L. Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, 56 (2), 2018. Disponível em:

<https://doi.org/10.1590/1234-56781806-94790560201>. Acesso em: 10 nov. 2023.

SALEH, M. A. Identification and quantitative determination of chlorinated pesticides. **Journal Environmental Science Health**, v.17, n.1, p. 35-42, 1982. Disponível em:

<https://doi.org/10.1080/03601238209372299>. Acesso em: 10 nov. 2023.

POLEKSIC, V., MITROVIC-TUTUNDZIC, V. **Fish gills as a monitor of sublethal and chronic effects of pollution**. In: Müller, R., Lloyd, R. (Eds), *Sublethal and Chronic effects of Pollutants on Freshwater Fish*. Cambridge: Cambridge Univ. Press., pp. 339–352, 1994.

AGRADECIMENTOS - Agradecemos a equipe do Laboratório de Ecotoxicologia e Biotecnologia Ambiental (LEBiA) e à FAPEMA pelo auxílio financeiro através do EDITAL/UNIVERSAL 2022.



ANÁLISE DO SANEAMENTO BÁSICO NA MICRORREGIÃO DOS GERAIS DE BALSAS – MA

Ellen Raissa Lima Passos ¹
Cecília Rego dos Santos ²
Amanda Paiva Farias ³
Cláudio Luis Araújo Neto ⁴

RESUMO

Há diversas leis e políticas internacionais e nacionais que deliberam sobre diretrizes para preservação da vida e do meio ambiente. A população brasileira ainda não usufrui na sua totalidade de todos os direitos que a Constituição Federal assegura, dentre estes está o direito ao saneamento básico. Visando sanar este problema a nível nacional foi criado o Plano Nacional de Saneamento Básico – PLAN SAB, este tem como função, dentre outras, definir diretrizes nacionais para o saneamento básico, em busca da universalização e do aperfeiçoamento na gestão dos serviços em todo o País. O objetivo dessa pesquisa é realizar o diagnóstico sobre a situação da Microrregião dos Gerais de Balsas quanto aos serviços de saneamento básico, tendo como referência as diretrizes nacionais. As informações utilizadas foram coletadas no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e observa-se variações dos índices relacionados à água, esgoto, resíduos sólidos e drenagem urbana. Conforme os resultados obtidos, muito ainda deverá ser feito para que a Microrregião dos Gerais de Balsas atinja a universalização dos serviços de saneamento básico, principalmente no que se refere ao esgotamento sanitário, gestão dos resíduos sólidos e drenagem urbana. Verifica-se que são necessárias intervenções dos órgãos públicos visando implantar novas ações que gerem melhorias, no que se refere à otimização dos indicadores examinados, por estarem diretamente relacionados a saúde e bem-estar da população. Portanto, o panorama mostra-se uma ferramenta importante para conhecimento da situação atual bem como ponto de partida para o planejamento e a elaboração de parcerias públicas e privadas com levantamento de investimentos para proporcionar a universalização do sistema dos serviços do saneamento básico de forma eficiente.

Palavras-chave: políticas públicas; SNIS; universalização.

INTRODUÇÃO

A Constituição Federal promulgada em 1988 (Brasil, 1988), assegura que a saúde é um direito básico de todo cidadão cabendo ao Estado a responsabilidade de

¹ Graduando do Curso de Bacharelado Interdisciplinar em Ciências e Tecnologia da Universidade Federal do Maranhão - UFMA, ellen.raissa@discente.ufma.br;

² Graduando do Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Maranhão – UFMA, cecilia.rego@discente.ufma.br;

³ Professora do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Maranhão - UFMA, farias.amanda@ufma.br;

⁴ Professor do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Maranhão – UFMA, claudio.neto@gmail.com.



prover todas os meios necessários para garanti-la. Uma das principais ferramentas que contribuem para que esse direito seja de fato oferecido a população, são as ações direcionadas ao meio ambiente, principalmente no que diz respeito ao saneamento básico.

Conforme o Batista (2012), o saneamento é composto por medidas que visam preservar ou variar as circunstâncias em que se encontra o meio ambiente, com o objetivo de prevenir enfermidades e proporcionar a saúde, melhorando a qualidade de vida da sociedade e facilitando a atividade econômica.

De acordo com a Lei Federal nº 11.445, também é denominada de Lei do Saneamento Básico (Brasil, 2007) as quatro esferas do saneamento básico caracterizam-se como: abastecimento de água potável, da captação até a distribuição. Esgotamento sanitário, estabelecido pelos serviços de coleta, condução, tratamento dos rejeitos, acondicionamento adequado e lançamento no meio ambiente. A limpeza urbana e gestão dos resíduos sólidos, realizadas no sistema de coleta dos resíduos, transporte e transbordo adequados, tratamento e disposição final. Por fim, o conjunto de drenagem e gestão de águas pluviais, formada pelo recebimento da água da chuva, transporte, tratamento e disposição final. Ainda, segundo o Plano Nacional de Saneamento Básico, os municípios e o Distrito Federal são responsáveis por alcançar a universalização dos serviços, devendo ser prestados com eficiência, para evitar danos à saúde pública e proteger o meio ambiente. As diretrizes nacionais e internacionais demonstram que é função das instituições públicas em todos os âmbitos, garantir todos os meios necessários para que de fato o direito a saúde e a vida seja acessível a todos os cidadãos.

Apesar da importância das políticas públicas sanitárias no território nacional como a Lei 14.026 (Brasil, 2020), conhecida como o Marco do Saneamento Básico, foi criada com prazos específicos, alguns já foram até prorrogados para os municípios adaptarem-se as exigências nacionais, porém ainda há uma grande parcela de cidades onde os atuais resultados e investimentos demonstram que ainda estão longe de adequarem-se as normas nacionais principalmente no cenário maranhense como confirma a matéria publicada no Portal Saneamento Básico (2020) afirmando que dos 217 municípios do Maranhão, 75% ainda não regularizaram os seus serviços de água e esgoto.



Tendo em vista essa triste realidade, surge o interesse e a necessidade de realizar esta pesquisa, que se propõe a percorrer sobre a temática abordada, procurando obter informações que possibilitem criar um panorama acerca do saneamento básico nos municípios que compõem a Microrregião dos Gerais de Balsas.

Para modificar o cenário atual, é de suma importância não somente a criação de leis e políticas públicas e privadas, mas principalmente a sua implantação em todos os municípios, criando condições melhores para o meio ambiente e para a população.

No desenvolvimento deste trabalho fez-se necessário uma ampla pesquisa para coleta de dados, tendo em vista maior compreensão do tema para um melhor direcionamento das políticas públicas quanto as futuras ações e investimentos.

METODOLOGIA

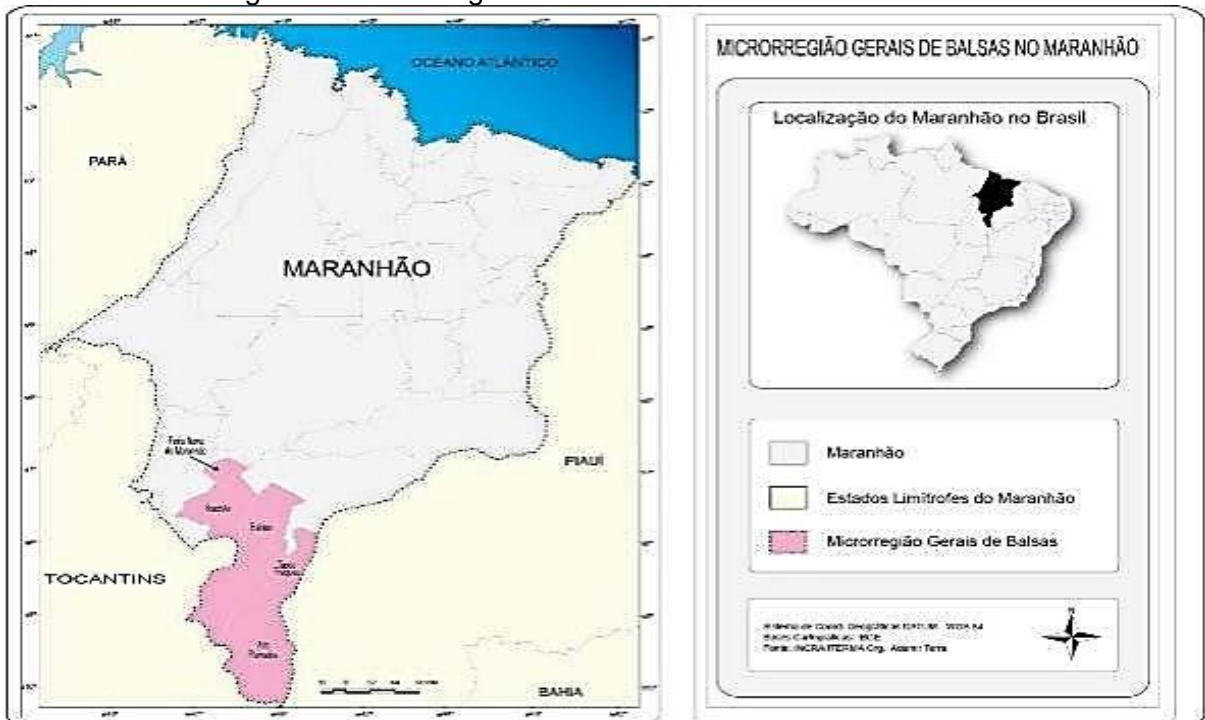
A Microrregião dos Gerais de Balsas (Figura 1) é uma das microrregiões do estado brasileiro do Maranhão pertencente à mesorregião Sul Maranhense. Sua população, segundo dados do IBGE (2022), é de aproximadamente 151.931 mil habitantes e está dividida em cinco municípios: Alto Parnaíba, Balsas, Feira Nova do Maranhão, Riachão e Tasso Fragoso.

Os cerrados localizados nesta microrregião transformaram-se em espaços de reprodução da atividade agrícola, principalmente por apresentarem fatores que propiciam a agricultura da soja, tais como terras planas e predominância de um relevo de chapadas que facilita a utilização de máquinas na colheita da soja, aumentando a sua produtividade conforme explica Rodrigues e Alencar (2011). Porém apesar da modernização e do avanço agrícola, pouco se sabe sobre os aspectos relacionados ao saneamento básico dessa microrregião.

Para obter o panorama sobre o saneamento básico na Microrregião Gerais de Balsas do Estado do Maranhão, buscou-se informações no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS (2020), sendo verificado os indicadores de cada município analisado relacionados a abastecimento de água, esgotamento sanitário, gestão de resíduos sólidos e drenagem urbana.



Figura 1 – Microrregião dos Gerais de Balsas no Maranhão.

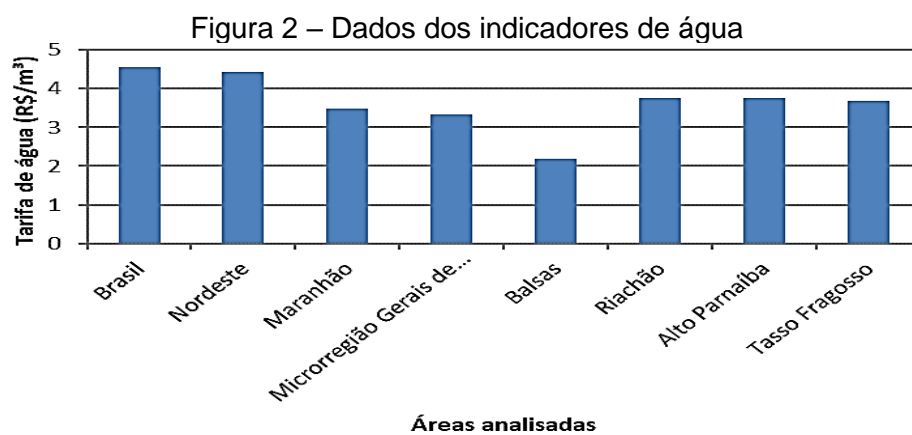


Fonte: Santos e Costa (2017).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Indicadores de Água

Na Figura 2 são apresentados os dados dos indicadores de água, no que tange à hidromedição, aos índices de perdas, ao atendimento urbano e total da água nas áreas analisadas.



Fonte: Adaptado do SNIS (2020).

Conforme os dados da Figura 2 percebe-se que, aproximadamente, 100% da população urbana que forma a Microrregião dos Gerais de Balsas é atendida com

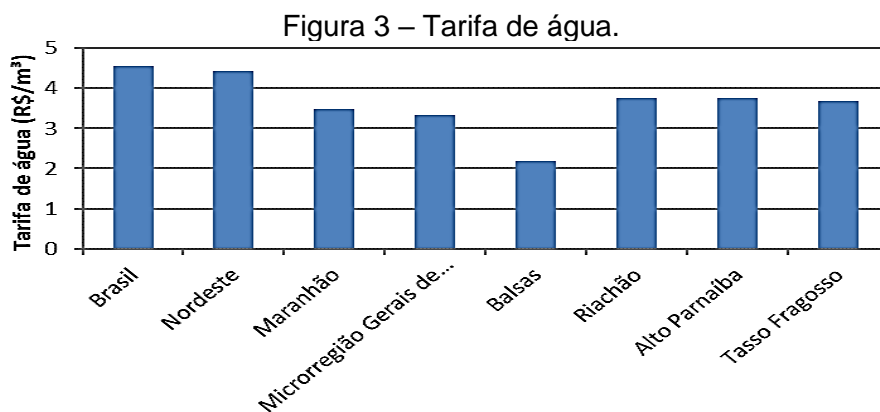


abastecimento de água, frente a média de aproximadamente 80,00% do estado do Maranhão e cerca de 90,00% do país. Em todos os municípios da microrregião grande parte da água captada é perdida na rede antes de chegar às residências. Balsas, Feira Nova, Tasso Fragoso revelam o maior nível de perda, aproximadamente, 75%. De acordo com um levantamento realizado por Almeida (2021), no Maranhão, 3,6 milhões de pessoas ainda moravam em residências sem acesso à água tratada.

A hidromedição, pode ser definida como a medição da água fornecida a consumidores individuais, através de hidrômetros. A simples presença do medidor é responsável pela redução do desperdício de água. Os dados coletados mostram que em Balsas a hidromedição está presente em apenas 15,68% das residências, Tasso Fragoso registra em 16,03% e o Alto do Parnaíba é a cidade que apresenta o valor de mais alto, 58,75%. Não consta dados da cidade de Feira Nova no SNIS (2020) quanto a este indicador.

Tarifa de Água

A Figura 3 corresponde aos dados de tarifa de água, onde é possível observar os valores por m³ (metro cúbico) cobrado em cada área analisada.



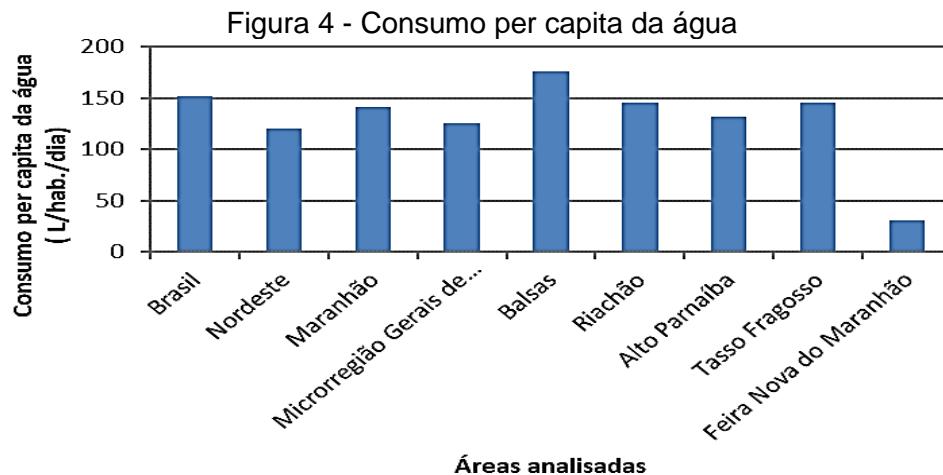
Fonte: Adaptado do SNIS (2020).

A tarifa do valor unitário por m³ (metro cúbico) custa 3,34 R\$/m³. A cidade de Balsas apresenta o menor valor da tarifa, enquanto Riachão, Alto do Parnaíba e Tasso Fragoso tem os valores mais elevados dentro da microrregião. A cidade de Feira Nova no Maranhão, não disponibilizou seus dados no SNIS (2020), por isso está fora da análise quanto a este item.



Consumo Per Capita da Água

Na Figura 4 é apresentado o consumo per capita da água, em relação às áreas analisadas, mediante a disponibilização dos dados pelo SNIS (2020).



Fonte: Adaptado do SNIS (2020).

Com base nos dados apresentados na Figura 4, Balsas apresenta o maior consumo per capita da água equivalendo a 176,42 litros por dia, ultrapassando as médias do Nordeste e do Estado do Maranhão, enquanto Feira Nova do Maranhão registra o menor consumo, 30,89 litros por habitante. As demais cidades apresentam consumo com valores similares, entre 130 e 150 l/hab/dia. No total, a Microrregião dos Gerais de Balsas tem seu índice de consumo em 125,75 litros por habitante ao dia, valor próximo à média nacional e superior ao recomendado pela Organização Mundial de Saúde (WHO, 2004).

Indicadores de Esgoto

A Figura 5 representa os indicadores de esgoto, considerando a coleta de esgoto, o esgoto coletado tratado, o atendimento urbano e o atendimento total das áreas analisadas.

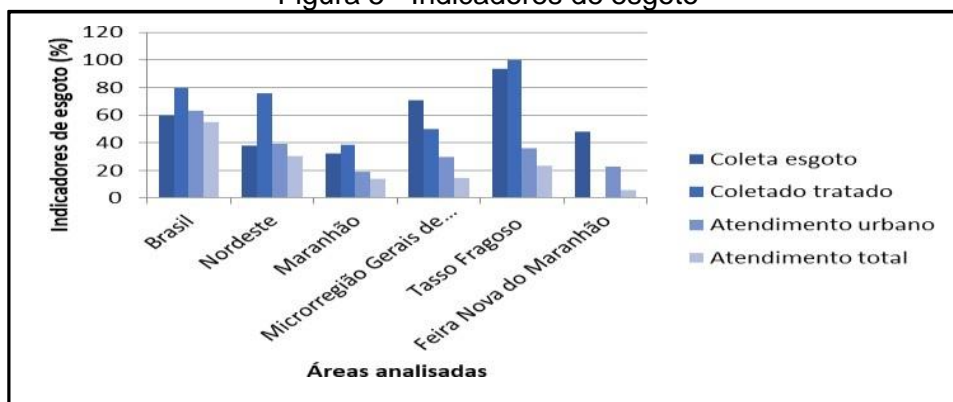
As redes coletoras de esgotos alcançam 61,4% da população urbana brasileira, restando 38,6% da população nas cidades do país que não dispõem de sistema de coleta ou tratamento. O Maranhão apresenta indicadores de esgoto numa escala preocupante em cada item analisado, o atendimento total não chega a 20% da



população.

A Figura 5 evidencia que apenas as cidades de Tasso Fragoso e Feira Nova tornaram públicas as informações quanto aos indicadores de esgoto. Dessa forma, o cálculo da microrregião foi realizado apenas com os dados de ambos os municípios. Foi possível constatar que nem todo esgoto coletado é conduzido a uma estação de tratamento em Feira Nova e, provavelmente, isso acontece nos demais municípios analisados.

Figura 5 - Indicadores de esgoto

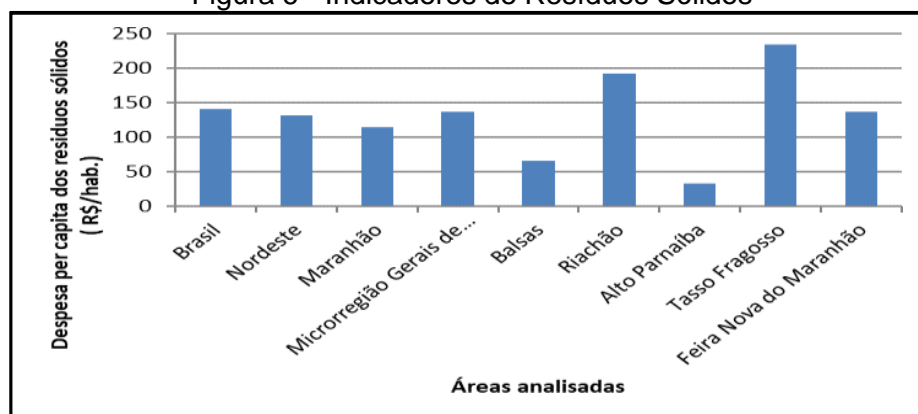


Fonte: Adaptado do SNIS (2020).

Despesa Per Capita dos Resíduos Sólidos

A Figura 6 apresenta os dados referente às despesas per capitas dos resíduos sólidos.

Figura 6 - Indicadores de Resíduos Sólidos



Fonte: Adaptado do SNIS (2020).

De acordo com estes índices os gastos com resíduos sólidos em Tasso Fragoso correspondem a 234,51 R\$/habitantes, cidade essa que possui cerca de 8.500 habitantes, o que equivale ao sétuplo da cidade de Alto Parnaíba que tem seu índice

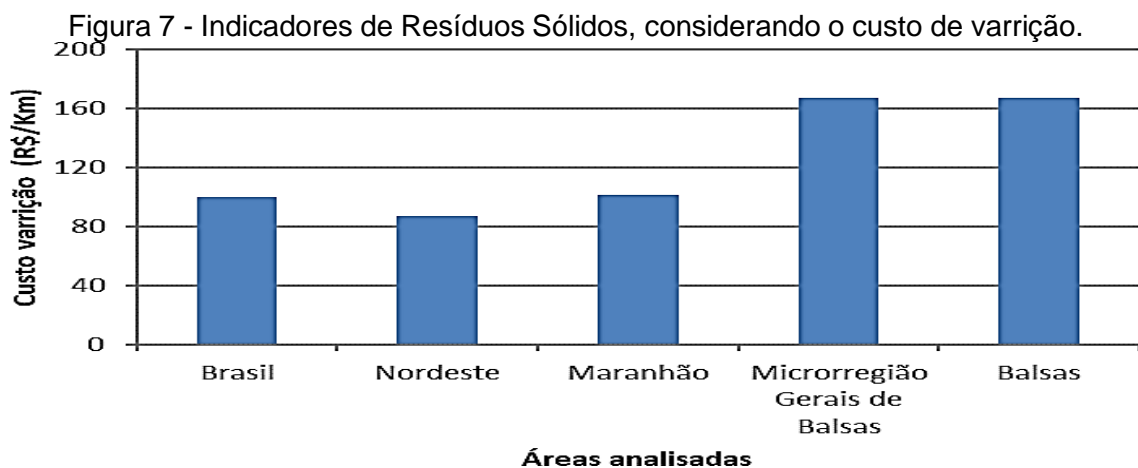


de despesa com resíduos sólidos em aproximadamente 33 R\$/habitantes e possui cerca de 11 mil habitantes.

Analisando os dados do Brasil, Nordeste e Maranhão, a despesa per capita de cada equivale a 141,22 R\$/hab./ano, 131,59 R\$/hab./ano, 114,32 R\$/hab./ano, respectivamente. Comparando o Estado do Maranhão com outras regiões do país, é possível afirmar que em 2019, os valores médios das despesas per capita com os serviços de manejo de resíduos sólidos apresentaram variação máxima de cerca de 30% entre as regiões, Ferreira e Barros (2021).

Custo de Varrição

A Figura 7 apresenta os dados de um dos indicadores de resíduos sólidos, o custo varrição de cada área analisada.



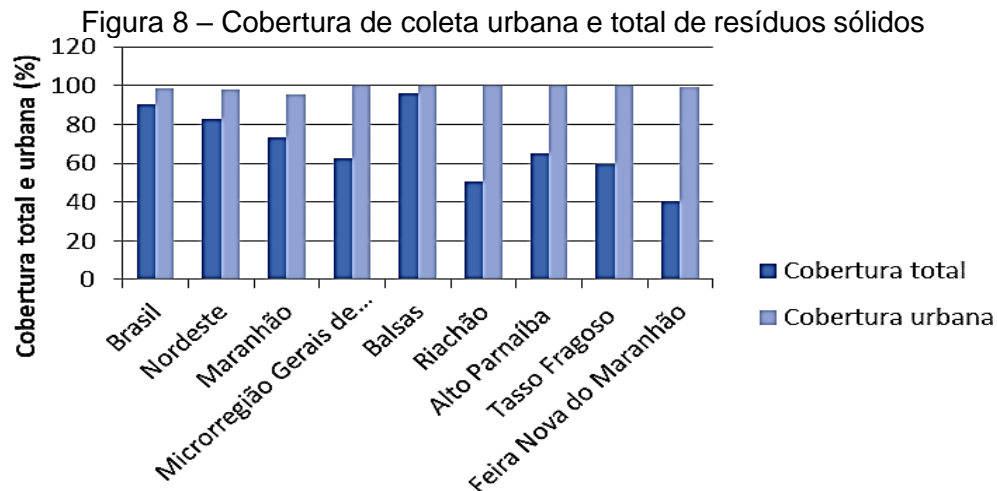
Fonte: Adaptado do SNIS (2020).

O custo de varrição na cidade de Balsas está acima da média nacional, regional e estadual, correspondendo a um valor de aproximadamente 167,20 R\$/Km², o que difere das outras áreas analisadas que possuem índices similares gerando uma média de custo de 90,00 R\$/Km². Para o cálculo do índice da Microrregião dos Gerais de Balsas foi levado em conta apenas a média da cidade de Balsas, visto que as outras cidades que compõe a microrregião não disponibilizaram seus dados no SNIS (2020).



Cobertura Total e Urbana

Na Figura 8 estão apresentados os dados da taxa de cobertura regular do serviço de coleta de resíduos em relação à população total e urbana das áreas analisadas, mediante os dados disponibilizados no SNIS (2020).



Áreas analisadas

Fonte: Adaptado do SNIS (2020).

A Figura 8 mostra que a cobertura do serviço de coleta de resíduos ainda não foi ofertada a toda população. Balsas apresenta o maior índice de cobertura total e urbana aproximadamente 100%, enquanto as demais cidades da microrregião variam entre 40% e 70%. A Microrregião dos Gerais de Balsas apresenta seus índices de cobertura urbana em 99,86% e cobertura total em 62,40%. Resíduos em via pública podem representar um alto risco à população, tendo-se em vista que seu acúmulo favoreça o aparecimento de agentes transmissores de doenças.

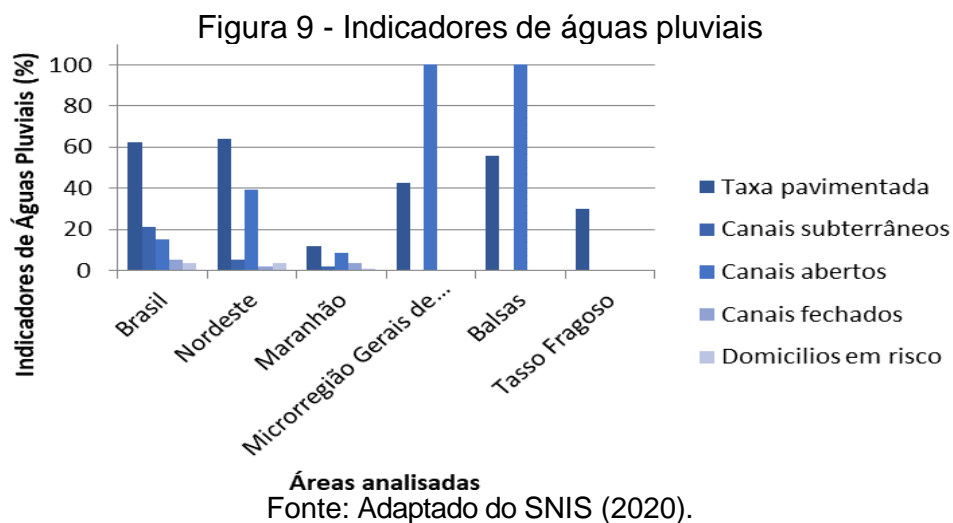
Indicadores de Águas Pluviais

A Figura 9 corresponde aos indicadores de águas pluviais, apresentado os dados correspondentes à taxa pavimentada, canais subterrâneos, canais abertos, canais fechados e os domicílios em risco.

A taxa de cobertura das águas pluviais nas vias públicas pavimentadas no país e na região nordeste é similar, por volta de 64%. O Estado do Maranhão possui índices próximos a 17 %, a cidade de Balsas, por outro lado, possui 55,6% das vias pavimentadas e a cidade de Tasso Fragoso 30%. Além disso, pode-se observar que o



total de vias públicas com redes ou canais de águas pluviais subterrâneos nas áreas analisadas que possuem registros são bem baixo, a média nacional é a maior, porém apresenta uma cobertura de apenas 20%. O Nordeste e o Maranhão revelam valores pequenos. Os dados demonstram o total existente de canais abertos destacando Balsas, que atinge o nível de cobertura de 100%, seguido pelo Nordeste com 40%, o Brasil com 17% e por último o Maranhão com 10%.



Os indicadores na Figura 9 consideram os dados referentes aos serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais (DMAPU) que foram declarados ao SNIS (2020) pelas Prefeituras de Balsas e Tasso Fragoso. A maioria dos prestadores de serviço ainda não possui sistemas de informações e levantamento de dados sobre o manejo de águas pluviais. Sendo assim para o cálculo da média da Microrregião Gerais de Balsas, foram considerados apenas os dados de Balsas e Tasso Fragoso.

Problemas nos sistemas de drenagem e manejo das águas pluviais podem desencadear impactos diretos sobre a vida da população nas áreas urbanas, por isso é de suma importância ter políticas de prevenção quanto aos perigos gerados pelas águas pluviais. Diante disto, é possível verificar a quantidade de domicílios sujeitos ao risco de inundação, enxurradas e alagamentos.

Verifica-se, portanto, a carência total de investimentos em todas as áreas do saneamento principalmente no Maranhão quanto a ações referentes as águas pluviais como informa Reis (2020). Quando se analisa a relevância dos gastos, ou seja, sua representatividade no conjunto da ação estatal nota-se uma redução significativa,

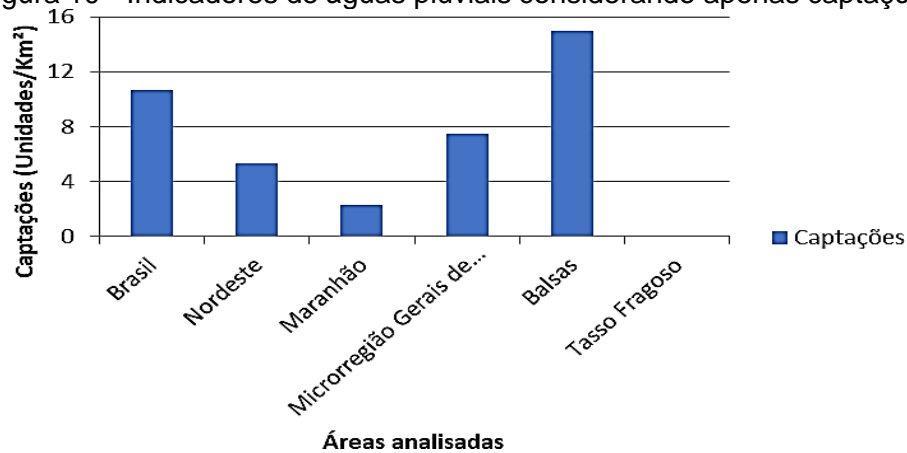


visto que em 2009 os gastos com saneamento representavam 3,24% do total, enquanto no ano de 2018 os gastos representaram apenas 2,54%.

Captações

A Figura 10 apresenta os dados referentes a captações das águas pluviais em unidades por Km de cada área analisada.

Figura 10 - Indicadores de águas pluviais considerando apenas captações



Fonte: Adaptado do SNIS (2020).

A CETESB (2022) classifica a água da chuva como esgoto, pois ela é encarregada de carregar todo tipo de impureza dos telhados e pisos até as bocas de lobo onde atua como “solvente universal”, como diluidor de todas as impurezas, até desbocar em córregos e posteriormente em um rio que suprirá na captação de tratamento de água potável. Portanto, para o aproveitamentoda água, precisa-se fazer sua captação antes que ela chegue ao solo, para evitar sua contaminação.

De acordo com a Figura 10 é possível analisar que Balsas é a área que mais utiliza o método da captação das águas pluviais, 7,08 unidades por Km², enquanto Tasso Fragoso tem seu índice 0,00. O cálculo para a Microrregião Gerais de Balsas foi feito apenas com os dados das cidades de Balsas e TassoFragoso, uma vez que as outras cidades da microrregião não disponibilizaram seus dados. Brasil, Nordeste e Maranhão possuem seus índices em 10,38 Unidades/Km², 5,31 Unidades/Km² e 2,31 Unidades/Km², respectivamente.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Vários fatores têm impossibilitado a implementação satisfatória de políticas públicas em todo o país resultando no triste cenário atual, em que grande parte da população são privadas do acesso aos serviços básicos, colocando em risco a habitação, a saúde e até a própria sobrevivência deste grupo. O Nordeste, e o Maranhão em particular, introduzem dados surpreendentes sobre questões de desenvolvimento econômico, social e socioambiental. A microrregião dos Gerais de Balsas faz parte dos municípios maranhenses que precisam urgentemente, ampliar seus investimentos, planejamentos e ações principalmente nas questões sanitárias.

Os municípios que formam esta microrregião apresentam sérias deficiências na oferta dos serviços referentes ao saneamento básico em todas as dimensões investigadas. Alguns destacam-se por exibirem números elevados de deficit para uma gestão eficiente e sustentável, quando comparável com os demais. Os valores relativos comparados entre os municípios contribuíram para a elaboração do retrato de cada cidade, com suas particularidades e serve como uma ferramenta importante para planejamento ou replanejamento de melhorias na implantação de novas políticas públicas para a sociedade e adequação as normas e metas nacionais buscando assim concretizar a universalização.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Y. Carência de saneamento básico no MA é resultado de corrupção e falta de investimentos do Governo do Estado, mas também de prefeituras. **Atual7**, 2021. Disponível em: <https://atual7.com/cotidiano/2021/09/carencia-de-saneamento-basico-no-ma-e-resultado-de-corrupcao-e-falta-de-investimentos-do-governo-do-estado-mas-tambem-de-prefeituras/>. Acesso: 04 out. 2022.

BATISTA, M. **Manual do Saneamento Básico**: entendendo o saneamento básico ambiental no Brasil e sua importância socioeconômica. Instituto Trata Brasil: 2012. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2022/09/manual-imprensa.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2023.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 28 set. 2023.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico. Disponível em:



https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm. Acesso em: 19 nov. 2023.

BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm. Acesso em 19 nov. 2023.

BRASIL. (2020). Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS). Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis>. Acesso: 28 de setembro de 2022.

CETESB. **Reuso de água**. 2022. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/tpos-de-agua/reuso-de-agua/>. Acesso: 01 out. 2022.

FERREIRA, A. C.; BARROS, R. T. V. Panorama dos gastos públicos municipais com os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: uma análise da Região Metropolitana de Belo Horizonte (MG). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 26, n. 4, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/9CmBjRLMQpCRBZWttpDLtcJ/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 22 nov. 2023.

IBGE. **População**. 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em 22 de novembro de 2023.

PORTAL SANEAMENTO BÁSICO. **Dos 217 municípios do Maranhão, 75% ainda não regularizaram os seus serviços de água e esgoto**. 2020. Disponível em: <https://saneamentobasico.com.br/esgoto/municipios-maranhao-servicos-agua-esgoto/>. Acesso em: 19 nov. 2023.

REIS; J, L. M. Saneamento Ambiental no Maranhão: uma análise do financiamento e do gasto público no período de 2009 a 2018. **Revista de Políticas Públicas**, v. 24, n. 1, 2020, p. 247-264, 2020. Disponível em: <https://periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/rppublica/article/view/14377/7663>. Acesso: 06 de outubro de 2022.

RODRIGUES, S, J, D; ALENCAR, F, A, G. Considerações sobre a apropriação do espaço maranhense pelo agronegócio da soja: A ideologia do desenvolvimento e a acumulação de terras na Microrregião dos Gerais de Balsas. **Boletim Goiano de Geografia**. Goiânia, v. 31, n. 1, 2011, p. 27-40, 2011. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/bgg/article/view/15396/9580>. Acesso em: 22 nov. 2023.

SANTOS, B, C; COSTA, R, I. A territorialização da lavoura tecnificada na microrregião geográfica de balsas e o aumento da pobreza. *In*: Simpósio Internacional de Geografia Agrária, 8., e Simpósio Nacional de Geografia Agrária, 9., 2017, Curitiba. **Anais eletrônicos** [...]. Curitiba, 2017. Disponível em:



https://singa2017.files.wordpress.com/2017/12/qt08_1504104112_arquivo_artigosinga2017.pdf. Acesso em: 22 nov. 2023.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO SOBRE SANEAMENTO. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis>. Acesso: 28 set. 2022.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Water, sanitation and hygiene links to health facts and figures**. World Health Organization, 2004. Disponível em: https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/69489/factsfigures_2004_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 22 nov. 2023.



BIOECONOMIA DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS DOMÉSTICOS: UMA ANÁLISE DA BIODIGESTÃO E COMPOSTAGEM

Maria de Jesus Cavalcante dos Santos ¹

Diego Lima Medeiros ²

Daniely Gaspar de Sousa ³

RESUMO

A geração de resíduos no Brasil tem aumentado consideravelmente nos últimos anos, provocando prejuízos à saúde humana e ao meio ambiente. De forma que a pesquisa tem o intuito de analisar a aplicação da bioeconomia através da redução na geração de resíduos orgânicos e proposição de alternativas para o aproveitamento destes resíduos. No qual, foi realizado o levantamento bibliográfico sobre as leis e normas que regem a gestão de resíduos sólidos, assim como um estudo sobre a geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no Brasil nos últimos anos, com foco nos orgânicos que consistem na maior porção gravimétrica de resíduo, explorando assim as alternativas de compostagem e biodigestão. Além disso, foi realizado o levantamento da estimativa de custo para a construção de forma caseira do biodigestor, sendo um custo médio de R\$695,00, e da composteira, sendo um custo médio de R\$85,00. Com isso, o aproveitamento dos resíduos orgânicos domésticos deve ser considerado para reduzir as despesas financeiras do poder público na destinação de resíduos sólidos municipais devido à redução do seu volume. Sendo assim, destaca-se que é necessário a elaboração de estudos técnico-econômicos e socioambientais locais, utilização de estratégias de divulgação, assim como a implementação de incentivos, para promover o uso da composteira ou biodigestor em residências de forma segura e acessível com a cooperação da população e do poder público.

Palavras-chave: Aproveitamento dos resíduos; Biodigestão; Bioeconomia; Compostagem; Geração de resíduos.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos vem ocorrendo no Brasil e no mundo um processo de modernização constante, de forma que as atividades desenvolvidas pelos indivíduos geram cada vez mais danos ao meio ambiente e à saúde pública. Esses danos põem em risco a sobrevivência e a qualidade da vida na terra, já que os recursos naturais utilizados nesse desenvolvimento são finitos. Na qual, a aceleração da degradação

¹ Graduando do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Maranhão - UFMA, maria23.mdj@gmail.com;

² Professor do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Maranhão - UFMA, diego.lm@ufma.br;

³ Professora do Curso de Especialização em Gestão e Educação Ambiental da Universidade Federal do Maranhão - UFMA, daniely.gaspar@ufma.br.



não é economicamente viável pois prejudica os recursos vitais para sobrevivência na Terra.

Sendo assim, iniciou-se debates sobre uma forma de continuar desenvolvendo com menos danos ao meio ambiente, e através disso surgiu o termo “desenvolvimento sustentável”, que conforme a ONU (1963 *apud* Mejias, 2019) teve como definição “...aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer as possibilidades de as gerações futuras atenderem suas próprias necessidades”.

Então iniciou-se uma sequência de eventos e debates em prol do desenvolvimento sustentável, que necessitava de parcerias entre os países através das mudanças de tecnologias que não eram consideradas sustentáveis, na qual “foram desenvolvidas tecnologias alternativas para conseguir aumentar a produção mantendo a capacidade de produção sustentável”, segundo Mejias (2019, p. 106)

Recentemente aconteceu um grande problema de saúde pública, a pandemia da COVID-19, gerando a necessidade de mudança na rotina, com a saúde e em relação à higiene. Assim, a centralização da geração dos resíduos se concentrou nas residências, pelo fato do isolamento social, e por consequência aumentou consideravelmente a geração de resíduos sólidos domésticos como demonstrado nos dados do panorama dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no Brasil em 2021, identificou-se que:

(...) o país sofreu influência direta da pandemia da COVID-19 durante o ano de 2020, tendo alcançado um total de aproximadamente 82,5 milhões de toneladas geradas, ou 225.965 toneladas diárias. Com isso, cada brasileiro gerou, em média, 1,07 kg de resíduo por dia. (ABRELPE, 2021, p. 16).

O dado anterior demonstra o quantitativo de resíduo que foi gerado no período de pandemia, onde esse problema é intensificado pela obsolescência programada. Gerando então, debates sobre a necessidade de modernização e divulgação das formas de aproveitamento dos resíduos como um método de aplicação da economia ambiental, que segundo Moura (2023), “A economia ambiental é definida como um ramo especial da economia, dedicada a estudar os problemas ambientais, sob o ponto de vista econômico”.

Dessa maneira, é definido a bioeconomia como sendo a ciência interdisciplinar que, de acordo com Mejias (2019, 107). “é uma ciência que busca o desenvolvimento



econômico de forma sustentável, ou a forma mais sustentável/compatível possível com o crescimento econômico”. Conforme Mejias (2019), a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD), apresenta outra proposta para a definição da bioeconomia, como sendo:

(...) um mundo onde a biotecnologia contribui com parcela importante da produção econômica. Sua emergência está relacionada a princípios relativos ao desenvolvimento sustentável e sustentabilidade ambiental, envolvendo quatro elementos: biotecnologia, conhecimento, biomassa renovável e integração entre aplicações. (OECD, 2009 *apud* e Mejias, 2019, p. 107-108).

Através deste contexto, foi estudado biomassa, analisando a consciência ambiental e econômica, de forma a apresentar a destinação adequada desse material, na qual consiste na “reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético” como consta na lei Nº 12.305 (Brasil, 2010).

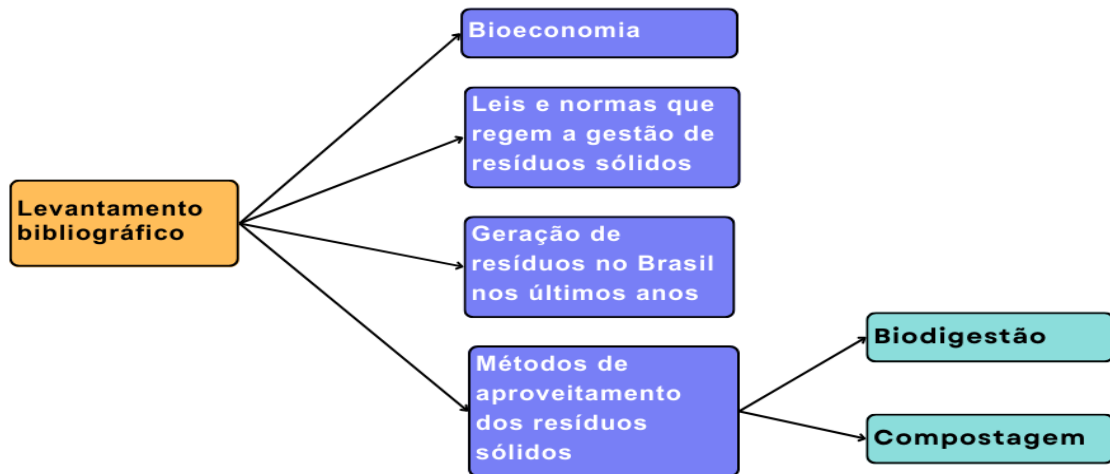
Foram estudadas também duas técnicas de aproveitamento de resíduos sólidos orgânicos, a saber: a biodigestão e a compostagem, de forma a apresentar o funcionamento das duas principais alternativas citadas para promover a sua utilização no tratamento de resíduos orgânicos domésticos.

METODOLOGIA

O estudo em questão teve como metodologia o levantamento bibliográfico sobre bioeconomia, leis e normas que regem a gestão de resíduos sólidos, geração de resíduos no Brasil nos últimos anos e métodos de aproveitamento dos resíduos sólidos, com foco naqueles de origem doméstica. A realização da pesquisa se deu pela revisão bibliográfica dos temas citados e com a estimativa de custo da construção de forma caseiro de um biodigestor e de uma composteira, no qual o estudo analisa também os potenciais ganhos econômicos, sociais e ambientais dos métodos. Sendo assim, apresenta-se na Figura 1 o fluxograma das etapas de pesquisa a serem desenvolvidas na metodologia, para alcançar os objetivos.



Figura 1 – Etapas da metodologia deste estudo.



Fonte: Autores (2023).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Legislação

Os principais conceitos e informações sobre o tema em estudo estão na legislação em vigor, Lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, onde resíduo sólido é definido como:

(...) material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. (Brasil, 2010).

É necessário ressaltar a importância da política nacional de resíduos sólidos, demonstrada em lei, que tem como uma das disposições preliminares a gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos, relacionando o grau de prioridade em "...não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos." Lei Nº 12.305 (Brasil, 2010).

Dessa maneira, é essencial a elaboração do plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, como demonstrado no artigo 18º da lei, no qual o município precisa elaborar para "ter condição e acesso a recursos da União, ou por ela



controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos”, Lei N° 12.305 (Brasil, 2010).

Dessa forma, a lei demonstra a necessidade de uma parceria coletiva, com objetivo de gerir os resíduos sólidos com a colaboração de todos os órgãos, empresas geradoras e dos cidadãos. Traz também a ideia da busca pelo aproveitamento dos resíduos, quando possível, formalizando as atitudes a serem tomadas com o intuito de obter o crescimento sustentável. Na análise da legislação obteve-se os conceitos da norma que regem a gestão de resíduos sólidos no país, sendo essencial para nortear a busca por dados.

Panorama

Durante a pesquisa, realizou-se a análise dos panoramas dos resíduos sólidos no Brasil, disponibilizados anualmente pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), a qual tem atuação constante no setor e repassa dados e informações essenciais para apoiar o planejamento da gestão de resíduos sólidos. De forma que ABRELPE consiste na fonte de informações mais abrangente e atualizada sobre os principais componentes da gestão de resíduos sólidos.

Com isso, no panorama de 2020, obteve-se uma relação entre a geração de resíduos no decorrer dos anos, com a demonstração do grande crescimento em relação aos resíduos gerados no Brasil. Sendo que “entre 2010 e 2019, a geração de RSU no Brasil registrou considerável incremento, passando de 67 milhões para 79 milhões de tonelada por ano.” ABRELPE (2020).

Analisando a coleta dos resíduos, obteve-se avanços consideráveis na cobertura de coleta em todas as regiões do país, de forma que “em uma década, passou de cerca de 59 milhões de toneladas em 2010 para 72,7 milhões de toneladas”. ABRELPE (2020).

No entanto, quando a análise é sobre a disposição final, as ações devem ser intensificadas. Pois o bem-estar e a saúde das gerações atuais e futuras e do meio ambiente depende de como será a destinação final deste resíduo.

No Brasil, a maior parte dos RSU coletados segue para disposição em aterros sanitários, tendo registrado um aumento de 10 milhões de toneladas em uma década, passando de 33 milhões de toneladas por ano para 43 milhões de toneladas. Por



outro lado, a quantidade de resíduos que segue para unidades inadequadas (lixões e aterros controlados) também cresceu, passando de 25 milhões de toneladas por ano para pouco mais 29 milhões de toneladas por ano. (ABRELPE, 2020).

Demonstrando então, que uma parcela significativa de resíduos ainda segue para unidades inadequadas de disposição final, a qual afeta a vida e a saúde de muitos brasileiros de forma direta e indiretamente, além dos danos ambientais que podem afetar também as futuras gerações.

Nos últimos anos, o Brasil e o mundo enfrentaram um grande problema de saúde pública, denominada de “pandemia do corona vírus”, que influenciou a vida e rotina das pessoas. Ao longo de 2020 houve uma mudança significativa em relação ao local em que as pessoas desenvolviam suas atividades, ao invés de ser nos ambientes de trabalho e estudo, as atividades passaram a acontecer nas residências como mencionado no panorama dos RSU no Brasil da ABRELPE (2021).

O grande consumo no ambiente residencial, aumentou consideravelmente a geração de resíduos sólidos, como consequência do isolamento social que gerou o consumo e gastos energéticos que não existiam anteriormente neste local. Sendo assim, um estudo mais aprofundado sobre o tema se faz necessário.

Dessa forma, a gestão dos resíduos sólidos se inicia com a caracterização, onde os resíduos podem ser classificados pelas suas características físicas, químicas e biológicas com o intuito de facilitar a gestão adequada para cada tipo de resíduo.

De acordo com Barros (2012), entre as características físicas temos a geração per capita, que se obtém a quantidade diária de resíduo por cada habitante; o teor de umidade, que proporciona informações sobre a velocidade de degradação aeróbia ou anaeróbia; a composição gravimétrica, que possibilita verificar a composição de resíduo existente em uma determinada amostra com o intuito de verificar o percentual de cada resíduo; o peso específico aparente e a compressividade, que analisa a relação entre o peso solto e o peso compactado dos resíduos com o intuito de dimensionar os equipamentos de coleta, projetos de aterro e locais de tratamento dos resíduos.

No caso das características químicas a serem analisadas, de acordo com Barros (2012), consiste na proporção de carbono/nitrogênio (C/N), onde é possível analisar o grau de decomposição de determinada massa de resíduo, tanto em condições



aeróbias como anaeróbias; no poder calorífico inferior (PCI) para analisar a energia liberada em forma de calor do resíduo submetido a um processo térmico; no potencial hidrogeniônico (pH) para analisar o nível de acidez de determinados resíduos; e na composição química para identificar os macro e micronutrientes contidos nos resíduos.

Já no caso das características biológicas a serem analisadas, de acordo com Barros (2012), consistem nas espécies microbiológicas presentes em dada massa de resíduos. Onde este conhecimento tem grande importância para analisar as reações microbiológicas em ambientes na presença de oxigênio (aeróbios) e na ausência de oxigênio (anaeróbios).

Com a caracterização dos resíduos, é possível encontrar a maneira mais adequada para gerenciá-los com menor custo em tratamento e em local para disposição final. Além disso, a seleção adequada faz com que o processo seja menos nocivo à saúde humana e ao meio ambiente.

De acordo com a lei 12.305 (Brasil, 2010), no artigo 13º, se obtém a classificação dos resíduos sólidos através da sua origem, na qual são mencionados os resíduos domiciliares oriundos de atividades domésticas em residências urbanas. No estudo da análise gravimétrica no Brasil, obteve-se que “a fração orgânica ainda permanece como a principal componente dos RSU, com 45,3%.” ABRELPE (2020). E quando a matéria orgânica vai para aterros ou lixões, ocorre o processo de degradação que é responsável por gerar gases e chorume, surgindo então a necessidade de realizar o tratamento dos subprodutos, que geram custos para o município que pode ser reduzido com uma prática consciente da população em diminuir o quantitativo de resíduos.

Sendo assim, o estudo busca mostrar as alternativas existentes de aproveitamento dos resíduos domésticos orgânicos e mostrar à sociedade opções viáveis e acessíveis de aproveitamento dos resíduos orgânicos de origem doméstica.

Biodigestão

Para melhor definir o biodigestor, de acordo com Arruda *et al.* (2002) e Gaspar (2003) *apud* Ornelas e Mesquita (2017, p. 62), “são reservatórios fechados onde ocorrem processos anaeróbios, em que bactérias, na ausência de ar, atuam na decomposição da matéria orgânica (biomassa)”.



É importante destacar que o aproveitamento da biomassa proporciona, além de ganhos ambientais e de saúde pública, a possibilidade de rentabilidade para quem a utiliza, como citado por Turdera e Yura (2006 *apud* Brasil; Brasil Neto; Ferreira, 2019).

“(...) os biodigestores consistem em câmaras fechadas onde são depositadas algum tipo de biomassa, a qual irá ser fermentada anaerobicamente gerando o biogás e o biofertilizante, que podem ser utilizados nos mais variados fins, como por exemplo: o biogás, que pode ser utilizado na geração de energia; e o biofertilizante, que pode ser usado na adubação de diferentes cultivares.” (Brasil; Neto e Ferreira, 2019).

De acordo com Oliveira *et al.* (2005 *apud* Ornelas; Mesquita 2017), o biodigestor caseiro consiste em uma opção para diminuir o volume de resíduo sólido a ser coletado. Sendo assim, com o uso do biodigestor, é possível obter uma diminuição do quantitativo de resíduos para a disposição final em aterros sanitários e lixões, Ornelas e Mesquita (2017), de forma que o biogás gerado no processo pode ser utilizado como fonte de energia e o restante da matéria orgânica como biofertilizante.

Durante a pesquisa foi constatado a construção de alguns biodigestores caseiros em trabalhos acadêmicos, citado também algumas formas e modelos a ser utilizado para construção de um biodigestor caseiro, no qual de acordo com Arruda *et al.* (2002 *apud* Brasil; Brasil Neto; Ferreira, 2019), “a construção de um biodigestor caseiro pode ser realizada com materiais acessíveis, que são encontrados em lojas de materiais de construção e com baixo custo”.

Dessa maneira, para uma melhor compreensão do processo, é necessário um estudo sobre os modelos de funcionamento que são o do tipo batelada e contínuo, como citado por Oliveira (2009 *apud* Brasil; Brasil Neto; Ferreira, 2019).

No modelo do tipo batelada, o biodigestor tem como característica a substituição da matéria orgânica utilizada no processo somente após um período adequado à digestão de toda a biomassa, que ocorre da seguinte forma:

“ (...) a biomassa utilizada no biodigestor é inserida em uma câmara fechada e selada, possuindo somente uma saída para o biogás, podendo este gás ser armazenado em outro recipiente próprio para posterior utilização. Em seguida, após a verificação do encerramento da produção de biogás é feita a limpeza da câmara e a retirada do biofertilizante, então um novo carregamento de biomassa é realizado, tendo como resultado

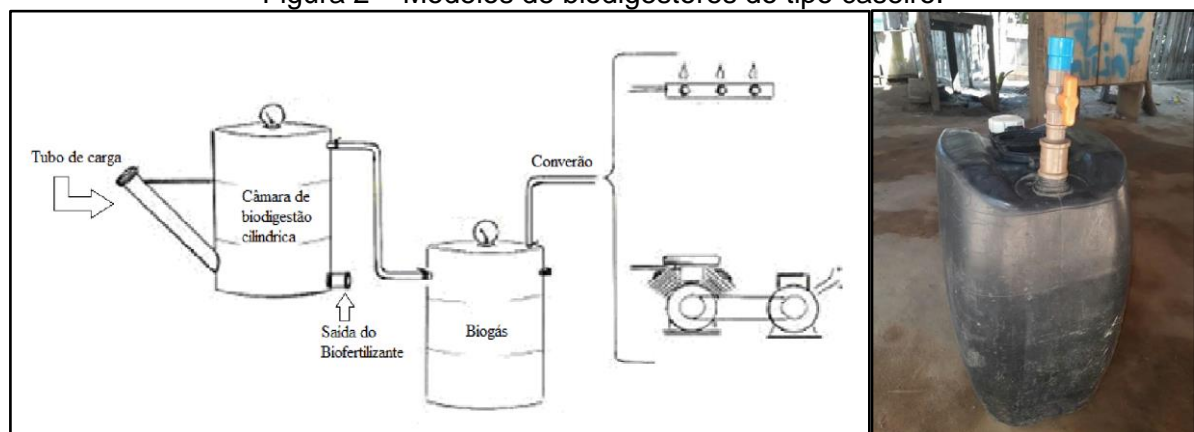


uma nova produção de biogás e de biofertilizante.” (Oliveira, 2009 *apud* Brasil; Brasil Neto; Ferreira, 2019).

Já o tipo contínuo pode ser abastecido diariamente, fazendo com que seja possível a saída de material já processado no momento que for dada entrada de biomassa, gerando continuamente a produção do biogás e do biofertilizante segundo Turdera e Yura (2006) *apud* Brasil, Brasil Neto e Ferreira (2019).

Entre as bibliografias estudadas teve como destaque o modelo caseiro de biodigestor desenvolvido por Brasil, Brasil Neto e Ferreira (2019), que segundo eles foi realizada adaptações no modelo do tipo batelada. Para a construção do biodigestor, foi utilizado uma bombona de 60 litros para armazenamento do substrato, além de tubos e conexões de PVC com o intuito de evitar possíveis corrosões.

Figura 2 – Modelos de biodigestores do tipo caseiro.



Fonte: Arruda *et al.* (2002 *apud* Brasil; Brasil Neto; Ferreira; 2019).

Para a realização do processo de biodigestão, Brasil, Brasil Neto e Ferreira (2019) utilizaram “a casca da mandioca obtida de uma propriedade de uma agricultora familiar produtora de farinha de mandioca”. Dessa maneira, o abastecimento de acordo com os autores se deu na utilização de “16 kg da casca da mandioca juntamente com 16 L de água”, onde o processo de abastecimento foi demonstrado pelos autores na Figura 3.



Figura 3 - Abastecimento do biodigestor caseiro com a casca de mandioca (A: descascamento da mandioca para a produção da farinha; B: armazenamento da casca da mandioca e C: abastecimento do biodigestor).



Fonte: Brasil, Brasil Neto e Ferreira (2019).

O resíduo orgânico doméstico tem uma composição diversificada, diferente do resíduo da casca de mandioca onde a composição do substrato foi apenas de um tipo de matéria orgânica. Sendo assim, torna-se necessário um estudo aprofundado sobre o tema com o intuito de propor a realização da construção de um biodigestor caseiro que possa degradar o substrato produzido com a matéria orgânica gerada nas residências de forma segura e acessível.

Compostagem

A compostagem consiste em processos químicos e biológicos com o auxílio de diferentes tipos de microrganismos, tais como bactérias e fungos. Neste processo, os organismos em contato com os resíduos orgânicos necessitam de condições favoráveis de temperatura, umidade, disponibilidade de dióxido de carbono e oxigênio, Sartori *et al.* (2012). Além disso, no livro “tratamento sobre resíduo sólido” é citado por Barros (2012) que o processo de compostagem:

“(…) consiste em um processo aeróbio e desenvolve-se a partir da mistura de teores e granulometria adequados de matéria orgânica rico em carbono, como resto de podas, com matéria orgânica rica em nitrogênio (expressa pela relação carbono/nitrogênio, C/N), como esterco, restos ingestos de alimentos ou lodo de esgoto, na presença de oxigênio atmosférico.” (Barros, 2012).

Esse processo tem o objetivo de tratar a matéria orgânica, com o intuito de promover a rápida e eficiente estabilização deste resíduo, que resulta em dois



componentes para o solo: os sais e o húmus. Os sais minerais contribuem em forma de fonte de nutrientes para as raízes das plantas, enquanto o húmus age como agente condicionador, melhorando as propriedades físicas, físico-químicas e biológicas do solo, Sartori *et al.* (2012).

O processo de compostagem e utilização do adubo produzido contribui mais para a saúde das plantas que o adubo sintético, por serem mais variados em nutrientes, as plantas realizam a absorção em maior quantidade de nutrientes e de acordo com as suas necessidades, Sartori *et al.* (2012).

Dessa maneira, o tempo e a qualidade do adubo produzido após o processo de compostagem têm influência de diferentes fatores tais como a umidade, aeração, temperatura, relação carbono e nitrogênio, tamanho das partículas, contaminação de patógenos e metais pesados. Por causa dessas influências, quando as condições do composto não estão adequadas ao processo, gera-se alguns problemas, os quais devem ser solucionados a partir de ações de controle demonstrados no Quadro 1.

Sendo assim, o processo de construção de uma composteira de origem caseira para decomposição dos resíduos orgânicos domésticos se inicia com análise do quantitativo de resíduo orgânico produzido na residência para que o recipiente utilizado na construção da composteira seja capaz de suprir a necessidade de aproveitamento dos resíduos orgânicos daquela residência. Obtendo os dados de geração por pessoa no Brasil, esse valor varia de acordo com a rotina das famílias, localização geográfica, cultura alimentar, posição social entre outras características.

É fundamental a análise da composição gravimétrica para obter o tipo de resíduo produzido e realizar a separação adequada para um resultado economicamente atrativo na compostagem. Dessa maneira, na construção da composteira, é utilizado um recipiente com capacidade de armazenamento dos resíduos orgânicos da residência, o qual deve ter furos ou ser perfurado nas laterais, para manter o oxigênio no ambiente de decomposição, e na parte de baixo do recipiente, para manter a drenagem do líquido existente ou produzido pelos microrganismos.



Quadro 1 – Principais problemas, causas e soluções na operação de uma leira de compostagem.

Problemas	Causas	Solução
A temperatura demora a aumentar	Falta de nitrogênio *	Adicionar material rico em nitrogênio (esterco ou leguminosas)
	Umidade baixa	Revolver a leira e molhar a com um chuveiro fino
	Falta de oxigênio (compactação)	Revolver a leira
	Falta de oxigênio (encharcamento)	Revolver a leira
Odor desagradável	Umidade em excesso	Revolver a leira e adicionar materiais secos e porosos, como: folhas secas, palha.
Surto de moscas sobre a pilha	Pouca condição de higiene no local	Revolver a leira e cobrir com palhada
Cheiro de amônia	Geração de chorume	Revolver a leira
	Relação C/N imprópria	Adequar relação de C/N

Fonte: Adaptado de Pereira Neto (1996 *apud* Sartori *et al.*, 2012).

O processo se inicia com o abastecimento de resíduo orgânico intercalado com material orgânico seco e poroso para permitir a aeração no interior da composteira. Sendo primordial o acompanhamento e envolvimento do substrato para obter uma geração do adubo de qualidade adequada.

A análise de custo de implantação foi realizada com base na geração de resíduos para uma família de 4 membros. Sendo que uma pessoa gera 1,07 kg/dia, as quatro terão geração de 4,28 kg/dia que resulta em 128,4 kg/mês. Analisando o percentual de orgânicos relatado anteriormente neste trabalho (45,3%), obtém-se 58,16 kg/mês de resíduos orgânicos. Utilizando essas informações, foi estimado o custo do biodigestor e da composteira, o qual é apresentado no Quadro 2.



Quadro 2 – Estimativa de custo para construção de forma caseiras dos métodos.

Estimativa de custo para o biodigestor		
Quantidade	Item	Valor estimado
1	Bombona de 60 litros	R\$ 144,00
1	Registro PVC Esfera Soldável 75mm	R\$ 115,00
1	Luva PVC Soldável Cola Redução De 110mm X 75mm	R\$ 58,00
2	União soldável PVC 75mm	R\$ 189,00 cada
Investimento inicial		Em média R\$ 695,00

Estimativa de custo para a composteira		
Quantidade	Itens	Valor estimado
1	Cesto de grande 100 litros	R\$ 73,00
1	Cabo de vassoura de madeira	R\$ 12,00
Investimento inicial		Em média R\$ 85,00

Fonte: Autoria própria com dados do MERCADO LIVRE (2023).

Dessa maneira, o processo de compostagem consiste em uma técnica simples e quando construída de forma caseira, pode ser realizada com poucos itens, desde que o responsável em operar a composteira atente a importância dos parâmetros de controle do processo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise bibliográfica demonstrou um aumento na massa de resíduos sólidos urbanos no Brasil de 17 % entre 2010 e 2019, na qual o maior percentual foi de resíduos orgânicos (45,3%). Apresentou também as alternativas de aproveitamento dos resíduos orgânicos de origem doméstica tais como a biodigestão e compostagem.

O trabalho apresentou as alternativas de aproveitamento de resíduos orgânicos domésticos como técnicas de bioeconomia, demonstrando a redução dos resíduos a serem coletados e dispostos, enquanto se alcança produtos que podem gerar rentabilidade ou redução de custo.

Dessa maneira, as alternativas de biodigestão e compostagem devem ser mais conhecidas e incentivadas para a sua utilização nas residências, comércios, indústrias e zona rural de forma acessível, economicamente viável e segura para cada usuário. Além disso, é importante a construção de novos trabalhos de pesquisa que apresenta uma análise do custo de operação e o tempo de retorno do investimento em cada equipamento.



REFERÊNCIAS

ABRELPE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2020**. São Paulo: Abrelpe, 2020. Disponível em: abrelpe.org.br/panorama-2020/. Acesso 30 de Agosto de 2022.

ABRELPE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2021**. Disponível em: abrelpe.org.br/panorama-2021. Acesso 30 de Agosto de 2023.

BARROS, R. M. **Tratado sobre resíduos sólidos: gestão, uso e sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Interciência, 2012.

BRASIL, N. M. Q. X.; BRASIL NETO, A. B.; FERREIRA, C. P. **Tecnologia dos biodigestores: experiências de pesquisa e extensão no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará**. 1ª ed. Campina Grande, PB: Epgraf, 2019. Disponível em: proppg.ifpa.edu.br/documentos-e-formularios/area-site-mestrados/ppdrgea/produtos-ppdrgea/1769-livro-tecnologia-dos-biodigestores/file. Acesso 25 de Agosto de 2023.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a política nacional de resíduos sólidos. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso 30 de Agosto de 2023.

MEJIAS, R. G. Bioeconomia e suas aplicações. **ÍANDÉ: Ciências e Humanidades**, v. 2, n. 3, p. 105-121, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.36942/iande.v2i3.87>. Acesso 30 de Agosto de 2023.

MERCADO LIVRE, 2023. Disponível em: <https://www.mercadolivre.com.br/>. Acesso em 20 de set. de 2023.

MOURA, L. A. A. **Economia ambiental: gestão de custos e investimentos**. 5. ed. Freitas Bastos Editora, 2023.

ORNELAS, A. C.; MESQUITA, G. M. Uso do biodigestor caseiro destinado ao tratamento de resíduos orgânicos domésticos. **Revista UniAraguaia**, v. 12, n. 12, p. 61-69, 2017. Disponível em: sipe.uniaraquuaia.edu.br/index.php/REVISTAUNIARAGUAIA/article/view/579. Acesso em: 19 julho 2023.

SARTORI, V. C. *et al.* **Cartilha para agricultores (compostagem): produção de fertilizantes a partir de resíduos orgânicos**. Caxias do Sul: Universidade de Caxias do Sul, 2012. Disponível em: www.uces.br/site/midia/arquivos/cartilha-agricultores-compostagem.pdf. Acesso em: 19 julho 2023.



AGRADECIMENTOS – Este estudo foi financiado em parte pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) no Edital AGEUFMA Nº 21/2023 [Projeto de Pesquisa: PVBAL3376-2023].



ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS DO TIJOLO ECOLÓGICO FABRICADO EM BALSAS-MA

Itaelma Gomes dos Santos ¹

Maísa Silva Santos ²

Moises de Araújo Santos Jacinto ³

Samuel Belem da Silva ⁴

RESUMO

A construção civil é um dos responsáveis por grandes impactos ambientais, tornando necessária a busca por meios sustentáveis no processo de uma edificação. O qual deve ser planejado desde mapeamento ao canteiro de obras. O Tijolo solo-cimento surge apresentando vantagens significativas no setor construtivo, tendo em vista que dispensa o processo de queima, reduz o tempo de obra, possui um baixo custo de produção, facilidade de fabricação, durabilidade e resistência. Sua técnica construtiva é apresentada de forma resumida comparado a uma construção convencional e favorece a acessibilidade à moradia por conta disso. A terra crua é um material abundante em todo o planeta, usado a milhares de anos na construção civil, no Brasil, ainda se faz necessário contrariar o senso comum de que, o que é reciclável ou ecologicamente correto se torna necessariamente ineficaz. Partindo dessas premissas, o presente estudo de caso apresentará a viabilidade construtiva e econômica do tijolo solo-cimento ou ecológico. Através dos ensaios de compressão e absorção de água, constatou-se que tal técnica construtiva atende às exigências impostas pela norma e apresenta predominância comparado aos tijolos convencionais, já que em sua fabricação não há emissão de gases, dispõe de menor quantidade de resíduos e apresenta matéria prima em abundância.

Palavras-chave: sustentabilidade; tijolo solo-cimento; tijolo ecológico.

INTRODUÇÃO

A construção civil é um termo que engloba todos os métodos construtivos da engenharia. Com as mudanças ao longo dos séculos, a maneira de construir vem sendo cada vez mais alterada conforme a necessidade de adequar-se aos novos meios de construir. Dessa forma, as soluções que causam menos impacto vêm

¹Graduando do Curso de Engenharia civil da Universidade Federal do Maranhão - UFMA, itaelma.gomes@discente.ufma.br;

²Graduando do Curso de Engenharia civil da Universidade Federal do Maranhão - UFMA, silva.maisa@discente.ufma.br;

³Doutorando em Engenharia civil da Universidade Federal do Pará - UFPA, moisesaraujosantosjacinto@gmail.com;

⁴Graduando do Curso de Engenharia civil da Universidade Federal do Maranhão - UFMA, samuel.belem@discente.ufma.br;



ganhando cada vez mais destaque na inovação de tecnologias relacionadas a novos materiais construtivos (Siqueira *et al.*, 2016).

No meio das discussões colocadas em destaque no século XXI, os métodos construtivos sustentáveis são um meio de amenizar os danos causados ao crescente número de obras sendo realizadas no planeta Terra. Logo, no meio desse debate socioambiental, o tijolo ecológico apresenta uma série de benefícios como baixo impacto ambiental e em termos de design, conforto térmico e outros (Mendes; Sousa; Melo, 2022).

O tijolo popularmente conhecido como solo-cimento é composto por uma mistura de cimento e solo, sendo que em sua mistura a proporção maior é de solo. A mistura dosada corretamente é levada à prensa hidráulica, onde o mesmo pode ganhar inúmeros formatos. O material utilizado para a confecção do tijolo ecológico é de fácil obtenção, podendo ser usado até mesmo o solo de escavações de obras, mas para um resultado satisfatório, é necessário iniciar estudo em relação ao solo utilizado, como por exemplo, a granulometria e tipo de solo (Viezzler *et al.*, 2021).

Logo, o tijolo ecológico não passa pelo processo de queima, evitando as emissões de gases que aceleram o efeito estufa, sendo assim considerado uma alternativa sustentável. Após sua fabricação passa por um período de cura, cujo procedimento visa melhorar o endurecimento do tijolo, deixando o mesmo mais resistente e firme (Corteze *et al.*, 2020).

A cura do tijolo ecológico é feita no decorrer de 7 dias após sua compactação, esse processo tem como objetivo retardar a evaporação da água usada no preparo do tijolo ecológico, possibilitando que as reações químicas aconteçam e tenha uma boa hidratação. A resistência do tijolo solo-cimento é semelhante ao tijolo convencional, além de apresentar um excelente design na sua forma crua, dispensando em muitos casos acabamentos como reboco (Mendes; Sousa; Melo, 2022).

A combinação do solo-cimento é uma formulação homogênea que dá forma ao tijolo ecológico, sendo um tipo de tijolo que se encontra na forma maciça e com furos. Sua composição se baseia em solo, cimento e água. A vantagem desse produto é que ele não precisa de mão-de-obra especializada para confecção dos tijolos, dispensa argamassa de assentamento dos tijolos podem ser feitos no canteiro da obra, havendo



uma redução em até 50% do custo das moradias. Os furos posicionados dos tijolos de solo-cimento facilitam a implantação das colunas de sustentação, diminuindo o uso de madeira. Seu formato proporciona um sistema de encaixe para as instalações hidráulicas e elétricas (Jordan; Freitas, 2018).

Na busca para amenizar os impactos causados pela construção civil, surgem meios construtivos sendo uma boa alternativa o tijolo ecológico. A mistura de solo-cimento não é um processo recente usado na construção civil, o primeiro relato do uso da mistura solo-cimento foi na muralha da china no século III, onde foi utilizado o método da mistura de argila e cal, na proporção de 3:7. O uso da técnica solo-cimento foi descoberta e estudado pelo engenheiro inglês, H.E. Brook-Bradley para a aplicação em construções de estradas, sendo carregados por cavalos no sul da Inglaterra. Já os primeiros estudos considerados mais aprofundados, foram realizados por Moore-Fields e Mill em 1932 (Pereira; Pezzuto, 2010).

O tijolo ecológico tem sido utilizado há muito tempo para construir casas acessíveis. Em algumas partes do país, tijolos podem ser feitos porque prevê o fato de que a fabricação de tijolos não requer mão de obra especializada e não requer argamassa para ser colocada, podendo economizar até 50% nos custos de moradia fazendo isso no canteiro de obras (Euphrosino *et al.*, 2022).

Assim, considerando as inúmeras vantagens oferecidas pelos tijolos ecológicos, o propósito deste estudo consiste em investigar os tijolos ecologicamente fabricados na localidade de Balsas, no estado do Maranhão. Este estudo tem como intuito avaliar os ganhos associados a esses tijolos, tais como a eficácia na construção, propriedades mecânicas e o aspecto da sustentabilidade na indústria da construção civil.

METODOLOGIA

Considerando as demandas tecnológicas na indústria da construção civil, aliadas à busca pelo desenvolvimento sustentável, foram utilizados dois métodos para avaliar as características mecânicas do tijolo ecológico como, absorção de água e o teste de resistência à compressão.

Para avaliar a capacidade de absorção de água dos tijolos, estes foram inicialmente pesados enquanto ainda estavam secos. Em seguida, foram submetidos



a um período de secagem em estufa por 6 horas e, após esse processo, foram pesados novamente. A Figura 1, apresenta uma imagem dos tijolos solo-cimento utilizados no experimento.

Figura 1 – Amostra de tijolos.



Fonte: Autores (2023).

Esse procedimento foi repetido em três ocasiões até alcançar uma massa constante, com uma variação de apenas 0,5% entre os resultados. Os tijolos foram imersos em água por um período de 24 horas, conforme ilustrado na Figura 2.

Após a imersão, foram secos com pano úmido e pesados, sendo essa a massa saturada do tijolo. A porcentagem de absorção de água das amostras foi calculada conforme a equação 1, conforme a norma ABNT NBR 8492 (ABNT, 2012).

Figura 2 – Tijolos submersos.



Fonte: Autores (2023).



$$A = \frac{m_2 - m_1 \times 100}{m_1} \quad [1]$$

Sendo,

A = É a absorção de água, expressa em porcentagem (%);

m_1 = É a massa do corpo de prova seco em estufa, expressa em gramas (g);

m_2 = É a massa do corpo de prova saturado, expressa em gramas (g).

De acordo com a norma ABNT NBR 8491 (ABNT, 2012), o valor médio da absorção de água dos tijolos não deve ser superior a 20% e não deve apresentar valores individuais superiores a 22%.

No contexto do teste de absorção de água, foi necessário o uso de três tijolos ecológicos que foram fabricados na cidade de Balsas, no estado do Maranhão. Esses tijolos passaram por um rigoroso processo de secagem em uma estufa de laboratório, onde a temperatura foi cuidadosamente mantida entre 105 e 110 graus Celsius. Todo esse procedimento foi conduzido nas instalações da Universidade Federal do Maranhão, localizada no Campus de Balsas. Vale ressaltar que a data de início desses testes foi marcada para o dia 30 de junho de 2023, com os tijolos sendo submetidos ao processo de secagem das 10 h e 10 min da manhã até às 16 h e 30 min da tarde, visando garantir a precisão dos resultados.

No que diz respeito ao teste de resistência à compressão, este foi realizado em parceria com uma empresa privada situada em Balsas, Maranhão, especificamente na Rua 31, no Bairro Santo Amaro. Para este ensaio, foram utilizados sete tijolos ecológicos, sendo que todo o procedimento seguiu rigorosamente as diretrizes estabelecidas pela norma ABNT NBR 8492 (ABNT, 2012), que regula os parâmetros para a realização desse tipo de teste. Na figura 3 representa a disposição dos tijolos na prensa hidráulica durante a execução do ensaio de compressão. Essa análise da resistência à compressão é crucial para avaliar a qualidade e durabilidade dos tijolos ecológicos em questão, e a parceria com uma empresa especializada proporcionou um ambiente controlado e confiável para a realização deste teste.

Para calcular os dados das 7 amostras de tijolos, foi dividida a carga máxima observada durante o ensaio. Os valores são encontrados com base na equação 2, conforme a norma ABNT NBR 8492 (ABNT, 2012).



$$f_t = \frac{F}{S}$$

[2]

Sendo,

f_t = É a resistência à compressão simples, expressa em megapascals (MPa);

F = É carga de ruptura do corpo de provas, expressa em newtons (N);

S = É área da aplicação da carga, expressa em milímetros (mm^2).

Figura 3 – Teste de resistência à compressão.



Fonte: Autores (2023).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a realização do teste de absorção de água, optou-se por utilizar um conjunto de três tijolos ecológicos que foram produzidos por uma renomada empresa localizada na cidade. Para garantir a precisão dos resultados, adotou-se um procedimento cuidadoso que envolveu várias etapas.

Inicialmente, após retirar os tijolos da estufa, aguardou-se um período de uma hora antes de proceder à pesagem dos três corpos de prova. Foi necessário subtrair o valor correspondente ao peso do tecido de proteção utilizado na balança, que totalizou 19,4g, para obter a massa real dos tijolos. O processo de secagem em estufa



foi mantido por mais dois dias consecutivos, seguindo estritamente as normas e procedimentos previamente estabelecidos.

Somente após alcançou um valor de diferença mínimo entre as massas dos corpos de prova, indicando que a umidade havia atingido um estado de equilíbrio, deu início à fase de absorção de água. Nesse estágio, os tijolos foram submersos completamente em água e mantidos nessa condição por um período de 24 horas, a fim de avaliar sua capacidade de absorção e retenção de umidade. Este processo meticuloso garantiu a confiabilidade dos dados obtidos durante o teste de absorção.

Tabela 1 – Resultados do teste de Absorção.

Corpo De Prova	m ₁ (g)			m ₂ (g)	A
1	3048,0	3047,3	3046,1	3516,2	15,43%
2	3176,3	3173,9	3173,0	3619,1	14,05%
3	3179,0	3177,5	3176,8	3620,4	13,96%

Fonte: Autores (2023).

De acordo com a ABNT NBR 10833 (ABNT, 2012) o bloco vazado de solo cimento pode ser definido como elemento de alvenaria cujo volume é igual ou inferior a 85% de seu volume total aparente, possuindo furos na direção de prensagem e constituído por uma mistura homogênea, compactada e endurecida de solo, cimento e Portland, água eventualmente, aditivos em proporções que permitam atender as exigências desta norma.

Portanto, na Tabela 1, que o valor médio obtido foi de 14,48% que estão de acordo com o exigido pela ABNT NBR 8491 (ABNT, 2012), onde o valor médio da absorção de água dos tijolos não deve ser superior a 20% e não devem apresentar valores individuais superiores a 22%.

Pelo experimento realizado de compressão, segundo a imagem 3, foram obtidos os resultados apresentados na Tabela 2.



Tabela 2 – Resultados do teste resistência à compressão.

Amostra	MPa
CP1	2,01
CP2	2,02
CP3	2,41
CP4	2,29
CP5	2,40
CP6	2,60
CP7	2,50

Fonte: Autores (2023).

Com base nos resultados apresentados acima, foi obtido a média de resistência à compressão igual a 2,40 Mpa e o desvio padrão igual a 0,2. Logo, nota-se uma pequena diferença na dispersão dos dados em torno da média. Em comparação com outros estudos, a resistência do tijolo ecológico é superior ao tijolo convencional cerâmico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos estudos previamente conduzidos, é possível constatar que o tijolo ecológico possui uma série de vantagens quando comparado ao tijolo cerâmico. Essas vantagens incluem a facilidade de aplicação, a redução significativa no tempo necessário para concluir uma obra, uma relação custo-benefício extremamente favorável e uma considerável ênfase na sustentabilidade. Além disso, edificações que adotam o uso do tijolo ecológico beneficiam-se de uma maior conveniência na instalação de sistemas elétricos e hidráulicos.

Um aspecto observado é a notável superioridade em termos de resistência do tijolo ecológico quando comparado ao tijolo cerâmico. Enquanto o tijolo cerâmico apresenta uma resistência média à compressão que varia entre 1,0 e 2,0 MPa, dependendo do tipo e da qualidade, o tijolo ecológico demonstra a capacidade de atingir níveis de resistência à compressão que variam de 2,5 a 12 MPa. Isso evidencia a sua robustez e capacidade de suportar cargas substanciais.



Adicionalmente, é importante ressaltar que os tijolos solos-cimento que foram objeto de estudo mostraram níveis de absorção de água que estão em conformidade com as exigências estabelecidas pelas normas vigentes. Esse fato possibilita uma avaliação positiva em relação à eficácia e à praticidade desses tijolos, tornando-os assim uma alternativa construtiva sustentável altamente recomendável.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 8491**: Tijolo maciço de solo-cimento: requisitos. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 8492**: Tijolo de solo-cimento: análise dimensional, determinação de resistência à compressão e da absorção d'água: método de ensaio. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10833**: fabricação de tijolo maciço e bloco vazado de solo-cimento com utilização de prensa hidráulica: Procedimento. Rio de Janeiro, 2012.

EUPHROSINO, C. A. *et al.* Tijolos de solo-cimento usados para Habitação de Interesse social (HIS) em mutirão: estudo de caso em olaria comunitária. **Revista Matéria**, Rio de Janeiro, v. 27, p. e202147087, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1517-7076-RMAT-2021-47087>. Acesso em: 04 jun. 2023.

CORTEZE, L. da P. *et al.* Análise da resistência mecânica de tijolos ecológicos a partir da prototipagem rápida. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 12, p. 94710-94717, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n12-088>. Acesso em: 04 jun. 2023.

JORDAN, A. de C.; FREITAS, V. A. Aplicações do tijolo ecológico na construção civil. **ETIC - Encontro de Iniciação Científica**, Presidente Prudente, v. 14, n. 14, 2018. Disponível em: <http://intertemas.toledoprudente.edu.br/index.php/ETIC/issue/view/99>. Acesso em: 06 jun. 2023.

MENDES, I. B. A.; SOUSA, R. M. L.; MELO, S. T. Análise das propriedades tecnológicas dos tijolos ecológicos produzidos na região do Poty Velho-Teresina-PI. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 10, p. e258111032242-e258111032242, 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i10.32242>. Acesso em: 06 jun. 2023.

PEREIRA, D. B.; PEZZUTO, C. C.; Estudo do solo-cimento para a fabricação de tijolos ecológicos. Encontro de Iniciação Científica da PUC - Campinas, 6., v. 15,



2010. Campinas. **Anais eletrônicos**. Disponível em: <https://mac.arq.br/wp-content/uploads/2016/03/tijolo-solo-cimento.pdf> . Acesso em: 08 jun. 2023.

SIQUEIRA, E. *et al.* Características mecânicas de tijolos ecológicos com incorporação de resíduo. **Nativa**, v. 4, n. 3, p. 170-174, 2016. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/3301/pdf>. Acesso em: 08 jun. 2023.

VIEZZER, M. R. Z. *et al.* Uso de Resíduo Madeireiro Amazônico na Fabricação de Tijolos de Solo-Cimento no Município de Alta Floresta–MT. **ID on line. Revista de psicologia**, v. 15, n. 58, p. 100-121, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.14295/idonline.v15i58.3294> . Acesso em: 08 jun. 2023.



IMPLEMENTAÇÃO DE UM RASTREADOR SOLAR PARA PLACAS FOTOVOLTAICAS

Danilo Antônio Zanella ¹

Ellen Carmo da Silva ²

Millena Marinho Rocha ³

Pedro Guido Martins Lotti ⁴

Raimundo Nonato Diniz Costa Filho ⁵

RESUMO

Neste trabalho é apresentado o projeto e a prototipação de um seguidor solar de um eixo, um tipo de equipamento que busca aumentar a eficiência de geração de energia solar durante o dia, onde a placa solar busca sempre ficar perpendicular aos raios solares. Tendo em vista que há um crescimento no número de instalações de geradores fotovoltaicos nos últimos anos, devido a incentivos, na cidade de Balsas - MA, pode-se contribuir com testes na área de geradores solares, especificamente em conjunto com rastreadores solares, avaliando se é vantajoso energeticamente seu uso em Balsas. Primeiramente, foi projetado e construído o sistema mecânico do seguidor, e posteriormente projetou-se e programou-se seus sensores e atuadores, assim como a comunicação entre o microcontrolador Arduino e o computador Raspberry Pi 3. O rastreador solar é construído e testado em um local aberto na cidade de Balsas. O rastreador construído tem somente um grau de liberdade, sendo formado essencialmente pela estrutura mecânica, um motor, um Arduino e sensores. Comparações são realizadas através de gráficos entre a placa solar fixa e em movimento com a ajuda do rastreador. Os resultados encontrados foram consistentes com os encontrados na literatura especializada, havendo um ganho de 5,28% relativo à potência em um dia utilizando o seguidor solar na configuração móvel.

Palavras-chave: rastreador solar; eficiência; placa solar; controle.

INTRODUÇÃO

A utilização da energia elétrica é fundamental para a realização das atividades essenciais na sociedade contemporânea, por essa razão, a *Energy Information Administration* (EIA, 2019) enfatiza a vital importância da geração e entrega de energia elétrica para atender uma população sempre crescente. Nesse contexto, as energias

¹ Graduado pelo Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Maranhão - UFMA, zanella.danilo@discente.ufma.br;

² Graduando pelo Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Maranhão - UFMA, ellen.carmo@discente.ufma.br;

³ Graduando pelo Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Maranhão - UFMA, millena.rocha@discente.ufma.br;

⁴ Graduando pelo Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Maranhão - UFMA, pedro.guido@discente.ufma.br;

⁵ Professor do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Maranhão- UFMA, raimundo.diniz@ufma.br.



renováveis têm ganhado destaque nos últimos anos, e dentre as mais conhecidas e usadas estão às provenientes da fonte primária solar, biomassa e vento. A energia solar fotovoltaica se destaca, pois é uma fonte de energia que tem um custo baixo de manutenção, facilidade de instalação e integração, além de ser uma fonte abundante na natureza (Gao *et al.*, 2022).

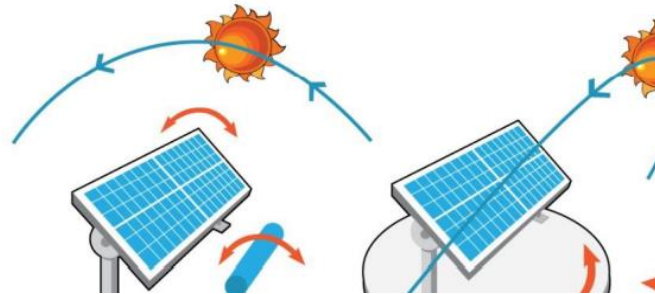
A eficácia na geração de energia pelos painéis solares pode ser afetada quando não estão alinhados diretamente com a posição do Sol (Dhass *et al.*, 2022). Com o objetivo de maximizar a captação de radiação solar, os sistemas de rastreamento solar surgem como os dispositivos mais eficazes para essa finalidade. Esses sistemas são compostos por painéis fotovoltaicos que possuem uma estrutura móvel, a qual se desloca de forma sincronizada de acordo com a trajetória diária e sazonal do Sol.

Segundo Quesada *et al.* (2015), os sistemas fotovoltaicos equipados com rastreamento solar têm a capacidade de captar de 20% a 50% mais energia solar do que sistemas posicionados em um ângulo fixo. Dessa forma, garantem que o ângulo de inclinação dos painéis fotovoltaicos estejam constantemente perpendiculares à irradiação solar, otimizando o ganho energético do sistema (Maghami *et al.*, 2016).

Os rastreadores solares se classificam em dois tipos principais: os de eixo único e eixo duplo. A principal diferença entre esses rastreadores está relacionada ao seu movimento; um rastreador de eixo único possui apenas um grau de liberdade que determina sua rotação, enquanto um rastreador de eixo duplo possui dois graus de liberdade (veja na Quadro 1 uma comparação entre o eixo único e duplo, assim como suas principais características e vantagens). Esta é uma característica fundamental, pois irá determinar a capacidade do rastreador solar de minimizar o erro de apontamento e maximizar a irradiação solar que os painéis captam. (Al-Rousan; Isa; Desa, 2020). As Figuras 1 e 2 representam um rastreador de eixo único e eixo duplo, respectivamente.

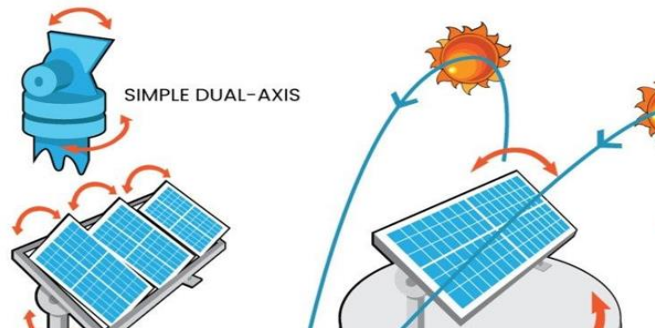


Figura 1 – Rastreador solar com eixo único



Fonte: Sinovoltaics (2023).

Figura 2 – Rastreador solar com eixo duplo



Fonte: Sinovoltaics (2023).

Quadro 1 – Características dos rastreadores de eixo único e eixo duplo.

Eixo Único	Eixo Duplo
Seguem o sol de leste a oeste tendo como base um único ponto.	Seguem o sol de leste a oeste e de norte a sul tendo como base dois pontos.
Aumentam o rendimento do sistema até mais de 34%.	Aumentam o rendimento do sistema até mais de 37%.
Simple e com design eficaz.	Design complexo com mais motores e sensores.
Pouca manutenção.	Maior necessidade de manutenção.
Baixo custo comparando os de eixo duplo.	Custos mais elevados e mais tempo de instalação.
Poucas avarias no sistema.	Tem mais pontos de falhas.

Fonte: PortalEnergia (2023).

Considerando o crescimento exponencial de instalações de geradores fotovoltaicos nos últimos anos na cidade de Balsas no Maranhão, faz-se necessário utilizar técnicas de aperfeiçoamento de captação de irradiação solar. O objetivo é analisar o desempenho de uma placa solar fotovoltaica. Nesse contexto, pode-se contribuir com testes na área de geradores solares, especificamente em conjunto com rastreadores solares, avaliando se seu uso é vantajoso energeticamente em Balsas.



Sendo assim, uma comparação de eficiência entre uma placa solar fotovoltaica que utiliza rastreador solar e outra sem rastreador é empregada neste trabalho.

METODOLOGIA

O protótipo é um seguidor solar passivo, onde os dados de ângulo da placa são processados sem ajuda de sensores. Para sua construção, utilizou-se dos seguintes componentes: 1- Arduino Mega; 2 - Raspberry Pi 3; 3 - Mini Painel Solar 2W; 4 - Sensor de Tensão DC; 5 - Servo Motor MG955; 6 - Resistor de carga; 7 - Fonte de Tensão 5 V; 8 - Hastes de ferro; 9 - Eixo de madeira; 10 - Rolamentos.

O Arduino Mega é um pequeno computador que pode ser programado para processar entradas e saídas entre o dispositivo e os componentes externos conectados a ele. O Arduino é o que chamamos de plataforma de computação física ou embarcada, ou seja, um sistema que pode interagir com seu ambiente por meio de hardware e software (Mcroberts, 2011). O Raspberry Pi é um computador de uso geral, de baixo custo de produção voltado para educação que possui portas com saídas e entradas digitais, como um Arduino, permitindo a utilização de sensores e atuadores digitais. Diferentemente do Arduino, o Raspberry não possui um microcontrolador, mas um sistema completo, utilizando sistema operacional Linux.

O Arduino funciona como um controlador, comandando o atuador, neste caso o servo motor, e o sensor, neste caso o sensor de tensão DC. O controle do atuador se dá através de um algoritmo que calcula o ângulo de rotação, enviado pela porta *Pulse Width Modulation* (PWM) do Arduino, a cada intervalo de tempo, conforme o tempo passado desde a inicialização do dispositivo. Para a configuração móvel, inicia-se na posição 0° no nascer do Sol, e apontando para o mesmo, e termina na posição 180° durante o pôr do Sol, e o tempo para se rotacionar um grau é dado pela divisão do total de horas de sol do dia pelo grau de liberdade de movimentação do seguidor, neste caso, 180°. Para a configuração fixa, o protótipo inicia e termina na posição de 90°, sendo perpendicular ao sol durante o período de maior incidência solar.

O sensor recebe do painel solar o sinal analógico de tensão e o converte em digital na porta de entrada analógica do Arduino, esta que possui uma resolução de *Analogic Digital Conversor* (ADC) de 10 bits, sendo a resolução do sensor dada pela divisão da tensão de alimentação do Arduino por dois elevados à resolução ADC



($V_{\text{arduino}}/2^{10}$), para realizar a conversão é necessário reduzir o valor do sinal de entrada, utilizando-se um divisor de tensão. O sinal recebido através da porta é posteriormente tratado no Arduino reavendo o seu valor de tensão original. Esse valor de tensão é transmitido ao Raspberry Pi pela porta serial presente nos dois controladores, onde é armazenado em um banco de dados com a hora que o dado foi transmitido. A comunicação entre o Raspberry Pi e o Arduino se dá pela porta serial de ambos os dispositivos, para isso deve haver sincronização entre as portas, ou seja, elas devem operar na mesma taxa de transferência de dados, no caso deste trabalho optou-se pela taxa de transferência de 9600 bps (bits por segundo), valor padrão do Arduino.

Para desenvolvimento do algoritmo foram feitos testes com os componentes elétricos e eletrônicos do protótipo, ajustando os parâmetros das variáveis conforme necessário. Para avaliação da placa e do sensor de tensão foram feitos testes com o algoritmo programado no Arduino e comparou-se a saída com as medições de um voltímetro, ajustando os parâmetros de resistências internas do sensor do algoritmo divisor de tensão. Para o teste do servo motor, utilizou-se da biblioteca "Servo.h" do Arduino para alterar o ângulo dele, com base no tempo que o dispositivo está ligado, alterando o ângulo em um grau em um período de tempo dado pela divisão do total de horas de sol e cento e oitenta graus de abertura do servo, sendo utilizada uma fonte externa para alimentar o servo para fim de maior estabilidade.

O algoritmo final do Arduino leva em conta os dois algoritmos anteriores, recebendo os dados do sensor e os enviando para o Raspberry PI pela porta serial. No Raspberry Pi, o algoritmo recebe os dados da porta serial e os armazena num banco de dados juntamente com o horário recebido. O Mini Painel Solar de 2 W é do modelo PS350, com tensão nominal de 5,5 V, corrente nominal de 350 mA, dimensões de 150x85x3 mm e peso de 50g.

O motor MG955 da Tower Pro é um servo com engrenagens de metal, com alta velocidade de rotação e resposta de controle e abertura de 180°, com torque constante, pesando 55g, com dimensões de 40,7x19,7x42,9mm, tensão de operação de 4,8 a 7,2 V, torque de 9,4kg/cm (4,8 V) e 11kg/cm (6 V) e faixa de operação de corrente de 170 mA a 1200 mA. Foi escolhido por ser um servo resistente e forte,

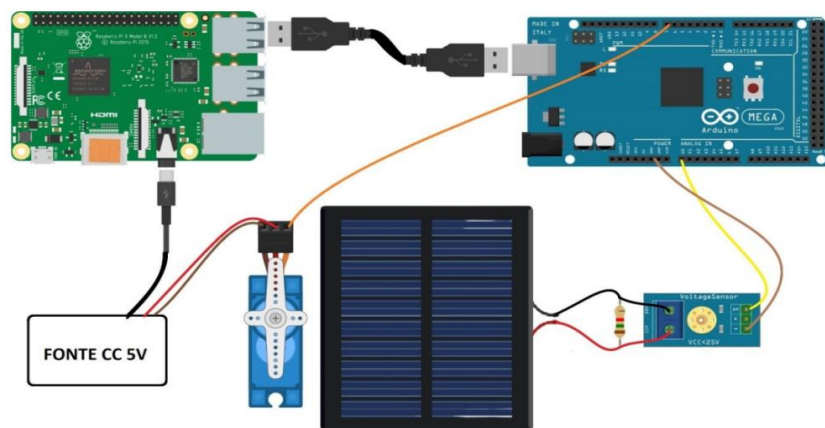


capaz de manter-se na mesma posição independentemente da ação de ventos sobre o protótipo.

O sensor de tensão é um componente analógico que funciona com base em um divisor de tensão, onde a tensão a ser medida na entrada é escalada para um valor de tensão que pode ser lido como um sinal pelo Arduino na saída do componente. As resistências testadas para os resistores do divisor de tensão R1 e R2 são respectivamente 31,60 k Ω e 6,42 k Ω , enquanto que a resistência de carga R acoplada ao sensor de tensão é 1,5 k Ω .

Como o Arduino e o Raspberry Pi 3 funcionam com tensão de 5 V, foi escolhida uma fonte de 5 V que alimenta o Raspberry Pi, que por sua vez alimenta pelo cabo serial o Arduino, enquanto optou-se por alimentar o servo motor diretamente pela fonte de 5V. A representação ilustrativa da parte eletrônica do protótipo é mostrada na da Figura 3, e o protótipo completo é mostrado na Figura 4.

Figura 3 – Ilustração das conexões dos componentes eletrônicos.



Fonte: Zanella (2021).

Figura 4 – Foto protótipo seguidor solar completo.



Fonte: (Zanella, 2021).



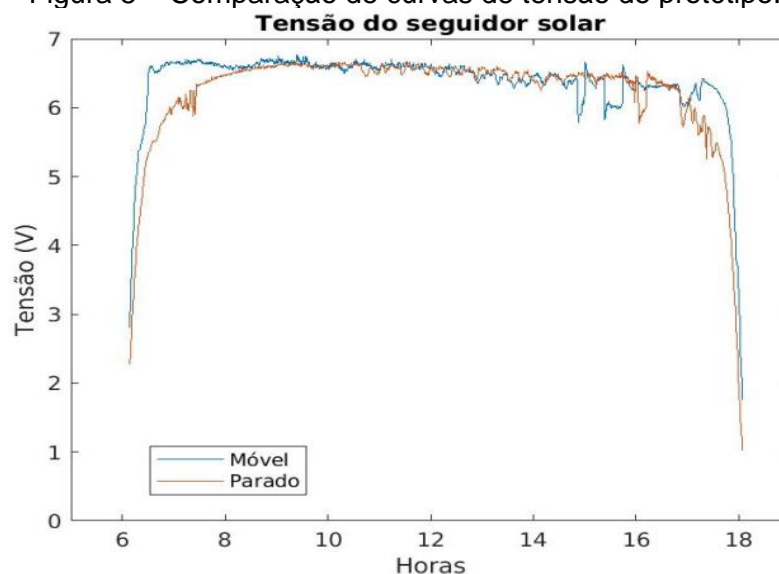
Para construir a base do protótipo utilizou-se de hastes de ferro e rolamentos para a parte fixa, e um eixo de madeira para a parte móvel. Soldou-se as hastes de ferro, posteriormente acopladas ao eixo de madeira através dos rolamentos, permitindo a movimentação do eixo.

O protótipo foi testado na cidade de Balsas, em um local aberto (latitude e longitude iguais à -7.53811° e -46.06828° , respectivamente). Estes testes foram realizados durante os dias 27 e 28 de agosto de 2021, sendo o dia 27 na configuração móvel e 28 na configuração fixa, pois por limitações de orçamento, só foi disponibilizado um painel solar para a pesquisa. O ângulo de inclinação da placa em relação ao azimute 0° , ou seja, a direção horizontal que aponta para o norte geográfico é de 10° . Esse ângulo foi usado devido à latitude do local escolhido para os testes.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com os dados preparados e tratados, foram feitas as curvas de tensão geradas pelo mini painel solar, mostradas na Figura 5. Nota-se que quando o painel está na configuração móvel, ele alcança o valor de tensão máximo mais rapidamente formando uma curva degrau, enquanto na configuração fixa, é necessário um tempo maior para chegar a seu valor de tensão máximo, formando uma curva exponencial para alcançar este valor.

Figura 5 – Comparação de curvas de tensão do protótipo.



Fonte: Zanella (2021).



Na Figura 5 e na Tabela 1 observam-se variações na tensão das duas configurações em horários esperados para serem iguais devido à presença de nuvens e sombras, ou seja, ruído, no entanto é possível de se notar que suas curvas seguem o padrão degrau para o móvel e exponencial para o fixo, principalmente considerando-se a primeira parte do dia. Devido a essas irregularidades a média de tensão da configuração móvel foi de 6,38 V e a média de tensão da configuração fixa de 6,22 V.

Tabela 1 – Comparação de tensão entre as configurações.

Hora	Tensão (V) do Painel Solar	
	Configuração Fixa	Configuração Móvel
06:09	2,2795	2,8133
08:00	6,4655	6,5985
10:00	6,5788	6,5788
12:00	6,5898	6,6332
14:00	6,4099	6,4099
16:00	6,4056	6,3897
18:04	1,0141	1,7445

Fonte: Zanella (2021).

A Figura 6 mostra as curvas de irradiância das configurações móvel e fixa, nota-se que as diferenças são mais acentuadas, embora seguindo o mesmo padrão das curvas de tensão, isso dá pela potência ser obtida a partir do quadrado da tensão dividido pela carga, ou seja, $P=V^2/R$, sendo a carga uma resistência de 1,5 k Ω . Tendo que o mini painel possui área de 0,0128 m², a irradiância captada é dada pela potência dividida pela área do mini painel.

A Figura 6 apresenta o efeito mais acentuado do ruído nos dados captados, principalmente no final da tarde. Como dito anteriormente, isso se dá pela amostragem em dias diferentes de cada uma das configurações.

Para achar o ganho fez-se a média das amostras da irradiância captada de cada configuração, e dividiu-se a média da amostra móvel pela fixa, e achou-se a porcentagem de ganho que a configuração móvel possui em relação à configuração fixa. A Equação (1) mostra como é encontrada o citado ganho.



$$Ganho = \frac{\sum \text{Irradiância Captada Móvel}}{\sum \text{Irradiância Captada Fixa}}$$

[1]

Deste modo, a relação de ganho entre a configuração móvel e fixa, dos dados da Figura 6, encontrada foi de 5,24%, sendo um valor razoável, tendo em vista que há ruídos, além de que os dados foram captados em dias diferentes. Levando em consideração somente as amostras do período da manhã, o qual teve pouco ruído, o ganho é de 6,37%.

Figura 6 – Comparação das curvas de irradiância do protótipo.
Irradiância do seguidor solar



Fonte: Zanella (2021).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente trabalho, foi apresentado um didático rastreador solar utilizando um Arduino, um Raspberry Pi 3, uma placa solar, motor, fonte, haste, suporte de ferro, resistores e fios. Através de testes realizados durante dois dias, foi comprovado que o rastreador solar possui um ganho de potência comparado com a placa solar fixa. Os resultados estão em conformidade com a literatura especializada e futuramente podemos focar em rastreadores solares de baixo custo.

REFERÊNCIAS

DHASS, A. D. *et al.* A review on factors influencing the mismatch losses in solar photovoltaic system. **International Journal of Photoenergy**, v. 2022, p. 1-27, 2022.



Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2022/2986004>. Acessado em: 18 de set. de 2023.

EIA. Energy Information Administration: Annual Energy Outlook, 2023. Disponível em: <https://www.eia.gov/outlooks/aeo/>. Acessado em: 16 de set. de 2023.

GAO, Datong *et al.* The energy, exergy, and techno-economic analysis of a solar seasonal residual energy utilization system. **Energy**, v. 248, p. 123626, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.123626>. Acessado em: 18 de set. de 2023.

MCROBERTS, Michael. **Arduino básico**. 1. ed. São Paulo: Novatec Editora Ltda, 2011.

MAGHAMI, Mohammad Reza *et al.* Power loss due to soiling on solar panel: a review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 59, p. 1307-1316, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.01.044>. Acessado em: 17 de set. de 2023.

AL-ROUSAN, N., ISA, N. A. M., DESA, M. K. M. Efficient single and dual axis solar tracking system controllers based on adaptive neural fuzzy inference system. **Journal of King Saud University - Engineering Sciences**, v. 32, n. 7, p. 459-469, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jksues.2020.04.004>. Acessado em: 16 de set. de 2023.

PORTALENERGIA. Diferenças entre seguidores solares de eixo único e eixo duplo. Disponível em: <https://www.portal-energia.com/diferencas-seguidores-solares-eixo-unico-eixo-duplo/>. Acesso em: 24 de set. de 2023.

QUESADA, G. *et al.* Tracking strategy for fotovoltaic solar systems in high latitudes. **Energy conversion and Management**, v. 103, p. 147-156, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2015.06.041>. Acessado em: 18 de set. de 2023

SINOVOLTAICS. Single axis trackers: introduction and advantages, 2023a. Disponível em: <https://sinovoltaics.com/learning-center/csp/single-axis-trackers/>. Acesso em: 24 de set. de 2023.

SINOVOLTAICS. Dual axis trackers, 2023b. Disponível em: <https://sinovoltaics.com/learning-center/csp/dual-axis-trackers/>. Acesso em: 24 de set. de 2023.

ZANELLA, D. A. **Implementação de um rastreador solar para placas fotovoltaicas**. Trabalho de Conclusão de Curso. Centro de Ciências de Balsas, Universidade Federal do Maranhão, Balsas, p. 49. 2021. Disponível em: <http://hdl.handle.net/123456789/5474>. Acesso em: 18 de set. 2023.



AValiação de Manifestações Patológicas de Pontes de Concreto Armado da Zona Urbana de Balsas-MA

Newson Pereira da Cruz ¹
Leandro Gomes Domingos ²

RESUMO

Pontes são importantes estruturas construídas com o objetivo de se transpor obstáculos, podendo ser construídas a partir diferentes materiais e com variadas configurações estruturais. No entanto, apesar de geralmente serem projetadas para uma elevada vida útil, elas não duram indefinidamente, sendo suscetíveis ao aparecimento de manifestações patológicas. Com isso, o presente trabalho realizou uma avaliação das principais manifestações patológicas estruturais presentes em pontes de concreto armado da zona urbana de Balsas, onde, a partir de pesquisas bibliográficas e visitas de campo, foram as principais anomalias patológicas que as acometem. Foram realizadas inspeções visuais nas obras objeto de estudo, onde se procurou descrever as manifestações patológicas encontradas e sua classificação em termos de um índice. De forma geral, foram detectadas anomalias em todas as estruturas analisadas, tal como presença de manifestações patológicas como fissuração, desagregação do concreto, oxidação de armaduras e eflorescências. Deste modo, verifica-se a importância e a necessidade de se realizar inspeções, obras de manutenção e reparos frequentemente nessas estruturas, para que sejam garantidas as condições de segurança estrutural e para que as suas vidas úteis sejam maximizadas.

Palavras-chave: pontes; patologias; inspeção visual.

INTRODUÇÃO

Desde o início da formação das primeiras cidades, o homem instintivamente buscou desenvolver obras de engenharia que possibilitassem melhorar a sua qualidade de vida. Com isso, surgiram as primeiras ruas e estradas, e junto a isso necessidade de se transpor os obstáculos existentes nestes caminhos. Diante disso, nasceram as primeiras pontes, que são estruturas construídas, de acordo com Marchetti (2018), com o objetivo de transpor obstáculos, em geral vales e corpos hídricos, possibilitando o transporte de pessoas e cargas por tais logradouros.

Com o avanço das técnicas de construção civil, passou-se a utilizar cada vez mais materiais com alta durabilidade, possibilitando construir estruturas que permitem

¹ Graduado pelo Curso de Engenharia Civil, da Universidade Federal do Maranhão - UFMA, newcruz@hotmail.com;

² Professor do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Maranhão - UFMA, leandro.gd@ufma.br;



vencer vãos cada vez maiores (Pinho; Belle, 2017), e ter uma longa vida útil. No entanto, todos os tipos de construções, incluindo as pontes, não duram indefinidamente.

De acordo com Souza e Ripper (1998), as estruturas, em geral, são passíveis de desgastes com o decorrer do tempo e, quando há falhas em seus projetos ou processos de construção, é frequente o aparecimento de anomalias, as chamadas patologias das construções. Além disso, a falta de manutenção é um agravante para o aparecimento de tais defeitos, que se não cuidados podem gerar danos irreversíveis às estruturas.

O município de Balsas, localizada no sul do Maranhão, possui uma população de 101.767 habitantes (IBGE, 2023) e, em seu perímetro urbano, há córregos e é cortado pelo Rio das Balsas. Com isso, há obras de engenharia realizadas para transpor tais obstáculos como, por exemplo, bueiros tubulares, bueiros celulares e pontes em concreto armado, em madeira e em estruturas mistas de aço-concreto.

Em relação às pontes do perímetro urbano de Balsas, estas foram construídas entre a década de 1950 e o ano de 2018. Apesar de muitas delas terem sido construídas há bastante tempo, são realizadas apenas ações esporádicas de manutenção e reparos, em especial quando aparecem danos visíveis nas estruturas, fato comum principalmente no período chuvoso da região.

Deste modo, a falta de manutenção nas pontes de Balsas e a possível presença de manifestações patológicas em tais obras, tornam estas em fontes de objeto de estudo, podendo a análise das anomalias ajudar para que o poder público municipal possa tomar providências. Com isso, o objetivo desta pesquisa foi de avaliar as principais manifestações patológicas encontradas em pontes em concreto armado de vias do perímetro urbano de Balsas/MA, analisando o estado de conservação dessas estruturas, através de inspeção predial e diagnóstico de manifestações patológicas. Ainda, objetivou-se identificar as possíveis causas das manifestações patológicas encontradas nas estruturas analisadas.



METODOLOGIA

Para o planejamento de uma pesquisa, devem ser previamente analisados tanto o problema alvo da investigação, quanto a sua natureza, situação espaço - temporal, e o nível de conhecimento do investigador (Köche, 2011). Com isso, pode-se definir qual o tipo de pesquisa a ser utilizada para se chegar ao resultado almejado.

Este trabalho configura-se como um estudo de caso, uma vez que configura como uma “descrição e análise, a mais detalhada possível, de algum caso que apresente alguma particularidade que o torna especial” (Pereira *et al.*, 2018).

O presente trabalho seguiu a seguinte sequência:

1. Visita *in loco* ou anamnese com coleta de dados característicos das pontes e inspeção visual de suas condições;
2. Levantamento fotográfico, onde se registrou os principais aspectos analisados;
3. Catalogação das manifestações patológicas encontradas em cada obra, indicando notas de avaliação e riscos de cada anomalia.

As visitas *in loco* as pontes escolhidas do perímetro urbano do município de Balsas foram realizadas de 11 a 25 de maio de 2019. Nessas visitas foram feitos registros fotográficos, com auxílio de um smartfone com câmera de 12 mp, e utilizou-se de régua e trena para medições de trincas, rachaduras e fendas. Uma trena de 15 m foi utilizada para medir a largura da pista de rolamento, a largura total do tabuleiro, o comprimento total e do vão livre.

Para a inspeção das obras estudadas, foram seguidas as diretrizes do Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias, do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) (Brasil, 2004), Manual de Recuperação de Pontes e Viadutos Rodoviários (Brasil, 2010) e das normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) que tratam sobre o assunto.

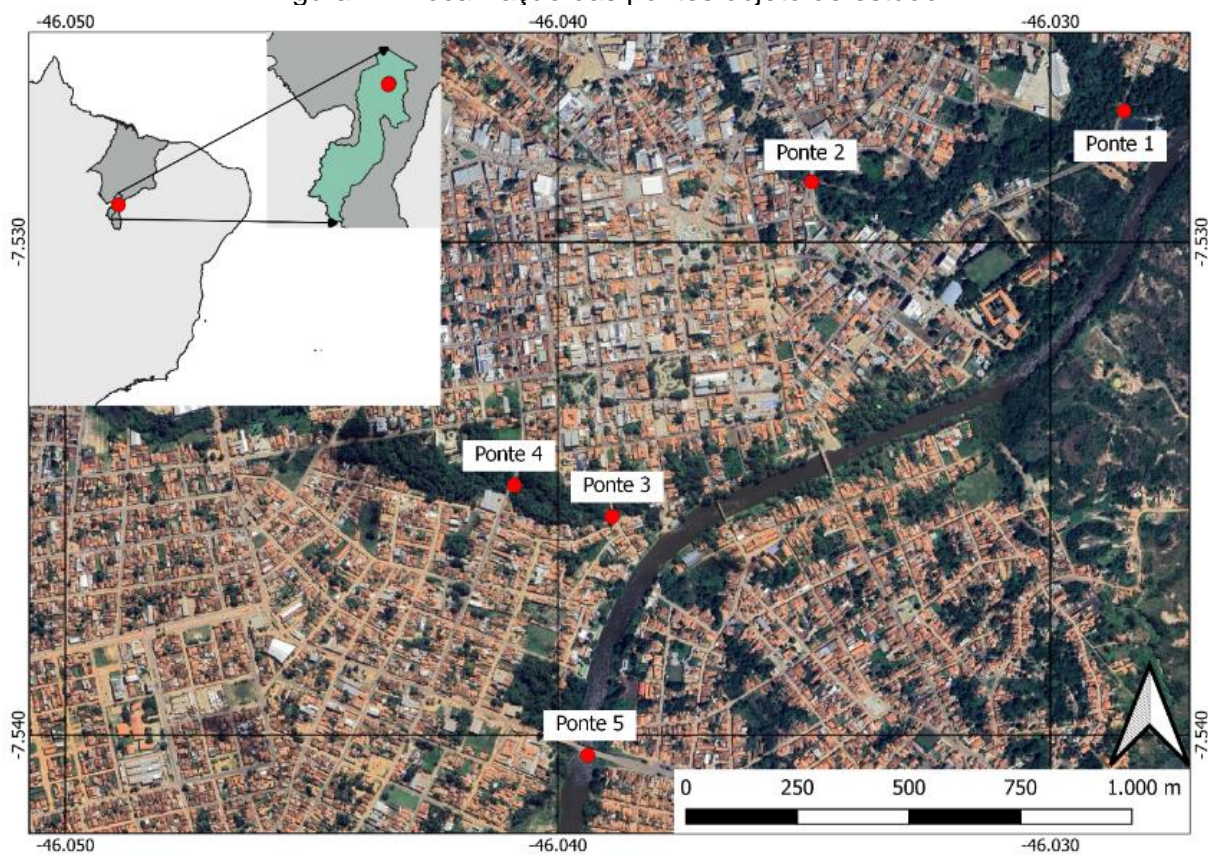
Em relação à avaliação das pontes, o Brasil (2004) recomenda que sejam atribuídas notas de avaliação aos elementos analisados, em uma escala de 1 a 5, onde 5 é o melhor estado. Esta nota reflete a maior ou menor gravidade dos problemas existentes no elemento e a sua metodologia de atribuição está descrita no Quadro 1.

Quanto a delimitação da área de estudo, no perímetro urbano de Balsas há sete pontes, sendo cinco delas construídas em concreto armado. Optou-se por analisar



essas cinco pontes devido as características comuns dos materiais utilizados. A localização das pontes está indicada na Figura 1. Em termos gerais, quatro foram construídas para transpor córregos das localidades, sendo elas de dimensões menores quando comparada a ponte transpõe o Rio das Balsas, no caso a maior ponte analisada.

Figura 1 – Localização das pontes objeto de estudo.



Fonte: adaptado de Cruz (2019).



Quadro 1 - Instruções para atribuição de notas de avaliação.

NOTA	DANOS NO ELEMENTO/ INSUFICIÊNCIA ESTRUTURAL	AÇÃO CORRETIVA	CONDIÇÕES DE ESTABILIDADE	CLASSIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES DA PONTE
5	Não há danos nem insuficiência estrutural	Nada a fazer	Boa	Ora sem problemas
4	Há alguns danos, mas não há sinais de que estejam gerando insuficiência estrutural	Nada a fazer; apenas serviços de manutenção.	Boa	Obra sem problemas importantes
3	Há danos gerando alguma insuficiência estrutural, mas não há sinais de comprometimento da estabilidade da obra.	A recuperação da obra pode ser postergada, devendo-se, porém, neste caso, colocar-se o problema em observação sistemática.	Boa aparentemente	Obra potencialmente problemática Recomenda-se acompanhar a evolução dos problemas através das inspeções rotineiras, para detectar, em tempo hábil, um eventual agravamento da insuficiência estrutural.
2	Há danos gerando significativa insuficiência estrutural na ponte, porém não há ainda, aparentemente, um risco tangível de colapso estrutural.	A recuperação (geralmente com reforço estrutural) da obra deve ser feita no curto prazo.	Sofrível	Obra problemática Postergar demais a recuperação da obra pode levá-la a um estado crítico, implicando também sério comprometimento da vida útil da estrutura. Inspeções intermediárias ¹ são recomendáveis para monitorar os problemas.
1	Há danos gerando grave insuficiência estrutural na ponte; o elemento em questão encontra-se em estado crítico, havendo um risco tangível de colapso estrutural.	A recuperação (geralmente com reforço estrutural) - ou em alguns casos, substituição da obra - deve ser feita sem tardar.	Precária	Obra crítica Em alguns casos, pode configurar uma situação de emergência, podendo a recuperação da obra ser acompanhada de medidas preventivas especiais, tais como: restrição de carga na ponte, interdição total ou parcial ao tráfego, escoramentos provisórios, instrumentação com leituras contínuas de deslocamentos e deformações etc.

Fonte: Brasil (2004, p. 237).



RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este item foi dividido em subitens principais: características físicas e estruturais; problemas patológicos; e índice de avaliação das pontes.

Características Físicas

Três das cinco pontes analisadas possuem comprimento abaixo de 12 m (Tabela 1). A ponte 4, apesar de comprimento de quase cinquenta metros, possui vão livre de apenas 6,20 m. Outra característica comum a todas as pontes é a existência de tabuleiro tipo usando laje maciça em reta ortogonal. A seguir, são indicadas características específicas de cada ponte.

Tabela 1 – Localização e características físicas das pontes.

Ponte	Localização	Curso d'água	Larg. pista rolamento (m)	Larg. total tabuleiro (m)	Comp. total (m)
1	Rua Isaac Martins	Riacho São Caetano	3,7	6,0	10,8
2	Av. Juscelino Kubitschek	Riacho São Caetano	7,0	8,5	8,9
3	Rua Passondas Coelho	Riacho Lava Cara	4,5	7,8	11,3
4	Av. Tito Coelho	Riacho Lava Cara	6,5	10,8	49,6
5	Av. Contorno/MA-06	Rio das Balsas	9,4	12,2	138,2

Fonte: adaptado de Cruz (2019).

A Ponte 1 aparenta possuir fundações diretas (sapatas), apoiadas sobre superfície rochosa, de onde nascem dois pilares que suportam as vigas transversinas, longarinas e a laje do tabuleiro. Nas extremidades há ainda um muro de arrimo feito em concreto armado. Conforme indicado na Tabela 1, a ponte possui pista de rolamento de apenas 3,7m, não sendo possível o tráfego de mais de um veículo automóvel por vez em sentidos distintos. Além disso, não há placas de sinalização ou de identificação na área da ponte e o local está desprovido de iluminação pública. Ainda, não há guarda corpo nos passeios laterais, o que torna o local mais perigoso para o tráfego de pedestres (Figura 2).



Figura 2 – Características físicas da Ponte 1.



Fonte: Cruz (2019).

A Ponte 2 aparentar ter sistema estrutural composto por fundações diretas que sustentam três pilares em cada extremidade da ponte, que possui ainda três vigas longarinas. Os encontros são constituídos de muros de concreto ciclópico (Figura 3). A superestrutura da ponte se encontra em boas condições, contando com passeios para pedestres, guarda corpo metálico, postes com iluminação pública e pavimento asfáltico sem buracos.

Figura 3 – Características físicas da Ponte 2.



Fonte: Cruz (2019).

A Ponte 3 possui infraestrutura formada por fundações rasas do tipo sapatas as quais recebem os esforços de três pilares em cada margem do riacho, unidos por vigas transversinas que suportam as quatro vigas em seção T, nas quais se apoia o tabuleiro em laje maciça (Figura 4). Essa ponte foi construída entre os anos de 2017 e 2018, substituindo a antiga ponte em estrutura de madeira que havia no local e que entrou em estado de ruína após o período chuvoso do início do ano de 2017. Dessa forma, a nova ponte possui boas condições em sua super, meso e infraestrutura,



contando ainda com guarda corpo metálico, iluminação pública e boas condições de acesso. Assim como na Ponte 1, a largura da ponte permite a passagem de apenas um veículo automóvel por vez, considerando os dois sentidos de tráfego. Além disso, não há passeio destinado exclusivamente aos pedestres, devendo estes usarem a mesma pista de rolamento que os veículos automotores.

A Ponte 4 tem infraestrutura formada por fundações diretas (sapatas corridas) sobre as quais estão os muros de arrimo em concreto ciclópico. As vigas são apoiadas diretamente sobre o arrimo, havendo longarinas e transversinas com seções variáveis. Assim como na Ponte 2, há espaço para a passagem exclusiva de pedestre, além de possuir guarda corpo metálico e postes com iluminação pública (Figura 5).

Figura 4 – Características físicas da Ponte 3.



Fonte: Cruz (2019).

Figura 5 – Características físicas da Ponte 4.



Fonte: Cruz (2019).

A Ponte 5, popularmente conhecida como “Ponte de Cimento”, tem importância maior em termos de quantidade de tráfego, tendo em vista que se encontra sobre o Rio das Balsas e está situada em uma rodovia (MA – 006). Além disso, ela liga bairros da zona urbana de Balsas situados na outra margem do Rio das Balsas. Foi construída na década de 1980 e possui Classe 45, tendo sido projetada para veículos tipo de 45



tf (450 kN). A sua superestrutura está apoiada em pilares paredes, dispostos em cada margem do rio. Por fim, possui passeio para pedestre e postes de iluminação pública.

Figura 6 – Características físicas da Ponte 5.

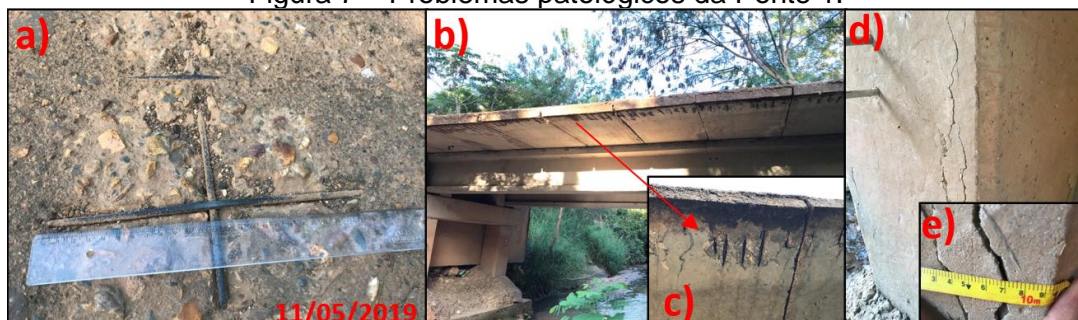


Fonte: Cruz (2019).

Problemas Ocasionados por Manifestações Patológicas

Na primeira ponte analisada, verificou-se a ocorrência de buracos no pavimento betuminoso decorrentes da abrasão mecânica dos veículos, bem como da exposição de armaduras das lajes nesses locais por conta de recobrimento de concreto insuficiente (Figura 7a). Há ainda uma grande quantidade de armaduras expostas na face inferior da laje, em especial nas bordas do tabuleiro, onde se pode observar um avançado estágio de corrosão das armaduras e consequente desagregação do concreto, que representam um problema de gravidade alta (Figuras 7b e 7c). Isso veio ocorrer devido à falta de drenagem na ponte, tendo em vista que se verificou corrosão das armaduras apenas nas partes mais externas da laje, onde a água pluvial escorre. Nos pilares foi encontrado a presença de fissuras e de uma fenda de quase 2 mm em uma aresta (Figuras 7d e 7e), possivelmente em decorrência de esforços de compressão no concreto e de insuficiência de estribos.

Figura 7 – Problemas patológicos da Ponte 1.



Fonte: Cruz (2019).



A Ponte 2, em relação aos encontros e à infraestrutura, possui sérios problemas relacionados a recalques e à estabilidade do seu muro de arrimo, que já possui histórico de colapsos (Figura 8a). O último muro de arrimo construído em concreto atualmente se encontra com diversas fissuras e parcialmente rompido (Figuras 8b e 8c), com recalques nas margens da ponte e com risco de tombamento do muro. Em função disso, entre os anos de 2018 e 2019, foram realizadas obras de estabilização em um trecho de riacho da lateral esquerda da ponte, onde foi construído um muro de arrimo em concreto armado e na época se encontrou em curso obras de contenção no trecho da ponte. Com isso, foi realizada a escavação seguida de reaterro do seguimento em erosão.

Figura 8 – Problemas patológicos da Ponte 2.

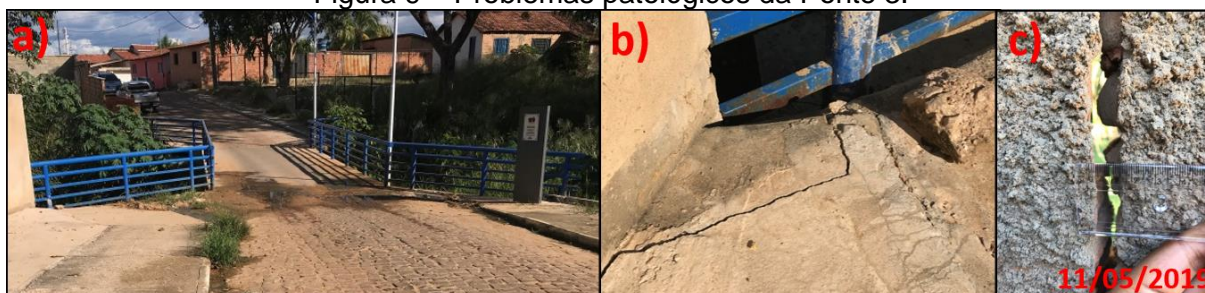


Fonte: Cruz (2019).

A ponte construída na Rua Passonda Coelho, Ponte 3, apesar de nova quando comparada as outras, possui alguns problemas. Primeiramente, na rua onde está inserida a ponte há a presença de lençol freático próximo à superfície da via, com isso, mesmo tendo sido executada a colocação de tubos sob o pavimento no sistema de espinha de peixe para a percolação da água, ainda há a ocorrência do escoamento de água na superfície (Figura 9a). Essa água pode vir a gerar problemas patológicos de início no pavimento da ponte. No que tange aos encontros da ponte, na margem esquerda referente ao bairro Centro, foi verificada a ocorrência de recalque no solo, onde há a presença de fissuras e fendas (Figuras 9b e 9c) tanto no piso da parte superior do encontro, quanto no muro de concreto ciclópico construído no local (Figura 9a).



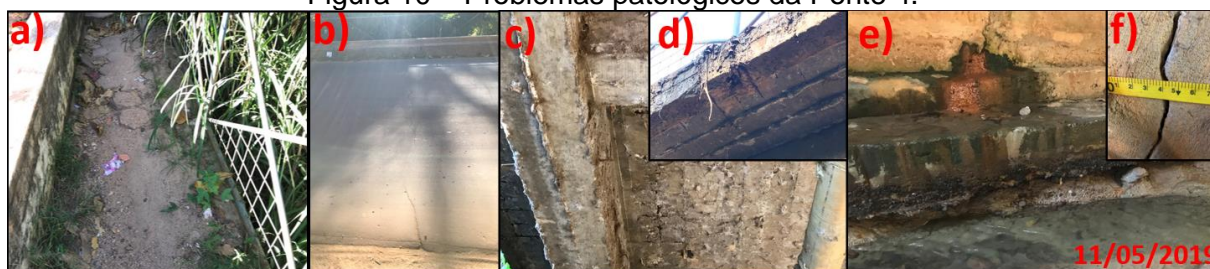
Figura 9 – Problemas patológicos da Ponte 3.



Fonte: Cruz (2019).

A Ponte 4 é a que possui mais problemas de manifestações patológicas. Inicialmente, os passeios para pedestres se encontram parcialmente danificados, com ocorrência de recalques e crescimento de vegetação (Figura 10a), e há a presença de trincas transversais longas no pavimento da pista de rolamento nos locais referentes aos encontros (Figura 10b). Na face inferior da laje da ponte, foi observado um avançado nível de exposição e corrosão de armaduras nas extremidades da laje e em alguns pontos internos (Figura 10c), nichos de concretagem, desagregação do concreto e a ocorrência de eflorescências e manchas causadas pelo crescimento de fungos no local (Figura 10d). Por fim, foi detectada a ocorrência de processo de erosão sob a fundação do muro de arrimo (Figura 10e), e a presença de uma fenda de 2mm na parede desse mesmo muro (Figura 10f). Por essa fenda está ocorrendo o escoamento de água do lençol freático, visto que o muro possui apenas dois tubos de drenagem.

Figura 10 – Problemas patológicos da Ponte 4.



Fonte: Cruz (2019).

Na Ponte 5, as condições de passeio de pedestre também apresentam problemas: foram constatados diversos danos como fissuramento do meio fio das calçadas, lajes das calçadas quebradas (Figura 11a) e com exposição de armaduras (Figura 11b), pilares do guarda corpo danificado (Figura 11c), e falta de algumas barras metálicas do guarda corpo (Figura 11d). Outro detalhe que causa preocupação



na região dos passeios da ponte é a presença de tubulação pública de água por baixo da laje da calçada. Esta tubulação apresenta problemas de vazamentos, principalmente no período noturno, em função da alta pressão da água. Deste modo, está havendo um acúmulo de água no vão interno das calçadas tanto oriunda da chuva que cai sobre as placas de concreto danificadas quanto pelo vazamento da tubulação pública, com conseqüente desenvolvimento de agendes bióticos (Figuras 11e e 11f) e percolação do líquido pelo concreto, que está segregando na parte inferior do tabuleiro da ponte e oxidando as armaduras expostas (Figura 11g).

Na pista de rolamento da ponte há a presença de buracos (Figura 11h) e fendas no pavimento, principalmente nos locais das juntas de dilatação e entre os acessos e a ponte (Figura 11i). Na parte lateral e inferior do estrado celular da ponte há uma grande presença de eflorescências (Figura 11j), causadas pela migração dos sais solúveis pelo concreto, e há a presença de um grande ninho de insetos. Por fim, foi observada a ocorrência de fissuramentos, desagregação do concreto e corrosão de armaduras nos pilares situados próximos aos encontros da ponte com a pista da rodovia (Figuras 11k e 11l).

Figura 11 – Problemas patológicos da Ponte 5.



Fonte: Cruz (2019).

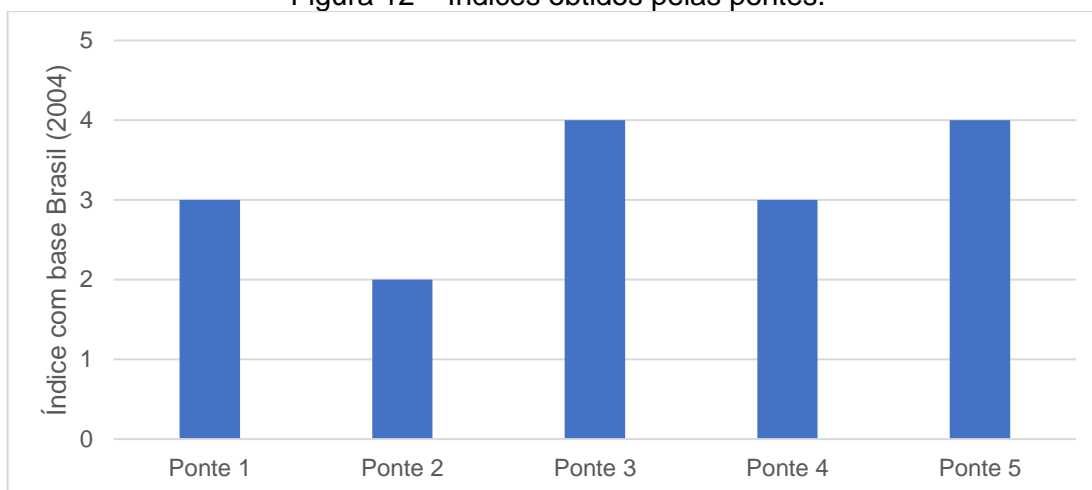
Índice de Avaliação das Pontes

Com base na classificação adotada (Brasil, 2004), os valores atribuídos as pontes variaram de 2 a 4 (Figura 12). A Ponte 1 apresenta possuir condições de



estabilidade aparentemente boas, com alguns danos gerando insuficiência estrutural, mas sem grandes comprometimentos, por isso foi atribuído nota 3. A Ponte 2, apesar das obras para melhorar sua estrutura, ainda são necessárias mais obras para reforço estrutural em curto prazo, obtendo nota 2. A Ponte 3 é a mais recente, mas não obteve a nota máxima em função de alguns problemas estruturais. A Ponte 4 obteve nota mediana porque necessita de recuperação dos danos indicados assim que possível, tendo em vista potencial de agravamento do problema. A última ponte analisada apresenta mais problemas relacionados à falta de manutenção. Há alguns danos, mas que não estão gerando insuficiência estrutural, obtendo a nota 4.

Figura 12 – Índices obtidos pelas pontes.



Adaptado de Cruz (2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As pontes são estruturas que podem ser erguidas com diferentes tipos de materiais e configurações estruturais, sempre com o objetivo de diminuir distâncias, facilitar a vida do homem e promover desenvolvimento da comunidade em que está inserida.

Sendo obras humanas, são passíveis de falhas e possuem vida útil finita, onde com o decorrer do tempo a capacidade de carga das pontes fica reduzida e é comum o surgimento de anomalias patológicas, que podem ser agravadas quando não identificadas e tratadas.

No perímetro urbano de Balsas há diversas pontes construídas há bastante tempo. Dessa forma, essas estruturas devem ser submetidas a inspeções periódicas,



bem como receber manutenções preventivas e/ou corretivas para que o seu tempo de utilização seja maximizado.

A partir de inspeções visuais foi verificada a presença de manifestações patológicas em todas as obras de arte especiais estudadas, desde as construídas há mais de cinquenta anos, até as recentes, com pouco mais de um ano de utilização. As ocorrências mais comuns foram de fissuramento, desagregação do concreto, oxidação de armaduras e eflorescências. Algumas dessas anomalias são decorrentes de falhas nas fases de projeto e execução, mas a grande parte são fruto de falta de manutenção nas estruturas.

A partir deste estudo, conclui-se que as patologias encontradas podem afetar consideravelmente as estruturas de pontes, sendo necessárias inspeções periódicas que subsidiem ações de manutenção, recuperação e reforço das estruturas, para se evitar o agravamento da deterioração e garantir a funcionalidade dessas importantes obras de engenharia.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação do Instituto de Planejamento e Pesquisa. **Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2004.

Disponível em: <https://www.gov.br/dnit>. Acesso em: 25 mai. 2019.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação do Instituto de Planejamento e Pesquisa.

Manual de Recuperação de Pontes e Viadutos Rodoviários. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos>. Acesso em: 25 mai. 2019.

CRUZ, N. P. da. **Avaliação de patologias das pontes do perímetro urbano de Balsas-MA**. 2019. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Centro de Ciências de Balsas, Universidade Federal do Maranhão, Balsas, 2019. Disponível em: <https://monografias.ufma.br>. Acesso em: 01 set. 2023.

IBGE. **Relação da população dos municípios para publicação no DOU em 2023**. Disponível em: <https://ftp.ibge.gov.br>. Acesso em: 01 set. 2023.

KÖCHE, J. C. **Fundamentos de metodologia científica: teoria da ciência e iniciação à pesquisa**. Petrópolis: Vozes, 2011. Disponível em: <https://btux.com.br/professorbruno>. Acesso em: 25 mai. 2019.



MARCHETTI, O. **Pontes de concreto armado**. Primeira reimpressão. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2018.

PEREIRA, Adriana Soares; SHITSUKA, Dorlivete Moreira; PARREIRA, Fabio José; SHITSUKA, Ricardo. **Metodologia da pesquisa científica**. Santa Maria: UFSM/NTE, 2018. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1. Acesso em: 01 set. 2023.

PINHO, Fernando Ottoboni; BELLEI, Ildony Hélio. **Pontes e viadutos em vigas mistas**. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2017.

SOUZA, V. C. M. de; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1998.



VERIFICAÇÃO DA CAPACIDADE RESISTENTE DE CONSOLO DE CONCRETO ARMADO ATRAVÉS DE ANÁLISES NUMÉRICAS ELÁSTICO-LINEARES COM MODELAGEM EM ELEMENTOS FINITOS

Thiago de Sousa Batista ¹
Moises de Araújo Santos Jacinto ²

RESUMO

Os consolos curtos e muito curtos são elementos comumente utilizados na ligação viga-pilar de estruturas de concreto pré-moldado, metálicas ou mistas. Visto que em algumas de suas regiões não valem as premissas da teoria da flexão, a sua análise e dimensionamento precisam ser realizados minuciosamente e, para tal, deve ser utilizado um modelo de bielas e tirantes ou um modelo de atrito-cisalhamento, dependendo do caso. Com isso, devido ao contínuo avanço tecnológico, atualmente, é possível descrever o comportamento desses elementos através de *softwares* de análise estrutural. Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo comparar os resultados da análise computacional de um dos consolos ensaiados por Fatthui (1994), modelando-o pelo método dos elementos finitos no *software* SAP 2000, com as análises realizadas sobre o mesmo elemento através de um método de bielas e tirantes, baseado na ABNT NBR 9062: 2017, e uma treliça que contém a biela comprimida e o tirante nos seus tramos, baseada no que versa a ABNT NBR 6118: 2023 sobre as tensões desenvolvidas nos consolos. Os resultados obtidos sugerem que o elemento modelado via *software* apresentou comportamento similar ao que se constatou via normas, apontando, ainda, para falha por cisalhamento devido a insuficiência da armadura longitudinal e falta de armadura transversal. Dessa forma, é possível concluir que a modelagem realizada pelo método dos elementos finitos simulou satisfatoriamente o comportamento do consolo de concreto armado, visto que resultou em valores satisfatoriamente próximos àqueles observados na realidade.

Palavras-chave: consolos; elementos finitos; bielas; tirantes; ruptura.

INTRODUÇÃO

Os projetos estruturais precisam sempre ser seguros, econômicos e de rápida execução. Devido a isso, soluções simplificadas são comumente empregadas. Os consolos de concreto armado são elementos em balanço pré-moldados ou pré-fabricados, que transferem cargas horizontais para elementos verticais, onde a distância da aplicação da carga na face no apoio é menor ou igual a sua altura útil.

¹ Graduando no Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Maranhão - UFMA, thiago.batista@discente.ufma.br;

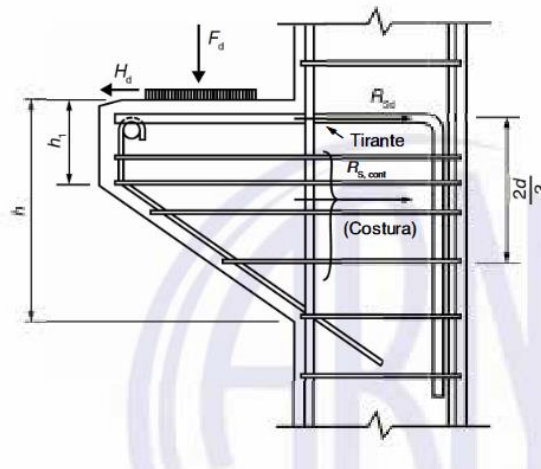
² Doutorando em Engenharia Civil – Universidade Federal do Pará - UFPA, moisesaraujosantosjacinto@gmail.com.



Esses elementos necessitam de análise minuciosa dos esforços atuantes na sua estrutura, visto que, em algumas de suas regiões, não valem as premissas da teoria da flexão, que admite a manutenção da geometria da seção transversal do elemento durante a deformação (Chagas *et al.*, 2019).

Os consolos de concreto armado são elementos prismáticos que servem de apoio para outros elementos e atuam comumente na transferência de esforços de pilares e vigas (Pfeifer, 2017). O dimensionamento, segundo a ABNT NBR 6118 (ABNT, 2023), se dá com distinção entre consolos curtos e muito curtos, de acordo com sua relação a/d (Figura 1). O consolo é curto se $0,5d \leq a \leq d$, e é muito curto se $a < 0,5d$, onde a é a distância da carga aplicada à face do apoio e d é a altura útil do consolo. A Figura 1 apresenta as dimensões necessárias que um consolo tem que seguir.

Figura 1 – Dimensões usadas na classificação de consolos.



Fonte: ABNT NBR 6118 (ABNT, 2023, p. 189).

De acordo com a ABNT NBR 6118 (ABNT, 2023), é proibido o uso de projetos de consolos curtos e muitos curtos sem a armadura de costura. Dessa forma, é de suma importância para garantir uma ruptura mais dúctil do consolo e evitar redução de carga. Portanto, os consolos curtos devem atender uma armadura de costura igual a 40% da armadura do tirante, distribuída na forma de estribos horizontais igual a 40% da armadura do tirante, além disso, a distribuição na forma de estribos horizontais em uma altura igual a $2/3 d$.

Como modelos de cálculo e dimensionamento dos consolos curtos, devem ser utilizados um modelo biela-tirante ou um modelo de atrito-cisalhamento nos consolos muito curtos. Diante disso, existem programas de análise estrutural que permitem conhecer as tensões



internas propagando-se no interior dos consolos através de modelagem em elementos finitos, uma alternativa cada vez mais viável, levando-se em consideração o avanço exponencial da capacidade de processamento dos computadores com o passar do tempo.

Sendo assim, este trabalho buscou, primeiramente, modelar um consolo de concreto armado pelo Método dos Elementos Finitos (MEF) no *software* SAP 2000 e, em seguida analisar o mesmo modelo através de um modelo de bielas e tirantes e um modelo de treliça, comparando os resultados obtidos através dos três procedimentos, buscando atestar a eficiência e praticidade da modelagem em elementos finitos para o dimensionamento de consolos de concreto armado.

METODOLOGIA

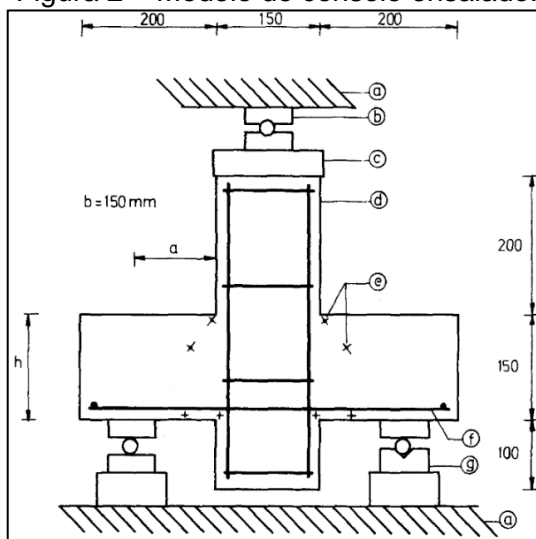
Modelagem do Consolo Curto em Elementos Finitos

Neste trabalho, foram realizadas três análises abordando de maneiras diferentes com, análise através do *software* SAP 2000, dimensionamento segundo a ABNT NBR 9062 (ABNT, 2017) pelo método de bielas e tirantes e dimensionado utilizando a ABNT NBR 6118 (ABNT, 2023) para calcular as tensões internas. Na primeira etapa, modelou-se em elementos finitos um consolo curto retirado do trabalho de Fattuhi (1994), que ensaiou experimentalmente uma série de consolos de concreto armado, utilizando-se o *software* de análise estrutural SAP 2000 versão 20. Em seguida, o mesmo elemento foi dimensionado segundo a ABNT NBR 9062 (ABNT, 2017) pelo método de bielas e tirantes utilizado por Fernandes e Debs (2005). Por fim, o mesmo consolo foi novamente analisado segundo o que versa a ABNT NBR 6118 (ABNT, 2023), calculando-se as tensões internas com um modelo de treliça.

O modelo selecionado foi retirado de Fattuhi (1994), que testou 38 consolos de concreto armado de 150 x 150 x 200 mm com diferentes alturas úteis sob carregamento vertical (Figura 2).



Figura 2 – Modelo de consolo ensaiado.



Fonte: Fattuhi (2014)

onde:

- a: Cabeça móvel da máquina de teste;
- b: Apoio esférico;
- c: Placa de carregamento;
- d: Elemento de concreto;
- e: Disco medidor de tensão;
- f: Armadura principal;
- g: Suporte roliço;
- h: Altura do consolo.

Uma vez escolhido o consolo, foi realizada a modelagem do mesmo em elementos finitos e elementos tipo viga e pilar, ambos utilizando o *software* de análise estrutural SAP 2000 versão 20.

Execução do Modelo no SAP 2000

Foi escolhido o consolo número 73 do trabalho de Fattuhi (1994) por apresentar fatores simplificadores da modelagem, como a geometria, a inexistência do reforço com fibras metálicas presente em diversos elementos do trabalho e a localização dos apoios que simulam os pontos de aplicação da carga (75 mm de duas faces opostas do pilar).

Além disso, foi de suma importância a adoção da altura para cada elemento finito que permitisse a máxima aproximação das áreas da seção transversal dos



elementos finitos, que simulariam as armaduras com as bitolas dos aços utilizadas no consolo testado por Fattuhi (1994). A geometria do consolo 73 é mostrada na Tabela 1.

Tabela 1 – Características do consolo estudado.

Consolo	Armadura principal	a (mm)	b (mm)	d (mm)	h (mm)
73	2 x 8 mm	75	153.9	124	148

Fonte: adaptado de Fattuhi (1994).

onde:

a: Distância do ponto de aplicação da carga para a face do pilar;

b: Largura da seção transversal do consolo;

d: Altura útil do consolo;

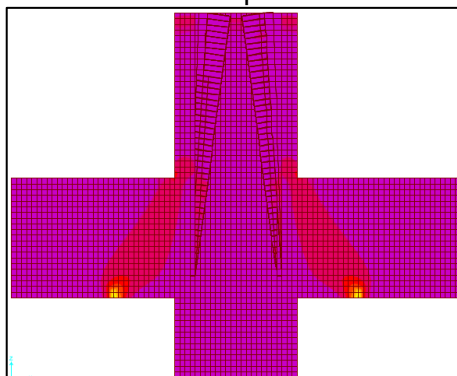
h: Altura total do consolo.

O consolo escolhido é curto ($a/d = 0,6$). Ademais, todos os elementos testados em Fattuhi (1994) foram executados, segundo o autor, em cimento Portland comum e em água potável de torneira, e os segmentos dos pilares foram construídos com armadura longitudinal de bitola 12 mm e quatro estribos de bitola 6mm. Para o consolo 73, modelado neste trabalho, foi utilizado aço com f_y 451 MPa e f_u 666 MPa.

Resultado da Análise do Consolo no SAP 2000

O *feedback* obtido do *software* revelou uma discretização em 62816 elementos finitos, totalizando um volume de 19404 cm². A análise entregou como um dos resultados, a forma deformada do consolo e forneceu, visualmente, os deslocamentos e os caminhos de cargas internas no elemento, possibilitando conhecer as bielas comprimidas do consolo (Figura 3).

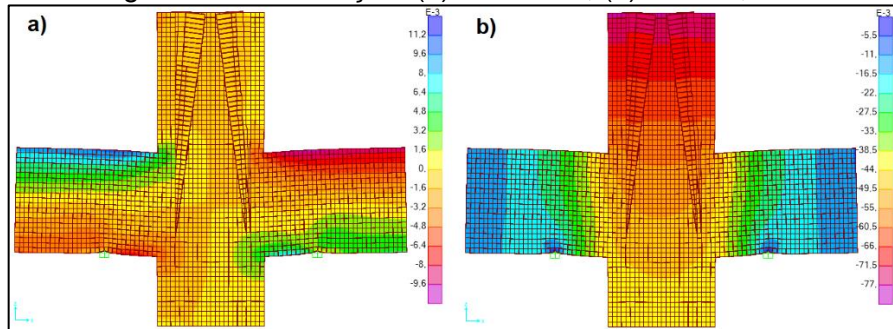
Figura 3 – Bielas comprimidas no consolo.



Fonte: Autores (2023).



Figura 4 – Deformação: (a) horizontal; (b) vertical, mm.



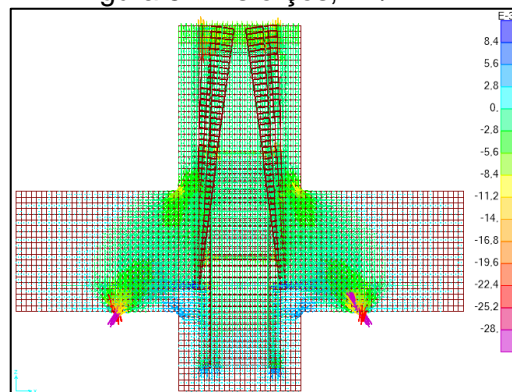
Fonte: Autores (2023).

Na Figura 4 estão expressas as deformações nas direções x e y . Na Figura 4 (a) estão representados os deslocamentos dos elementos finitos em decorrência das tensões de tração e compressão, sendo cores frias para tração e quentes para compressão. Embora o lado esquerdo da representação da Figura 4 (a) esteja com os valores das deformações invertidos, a posição da linha neutra (região sem deformação horizontal) é mantida na distância da face comprimida daquela representada no lado esquerdo, que mostra as deformações decorrentes da tração e compressão sem inversão dos valores.

A Figura 4 (b) mostra as deformações na direção y , com cores frias para os menores valores e quentes para os maiores valores. Através da interpretação da Figura 4, observa-se os maiores deslocamentos no ponto de aplicação da carga do teste (parte superior do pilar) e menores deformações nas extremidades dos consolos, que são as regiões menos solicitadas da estrutura.

Além disso, foi possível obter os esforços máximos e mínimos atuantes no consolo (Figura 5, Tabela 2).

Figura 5 – Esforços, kN/mm^2 .



Fonte: Autores (2023).

Tabela 2 – Valores de máximo e mínimo dos esforços, kN/mm²

Resultado	S11	S22	S33	S12	S13	S23	SMAX	SMID	SMIN	SVM
Max	0,026	0,012	0,014	0,005	0,02	0,01	0,027	0,013	0,006	0,051
Min	-0,025	-0,012	-0,049	-0,005	-0,02	-0,008	-0,012	-0,017	-0,061	1,00E-05

Fonte: Autores (2023).

Através de um corte realizado próximo à interseção viga-pilar, foi possível obter os valores aproximados dos esforços e momentos nas direções x, y e z (Tabela 3).

Tabela 3 – Forças e momentos na seção próximo ao encontro viga-pilar.

Direção	Força (kn)	Momento (kn.m)
1	14,1	1,58
2	0,33	1,14
Z	30,15	0,78

Fonte: Autores (2023).

Por fim, obteve-se do programa os valores globais das reações na estrutura, sendo eles forças nos sentidos x, y e z e momentos em torno dos eixos x, y e z (Tabela 4).

Tabela 4 – Base reactions.

Global fx (kn)	Global fy (kn)	Global fz (kn)	Global mx (kn.m)	Global my (kn.m)	Global mz (kn.m)
-1,28E-08	3,58E-07	88,09	6,78	-24,22	1,02E-07

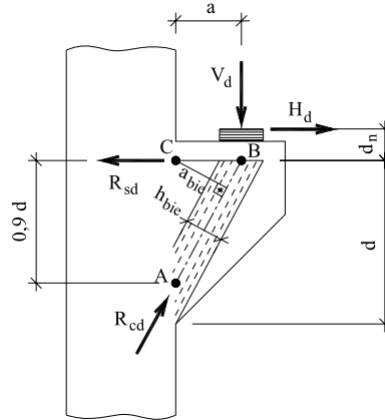
Fonte: Autores (2023).

Dimensionamento do Consolo Segundo a NBR 9062:2017

Realizada a modelagem em elementos finitos do consolo 73, iniciou-se o dimensionamento do mesmo elemento baseado na norma ABNT NBR 9062 (ABNT, 2017). Para isso, utilizou-se um modelo de bielas e tirantes adaptado de Fernandes e Debs (2005) (Figura 6), com o roteiro mostrado a seguir:



Figura 6 – Modelo de análise e características geométricas de consolo curto.



Fonte: Leonhardt e Mönnig (1977 apud Fernandes; Debs , 2005, p. 108).

onde:

V_d : carga vertical aplicada diretamente na face superior do consolo;

H_d : carga horizontal aplicada na face lateral do consolo;

d_h : distância vertical entre o ponto de aplicação da carga e o tirante;

d : altura útil do consolo;

a : distância horizontal entre o ponto de aplicação da carga e a face do pilar.

A distância perpendicular entre o nó do encontro viga-pilar e o eixo da biela comprimida (a_{bie}) é dada por:

$$a_{bie} = \frac{0,9da}{\sqrt{0,9^2 + a^2}} \quad [2]$$

A Altura da biela comprimida (h_{bie}) é dada por:

$$h_{bie} = 0,2d \quad [3]$$

Do equilíbrio de momento em relação ao ponto A e considerando-se d_h/d próximo de 0,2 é possível obter a armadura necessária para o tirante ($A_{s_{tir}}$) por:

$$A_{s_{tir}} = \frac{V_d}{f_{yd}} \frac{a}{0,9d} + \frac{H_d}{f_{yd}} \quad [4]$$

Do equilíbrio de momento em relação ao ponto C:

$$R_{cd} = \frac{V_d a + H_d d_h}{a_{bie}} \quad [5]$$



Obtém-se a tensão de compressão na biela (σ_{cd}) por:

$$\sigma_{cd} = \frac{R_{cd}}{0,2bd} \quad [6]$$

Substituindo (5) em (6) e considerando a carga horizontal (H_d) desprezível, tem-se:

$$\sigma_{cd} = \frac{V_d}{0,18bd} \sqrt{0,9^2 + \left(\frac{a}{d}\right)^2} \quad [7]$$

A Equação 7 é limitada superiormente por f_{cd} , em casos de forças diretas, ou por $0,85f_{cd}$, para forças indiretas.

Analogamente, a Equação 7 colocada na forma de tensão tangencial de referência resulta:

$$\tau_{wd} = \frac{V_d}{bd} \leq \tau_{wu} \quad [8]$$

$$\text{onde: } \tau_{wu} = \frac{0,18\beta f_{cd}}{\sqrt{0,9^2 + \left(\frac{a}{d}\right)^2}}$$

Para o dimensionamento, considerou-se: $d=0,124\text{m}$, $a=0,075\text{m}$, $b=0,154\text{m}$, $f_{ck}=25\text{MPa}$, $f_{cd}=17,86\text{MPa}$, $f_y=451\text{MPa}$ e $f_{yd}=392,17\text{MPa}$. A Tabela 5 mostra os resultados do dimensionamento.

Tabela 5 – Resultado do dimensionamento via MBT.

a_{bie} (Cm)	h_{bie} c(m)	V_d (kn)	$A_{s_{tir}}$ (cm ²)	R_{cd} (kn)	σ_{cd} (mpa)	τ_{wd} (mpa)	τ_{wu} (mpa)
6,22	2,48	43,99	0,75	35,7	13,88	2,3	2,96

Fonte: Autores (2023).

Dimensionamento do Consolo como Treliça

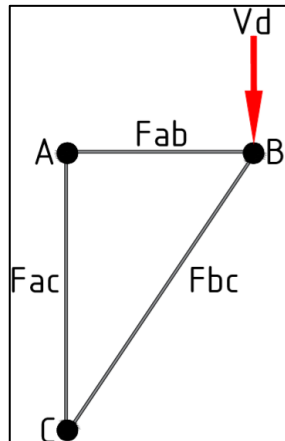
De acordo com a ABNT NBR 6118 (ABNT, 2023, p. 188), o comportamento dos consolos curtos pode ser descrito através de um modelo de bielas e tirantes que contemple o equilíbrio global da estrutura. Ademais, a norma diz que o tirante se ancora no pilar de um lado e na biela sob a carga vertical do outro lado. Além disso, a biela comprimida utiliza toda a altura do consolo disponível, indo do ponto de aplicação da carga até a face do pilar ou apoio.



Sendo assim, conhecendo-se os comprimentos de altura da biela, calculado a partir da Equação 3 e $0,9d$ (distância entre os pontos de ancoragem do tirante e da biela no pilar), mostrados na Figura 6, elaborou-se a treliça simples para se conhecer as forças internas de tração e compressão atuantes no tirante e na biela do consolo objeto deste estudo, geradas a partir da carga aplicada V_d , conforme mostra a Figura 7.

Na treliça da Figura 7, o segmento F_{ab} é a distância entre o ponto de aplicação da carga e a face do pilar (75mm) e F_{ac} , que é perpendicular a F_{ab} , vale $0,9d$ (111,6mm), logo, pelo teorema de Pitágoras, F_{bc} vale 134,46mm e os ângulos ABC e ACB valem $\arctg(F_{ac}/F_{ab})$ e $\arctg(F_{ab}/F_{ac})$, resultando $56,09^\circ$ e $33,90^\circ$, respectivamente, estando dentro do permitido pela ABNT NBR 6118 (ABNT, 2023, p. 184), que diz que as bielas inclinadas devem ter inclinação da tangente entre 0,57 e 2 ($29,68^\circ$ a $63,43^\circ$).

Figura 7 – Treliça representando os tirantes e a biela no interior do consolo.



Fonte: Autores (2023).

Com essas informações, calculou-se as tensões nos segmentos da treliça a partir das equações de equilíbrio nos nós A, B e C. O resultado é mostrado na Tabela 6.

Tabela 6 - Forças atuantes nos tirantes e na biela.

Força	Valor (kn)	Natureza
FAB	29,56	Tração
FAC	43,99	Compressão
FBC	53	Compressão

Fonte: Autores (2023).



A partir desse ponto, utilizou-se a equação tensão para obter a tensão de compressão da biela comprimida do elemento.

O trecho F_{bc} , que representa a biela comprimida do consolo, está submetido a uma força de compressão de 53 kN, atuando sobre uma seção transversal cujo comprimento é dado por h_{bie} (0,024m) e largura por b (0,154m), resultando em 13,88 MPa de tensão de compressão.

Para obter a área de aço necessária no tirante F_{ab} , de acordo com a ABNT NBR 6118 (ABNT, 2023), utilizou-se a equação:

$$A_s = \frac{f_{sd}}{f_{yd}}$$

[9]

com F_{sd} : 29,56 kN e f_{yd} : 45,1 kN/cm² para A_s : 0,75 cm².

A tensão de tração no tirante F_{ab} , calculada, com F : 29,56 kN e A : 0,75 cm² resultou em 3,94 MPa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ABNT NBR 9062 (ABNT, 2017, p. 54) institui a utilização de armadura de costura nos consolos com relação $a/d \leq 1$, concentrada em $2/3d$, com valor mínimo, em cm² por metro, de $0,15b$, porém, a ABNT NBR 6118 (ABNT, 2023) a considera no dimensionamento desses elementos. O consolo objeto deste estudo possuía apenas armadura longitudinal e, submetido a uma carga vertical de 87,5 kN por Fattuhi (1994), apresentou ruptura por cisalhamento.

O espécime foi modelado no *software* SAP 2000, considerando ser feito em concreto C25, uma vez que, Fattuhi (1994), o consolo 73 foi executado em cimento Portland comum com traço 1:3:3 e relação água-cimento 0,77. A análise resultou em tensão máxima de compressão de 25 MPa na biela comprimida, uma região de descontinuidade, logo abaixo do ponto de aplicação dos apoios que simulam a carga, onde foi possível, através da discretização do elemento, a obtenção do valor da tensão atuante. A tensão máxima de tração obtida foi de 26 MPa, próximo ao encontro da face onde houve a aplicação dos apoios com o pilar. Os valores citados encontram-se na Tabela 3, direção S11.



Através do dimensionamento pelo MBT, foi possível mensurar a área de aço necessária na seção transversal do elemento para suportar a carga de 87,5 kN somada ao peso próprio do elemento (Tabela 4), sendo esta (0,75cm²) 25% menor do que a empregada durante o teste (1,0cm²), que utilizou duas barras longitudinais de bitola 8mm, o que afasta a hipótese de ruptura por flexão devido ao escoamento excessivo da armadura longitudinal, uma vez que a armadura foi capaz de suportar as tensões de tração desenvolvidas no consolo.

Além disso, a distância do ponto de aplicação dos apoios que simulam a carga durante o teste para a extremidade do consolo (125mm), por si só, afasta a hipótese de ruptura por falha na ancoragem, que, segundo Pfeifer (2017), ocorre nos casos em que a distância entre a força aplicada e a extremidade do consolo é pequena, o que não foi o caso.

As tensões atuantes na treliça (Tabela 7) corroboraram com o obtido através da análise pelo método de bielas e tirantes. O trecho F_{bc} , que representa a biela comprimida do consolo, resultou no mesmo valor calculado para σ_{cd} (13,88MPa). Para ambas as análises, a tensão solicitante de compressão obtida foi menor do que a resistência de cálculo do concreto armado, definida pela ABNT NBR 6118 (ABNT, 2023), como sendo $f_{cd} = F_{ck}/1,4$ (17,86MPa), afastando a hipótese de ruptura por esmagamento da biela comprimida. A tensão de tração solicitante obtida para o tirante através de F_{ab} (3,94 MPa) corrobora com a conclusão de que não houve ruptura por flexão devido ao escoamento excessivo da armadura longitudinal.

Pela modelagem em elementos finitos, obteve-se tensões cisalhantes, para a carga de 87,5 kN somada ao peso próprio do espécime, atuantes em várias regiões do consolo, espalhando-se pela estrutura desde os apoios até o pilar. Além disso, foi possível observar os valores destas tensões, entre 5 MPa e 10 MPa (valores retirados da Tabela 3, especificamente em S12, S13 e S23). Vale notar que todas as tensões no intervalo entre 5 MPa e 10 MPa estão muito acima da resistência ao cisalhamento obtida pela Equação 8, igual a 2,3 MPa, apontando-se para a hipótese de ruptura por cisalhamento como a mais provável, de acordo com a modelagem via MEF.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No modelo computacional, foi possível observar a propagação das tensões, os seus valores e os deslocamentos após a deformação do elemento. Além disso, os



resultados da simulação computacional representaram adequadamente o comportamento real do consolo de concreto armado, permitindo prever até mesmo o modo de ruptura (cisalhamento) que ocorreu no espécime testado, através da vasta gama de resultados apresentados após a modelagem.

No tocante às recomendações normativas, foi possível constatar a imprecisão dos resultados quanto ao consolo ensaiado, haja vista as normas não consideram a armadura de costura para o cálculo das resistências.

Concluiu-se, portanto, que o dimensionamento do consolo de concreto armado através dos critérios normativos não garantiu o desempenho satisfatório do espécime, uma vez que o dimensionamento não garantiu a segurança da estrutura.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9062**: projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6118**: projeto de estruturas de concreto: procedimentos. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.
- CHAGAS, L. G. M. *et al.* Avaliação de consolos de concreto moldados em duas etapas com utilização de protensão não aderente. **REEC**. v. 15, n.1, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.5216/reec.v15i1.48809>. Acesso em: 19 de nov. 2023.
- FATTUHI, N. I. Strength of FRC corbels in flexure. **Journal of Structural Engineering**, v. 120, n. 2, 1995. Disponível em: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9445\(1994\)120:2\(360\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9445(1994)120:2(360)). Acessado em: 19 de nov. 2023.
- FERNANDES, R. M., EL DEBS, M. K. Análise da capacidade resistente de consolos de concreto armado considerando a contribuição da armadura de costura. **Cadernos de Engenharia de Estruturas**, v. 7, n. 25, 2005.
- PFEIFER, W. K. **Projeto de consolo de concreto armado de alta resistência com uso do método das bielas e tirantes**. 2017. 69 f. Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/169847/001051021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 19 nov. 2023.



AS TIC'S NO AMBIENTE ESCOLAR: USO DA FERRAMENTA DE AUTORIA SAITEBOOKER COMO AUXILIADOR NA CONSTRUÇÃO DE CONTEÚDO EDUCACIONAL

Elton Antonio Lopes e Silva ¹

Gerlandia da Silva de Moraes ²

José Ayrton Tavares de Carvalho Junior ³

Bruno Roberto Silva de Moraes ⁴

RESUMO

O uso da informática na educação vem se ampliando com o decorrer dos anos, especialmente com a inserção das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) nos processos de ensino e aprendizagem. Este artigo aborda o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC's), no processo de criação de conteúdos didáticos na rede de educação básica, especificamente ferramentas de produção e publicação de conteúdos eletrônicos como o SAITEBooker. O objetivo é investigar o papel da ferramenta de autoria SAITEBooker como auxiliador na construção de material educacional, bem como analisar o nível de conhecimento dos professores quanto ao uso das ferramentas de autoria. A pesquisa caracterizou-se como uma pesquisa de campo, com aplicação de um questionário online através da ferramenta Google Forms, a 21 professores do Ensino Básico (Educação Infantil, Ensino Fundamental I, Ensino Fundamental II, Ensino Médio), onde estavam geograficamente distribuídos nos municípios de Coroatá, Codó, Timbiras e São Luís. Os resultados são apresentados com base nos dados obtidos, constatando-se a importância da utilização da ferramenta SAITEBooker para a construção dos objetos de aprendizado, e estes podem auxiliar processo de ensino dos alunos.

Palavras chaves: TIC's, SAITEBooker, Educação, ferramentas de autoria.

INTRODUÇÃO

O uso da informática na educação vem se ampliando com o decorrer dos anos, especialmente com a inserção das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) nos processos de ensino e aprendizagem, que veio a ser contemplada pela Lei nº 14. 180, de 1º de julho de 2021, tendo por objetivo apoiar a universalização do acesso à *internet* em alta velocidade e fomentar o uso pedagógico

¹ Graduando do Curso de Licenciatura em Computação e Informática da Universidade Federal do Maranhão – UFMA, elton.lopes@discente.ufma.br

² Graduado pelo Curso de Licenciatura em Computação e Informática da Universidade Federal do Maranhão – UFMA, gerlandia.moraes@discente.ufma.br

³ Graduando do Curso de Licenciatura em Computação e Informática da Universidade Federal do Maranhão – UFMA, jose.ayrton@discente.ufma.br

⁴ Mestrado pelo Programa em Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal do Maranhão – UFMA, brs.moraes@ufma.br



de tecnologias digitais na educação básica (Brasil, 2021). Sendo que o uso dessas ferramentas deve ser acompanhado por uma metodologia adequada as necessidades dos alunos. Segundo Lorenzato (1991, p. 31), “*Os recursos interferem fortemente no processo de ensino e aprendizagem*”, sendo imprescindível que o docente conheça as possibilidades metodológicas que as tecnologias trazem, possibilitando que os conteúdos sejam administrados de forma criativa e dinâmica. Sendo assim, a formação e o envolvimento de diretores e professores no uso dessas ferramentas tornam-se fundamentais.

A união entre informática e educação, possibilitou o surgimento de *software* e jogos educativos, com a finalidade auxiliar no processo de ensino e aprendizagem. Dentre estes, destaca-se os *softwares* de autoria que tem por característica principal dar liberdade e autonomia aos seus usuários. Os *softwares* de autoria são equipados com diversos recursos multimídias, ou seja, integrados com áudio, vídeo, imagens estáticas, textos e interação, permitindo que o usuário crie sua própria multimídia. Pois como afirma Valente (1998), no desenvolvimento da multimídia o aluno tem que selecionar as informações, seja obtida da literatura ou de outro *software*, podendo incluir animações na sua criação, dessa forma, o processo de segregação de conteúdo é um meio de aprendizado.

As ferramentas de autoria podem possibilitar a criação de objetos de aprendizagem que pode ser utilizada pelos professores em sua prática docente, auxiliando assim o processo de ensino e aprendizagem dos alunos. O principal objetivo deste trabalho é verificar como as ferramentas de autoria podem auxiliar o professor em sua prática docente. Diante dessa problemática foi realizada uma pesquisa com professores de quatro municípios do Estado do Maranhão, as etapas estão descritas na metodologia do presente trabalho.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Na construção de objetos de aprendizagem podemos utilizar as ferramentas de autoria, para Maia (2002) as ferramentas de autoria são definidas como “recursos amigáveis para que leigos ou não programadores, possam desenvolver com rapidez, amigabilidade e onde quer que estejam, independente de tempo, lugar ou situação física, um determinado conteúdo ou programa”.



Conforme Falkembach, Geller e Silveira (2006), as ferramentas de autoria oferecem um ambiente integrado para a combinação do conteúdo e das funções do *software* desenvolvido. Essas ferramentas fornecem a estrutura necessária para a organização e edição dos elementos de um *software* multimídia, incluindo gráficos, desenhos, animações, sons e vídeos.

Nesse contexto temos os *e-books*, que podem ser definidos, segundo Barros (2016), como um livro eletrônico, que pode ser lido digitalmente em uma tela de computador, *tablet*, *e-reader*, *smartphone*, ou seja, os *e-books* são consumidos em tela, através de uma GUI (Interface Gráfica do Usuário). Eles podem integrar, além de imagens e gráficos, recursos interativos exclusivos de ambientes dinâmicos e virtuais, como por exemplo, marcadores que permitem pular direto para simulação interativa (Barros, 2016). Dessa forma eles se tornam mais complexos em seu conteúdo e seu desenvolvimento, e vem se tornando uma evolução da literatura em que o leitor interage com o conteúdo de forma mais ativa (Nelson, 2008).

Com o crescimento das produções de *e-books* para fins acadêmicos e de ensino veio a necessidade de ferramentas para auxiliar a produção desses recursos educacionais. O SAITEBooker é uma ferramenta de autoria gratuita, disponível *online*, para criação de *e-books* responsivos, compatíveis com os sistemas operacionais iOS e Android. Nele o usuário tem a possibilidade de criar e desenvolver livros digitais de forma intuitiva, rápida e sem a necessidade de conhecimentos avançados em informática, sendo possível observar o resultado imediato da ação e a evolução de todo processo autoral (GRUPO SAITE, 2022).

METODOLOGIA

No presente trabalho aplicou-se questionário *online* através da ferramenta *Google Forms*, a 21 professores do Ensino Básico (Educação Infantil, Ensino Fundamental I, Ensino Fundamental II, Ensino Médio), os respondentes pertenciam a rede pública ou particular, onde estavam geograficamente distribuídos nos municípios de Coroatá, Codó, Timbiras e São Luís, todos pertencentes ao estado do Maranhão. O questionário possuía 13 questões, sendo estas divididas em questões de múltipla escolha e questões subjetivas. Além do questionário, foi enviado um vídeo-tutorial apresentando a ferramenta de autoria SAITEBooker, sendo está a ferramenta de

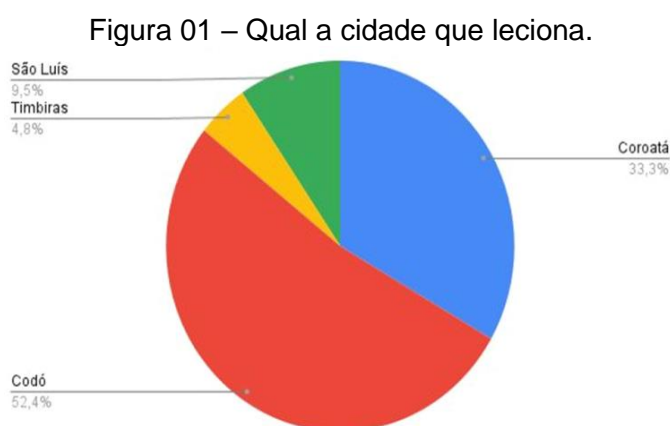


autoria utilizada no estudo do presente trabalho, onde foi demonstrado sua usabilidade na criação de conteúdos didáticos, de forma clara e sucinta.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção será apresentado as análises e discussões dos resultados obtidos após a aplicação do questionário.

A primeira questão era saber em qual cidade o docente leciona (Figura 1).



Fonte: Autores (2023).

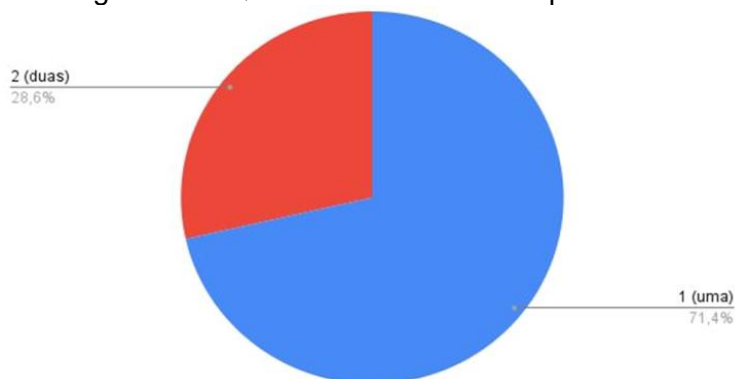
Percebemos que os docentes participantes estão distribuídos em 04 municípios: Codó, Coroatá, São Luís e Timbiras. Todas as cidades pertencentes ao estado do Maranhão. Um ponto interessante a observar, é que como possuímos diferentes municípios podemos obter respostas de diferentes realidades e verificar se as ferramentas de autoria têm uma aceitabilidade mais ampla.

A Figura 2 ilustra quantas escolas os docentes lecionam, onde é percebido que 28,6% lecionam em mais de uma escola. Tendo um paralelo entre o uso do objeto de aprendizagem criado pela ferramenta de autoria, e o impacto no processo educacional em ambas as escolas.

A Figura 03 ilustra a distribuição dos docentes por modalidade de educação: Educação infantil: 14,3%; Ensino Fundamental I: 33,3%; Ensino Fundamental II: 38,1 e Ensino Médio: 14,3%. Um ponto importante a destacar é que a aplicação em todas as modalidades da educação básica tem-se a oportunidade de analisar o seu uso e destacar pontos importantes do uso das tecnologias em cada modalidade.

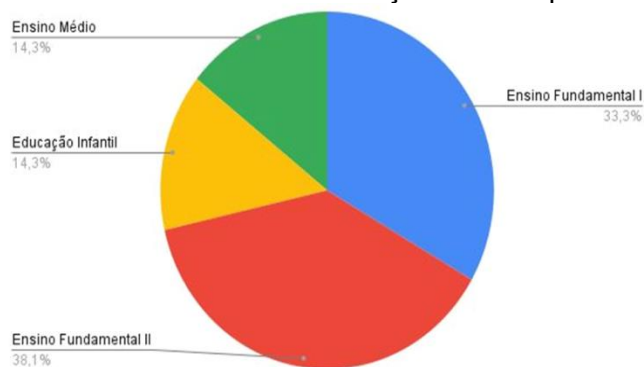


Figura 02 – Quantitativo de escolas que leciona



Fonte: Autores (2023).

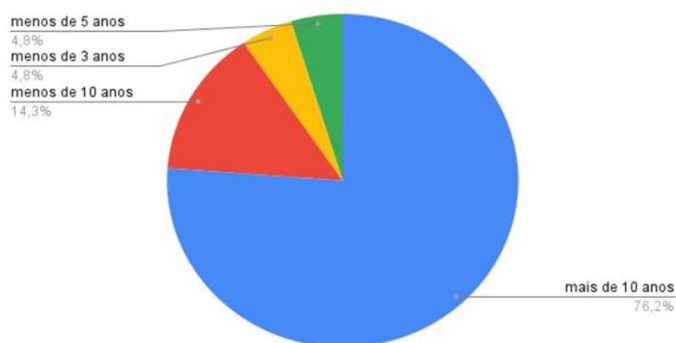
Figura 03 – Modalidade da Educação Básica que trabalha.



Fonte: Autores (2023).

A Figura 04 ilustra, quando questionados há quanto tempo eles lecionam. Distribuindo-se em: mais de 10 anos: 76,2%; menos de 10 anos: 14,3%; menos de 5 anos: 4,8% e menos de 3 anos: 4,8%. Observa-se a maioria dos docentes ensinam a mais de 10 anos.

Figura 04 – Quanto tempo que leciona.



Fonte: Autores (2023).

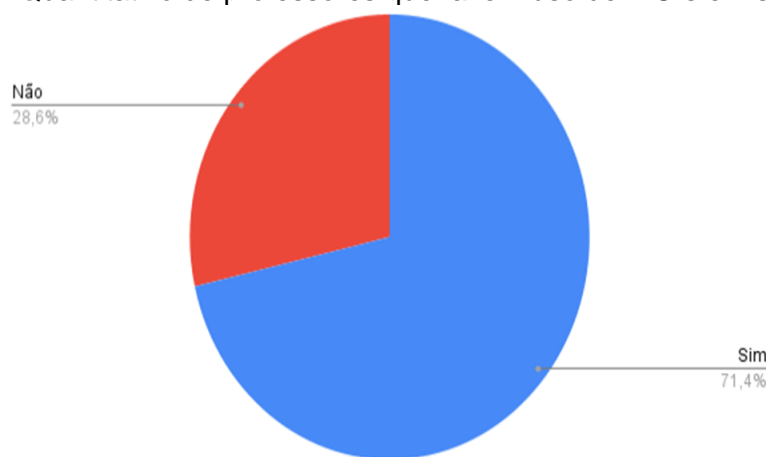


Um ponto importante que a Figura 04 ilustra, é que os anos de atuação docente em sala de aula é diversificado. Propiciando verificar se o uso de tecnologias pode auxiliar professores tanto os docentes que estão iniciando suas carreiras, assim como os que já possuem anos de experiência.

A Figura 05 ilustra o resultado da pergunta, se os professores faziam uso de TIC's em sala de aula. Como resultados 71,4% responderam sim e 28,6% responderam não. Percebemos que a maioria dos professores utilizam as TIC's em sua prática docente.

Podemos notar assim que os professores estão buscando novas formas de melhorar o processo ensino-aprendizagem utilizando novas tecnologias para realizar as aulas e atividades, tanto em casa como no trabalho, o que pode levar a um melhor aprendizado dos alunos.

Figura 05 – Quantitativo de professores que fazem uso de TIC's em sala de aula.

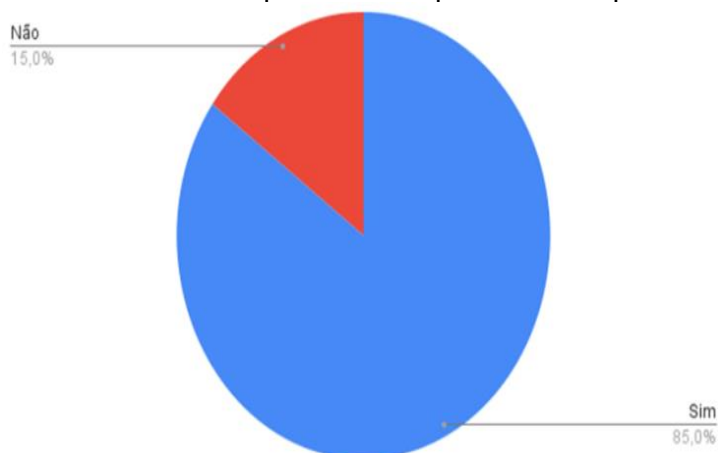


Fonte: Autores (2023).

A Figura 06 ilustra o resultado da pergunta se os professores sabiam o que é um *eBook*. Como resposta tivemos uma grande maioria de 85% de professores que sabem o que é um *eBook*, o que mostra uma aceitabilidade deste recurso por parte dos professores e somente 15% não conhecem o que é um *eBook*. Tendo em vista esses números podemos verificar que a maioria dos professores tem procurado outros tipos de tecnologias para poder ajudar no processo de ensino-aprendizagem. Essas tecnologias podem ser utilizadas como ferramentas colaboradoras para a inclusão e aprendizagem dos educandos.



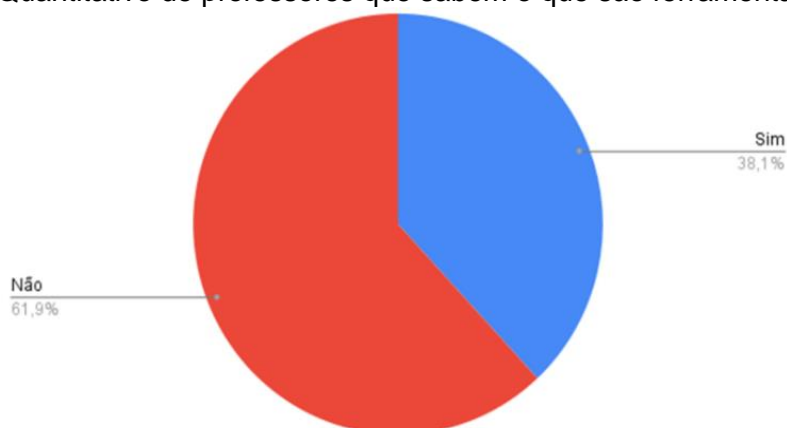
Figura 06 – Quantitativo de professores que sabem o que é um eBook.



Fonte: Autores (2023).

A Figura 07 ilustra o percentual dos professores que conheciam as ferramentas de autoria, onde 61,9% responderam não e 38,1%, sim.

Figura 07 – Quantitativo de professores que sabem o que são ferramentas de autoria.



Fonte: Autores (2023).

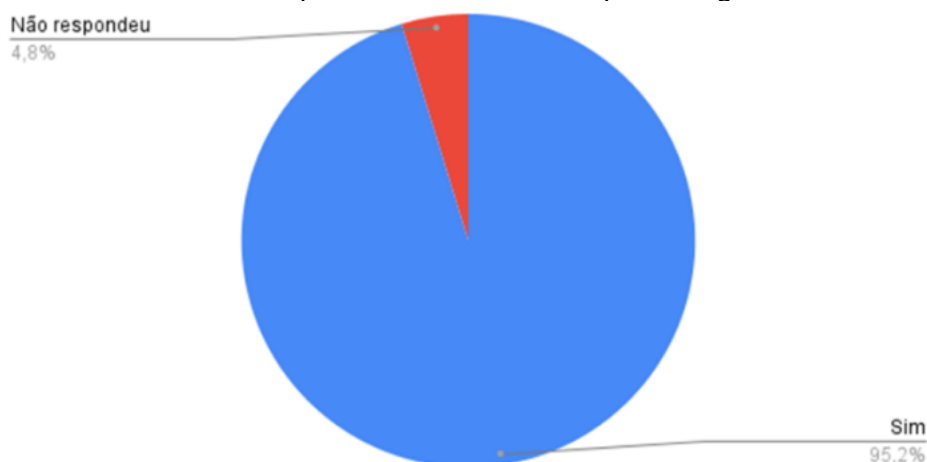
Percebemos que apesar da grande maioria dos professores utilizarem as TIC's em sala de aula, grande parte dos professores desconhecem o que são ferramentas de autoria. Os professores que tiveram como resposta **sim** foram orientados a responder à pergunta 8, nela eles teriam que citar qual outra ferramenta de autoria eles ouviram falar. Tivemos como resposta: Canva (ferramenta criar gráficos de mídia social, apresentações, infográficos, pôsteres e outros conteúdos visuais), Adobe Captivate (usado para criar *screencasts*, apresentações e tutoriais mostrando ações de um programa numa tela de computador) e Powtoo



Ocorre que os professores que responderam **sim**, têm uma consciência tecnológica que faz com que eles procurem ferramentas para melhorar seu processo de ensino aprendizagem e que acreditam nos benefícios que essas tecnologias podem proporcionar na aprendizagem dos educandos eles tem que buscar diariamente melhores maneiras de beneficiar os seus alunos com esses novos recursos tecnológicos.

A Figura 08 ilustra a pergunta 9, onde se pergunta aos professores se eles acreditariam que o uso da ferramenta de autoria para criação de *eBook* auxiliaria no processo de ensino e aprendizagem. Apesar maior percentual dos professores não conhecerem o conceito de ferramenta de autoria, a grande maioria com 95,2% respondeu **sim**, isso significa que eles entendem que o *eBook* é uma ferramenta de autoria e que ele auxiliaria no processo de ensino e aprendizagem.

Figura 08 – Quantitativo de professores que acreditam que o uso da ferramenta de autoria para criação de *eBook* auxilia no processo de ensino e aprendizagem.

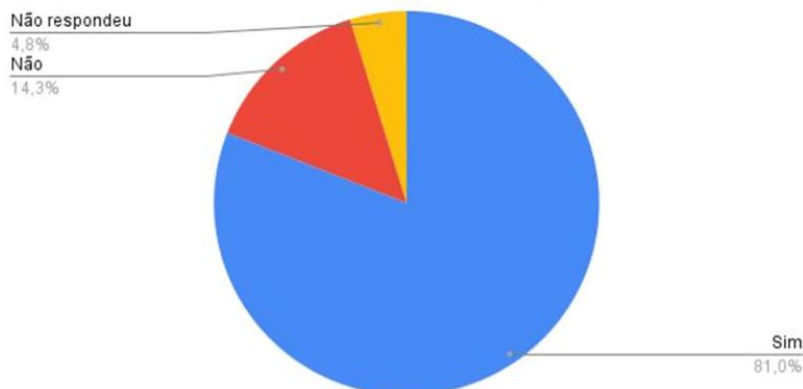


Fonte: Autores (2023).

Na questão 10, fora perguntado ao público-alvo se utilizaria a ferramenta SAITEBooker para realizar a criação de conteúdos educacionais, 81% dos docentes pesquisados responderam que adotariam a ferramenta para a criação de conteúdo, enquanto 14,3% responderam que não utilizam a ferramenta para criar conteúdo para a sua disciplina enquanto 4,8% não responderam à pergunta em questão, conforme ilustrado na Figura 09.



Figura 09 – Quantitativo de professores que adotaram a ferramenta SAITEBooker para criação de conteúdos

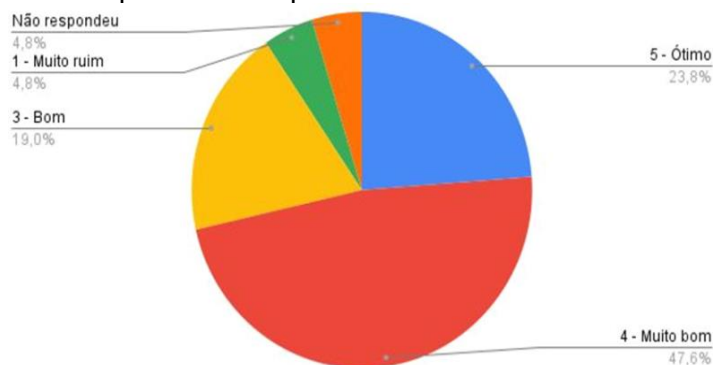


Fonte: Autores (2023).

De acordo com a análise, percebe-se que a ferramenta de autoria teve uma relevante aceitação entre os professores alvo da pesquisa em questão, demonstrando assim, que a ferramenta SAITEBooker tem o potencial de ser muito útil para a criação de conteúdo educacional.

Na questão 11, foi perguntado aos docentes em uma escala de 1 a 5, onde 1 representa Muito Ruim e 5 representa Ótimo a respeito da usabilidade da plataforma SAITEBooker. Os professores avaliaram da seguinte forma: 23,8% consideraram: 5 – ótima a usabilidade; 47,6% classificaram como 4 – Muito Bom; 19% que avaliaram como 3 – Bom; 4,8% como 2 – Ruim; e 4,8% como 1 – Muito Ruim. Conforme ilustrado na Figura 10.

Figura 10 – Quantitativo de professores que avaliaram a usabilidade da ferramenta de autoria



Fonte: Autores (2023).

Tais respostas demonstram que a maioria dos professores entrevistados avaliaram de forma positiva a usabilidade da ferramenta de autoria SAITEBooker,



fazendo assim com que seja mais um incentivo para que eles adotem a ferramenta na elaboração de conteúdo para suas aulas.

Os professores foram questionados na pergunta 12, sobre como o uso da ferramenta de autoria SAITEBooker auxiliaria o professor em sua prática docente e eles responderam como demonstrado no Quadro 1.

Percebe-se que a maioria dos professores alvo da pesquisa avaliaram positivamente a ferramenta como auxílio na prática docente, tendo em vista que a ferramenta visa facilitar a elaboração de conteúdo para as aulas e torná-las mais dinâmicas.

Como relata o docente I: “Pela funcionalidade dele, gerando *e-books*, isso auxiliaria o professor a colocar em um único local suas ideias e torná-lo em *e-book*.” E o docente S: “Vivemos um período de mudança e a pandemia incentivou essa inovação para o professor. E o processo educacional está sendo afetado pelas tecnologias.”.

Na questão 13, os professores pesquisados foram indagados sobre quais os benefícios dessa ferramenta para os alunos e os docentes responderam conforme Quadro 2.

A maioria dos docentes avaliou positivamente os benefícios da ferramenta de autoria. Como afirma o docente E: “Acredito que para os alunos do ensino fundamental e médio traria um suporte maior em relação a acessibilidade aos materiais das aulas”, enquanto o professor I avaliou da seguinte forma: “Não vejo tantas, a não ser a ideia de eles terem a possibilidade de registrar em um espaço a criatividade e transformá-lo em um ebook. Porém, com outras ferramentas como o Canvas, não acho que ele seja tão atrativo e de fácil manuseio, como o Canvas”.

Também é notado que a maioria dos professores pesquisados que leciona a mais de dez anos não só avalia positivamente a ferramenta de autoria SAITEBooker, mas que também adotaria a mesma em suas aulas e que também já utiliza outros tipos de ferramentas para a elaboração de conteúdo educacional. Também há alguns docentes que ainda não adotaram o uso de ferramentas para auxílio no ensino-aprendizagem e isso pode dar-se ao nível de compreensão deles acerca das ferramentas digitais e se estes tiveram a preparação necessária para utilizar tais plataformas.



Quadro 1 – Quadro de professores que avaliaram o uso da ferramenta SAITEBooker na prática docente.

Professores	Respostas
A	Sim, na criação de recursos e metodologias mais atrativas, planejamento e relatórios.
B	Deixando a aula mais dinâmica.
C	Ele traz diversas possibilidades para educação de forma geral, facilitando o aprendizado.
D	Facilitando a explanação do conteúdo.
E	Facilitaria o processo de organização do professor.
F	Ajudam no desenvolvimento dos recursos educacionais, podemos criar diversas ferramentas para trazer a atenção dos alunos, como podcasts, sites, livros digitais.
G	Não sei
H	Não respondeu
I	Pela funcionalidade dele, gerando <i>e-books</i> , isso auxiliaria o professor a colocar em um único local suas ideias e torná-lo em <i>e-book</i> .
J	Sim.
K	Sim.
L	Não respondeu
M	Nas atividades para aprimoramento dos objetos de conhecimento.
N	Melhorando a sua prática didática-pedagógica e facilitando sua interação com a internet.
O	É um recurso muito interessante.
P	Com certeza, as novas ferramentas dar um suporte muito grande à educação.
Q	Na organização do material particular.
R	Sim.
S	Vivemos um período de mudança e a pandemia incentivou essa inovação para o professor. E o processo educacional está sendo afetado pelas tecnologias.
T	Sim, daria mais praticidade.
U	Ajuda auxiliando na prática pedagógica e nas atividades extraclases.

Fonte: Autores (2023).



Quadro 2 – Referente aos benefícios da ferramenta SAITEBooker

Professores	Respostas
A	Auxilia no desenvolvimento da aprendizagem.
B	Desenvolvimento da criatividade. Possibilidade de exercitar na prática conteúdos aprendidos em sala.
C	Aprendizado, interesse.
D	Melhor desempenho da sala.
E	Acredito que para os alunos do ensino fundamental e médio traria um suporte maior em relação a acessibilidade aos materiais das aulas.
F	Possibilita que seus usuários se tornem autores de seus próprios conteúdos digitais.
G	Maior facilidade na aprendizagem
H	Não respondeu
I	Não vejo tantas, a não ser a ideia de eles terem a possibilidade de registrar em um espaço a criatividade e transformá-lo em um ebook. Porém, com outras ferramentas como o Canvas, não acho que ele seja tão atrativo e de fácil manuseio, como o Canvas.
J	Uso da tecnologia em sala de aula.
K	O mundo digital está presente no cotidiano deles, o seu uso traria mais interesse para ela.
L	Não respondeu
M	O treino mental para assimilação de conteúdo.
N	Melhorias nas atividades que requeiram internet.
O	Agilidade.
P	Melhoria no ensino aprendizagem.
Q	Auxiliaria e facilitaria suas pesquisas.
R	Mais conhecimento.
S	Uma aprendizagem estimulante e interativa.
T	Ajudaria no processo de ensino, dando praticidade e ajudando no processo de ensino, tornando o aluno mais produtivo.
U	Proporciona uma melhor aprendizagem no sentido da leitura, escrita e pesquisas.

Fonte: Autores (2023).



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante o exposto, verifica-se a elucidação do problema abordado nesta pesquisa que teve por objetivo investigar o papel da ferramenta de autoria SAITEBooker como auxiliador na construção de conteúdo educacional, bem como questionar uma amostra de professores para saber se estes têm conhecimento das ferramentas de autoria e quais os seus objetivos para a construção de conteúdo educacional.

Vale ressaltar que a metodologia utilizada nesta pesquisa possibilitou a obtenção de informações de professores de quatro cidades do estado do Maranhão, fazendo assim com que os resultados deste estudo tivessem uma maior diversificação ao invés de ter seu foco em apenas um único público.

Com base nos dados obtidos na amostra constatou-se que a ferramenta de autoria SAITEBooker, pode ser utilizada para a construção de objetos de aprendizado, e estes podem auxiliar o processo de ensino dos alunos. Além disso a ferramenta teve uma aceitabilidade, demonstrando que os professores questionados estão dispostos a tornar as tecnologias cada vez mais presentes em sua prática docente.

Podemos concluir que as ferramentas de autoria dentro do recorte dos professores analisados auxiliam no processo de aprendizagem. Para sua melhor implantação na prática docente é necessário a oferta de cursos para capacitação para os professores a respeito do uso de TIC's, bem como de ferramentas que podem ser utilizadas para o aprendizado em sala de aula, objetivando tornar o ensino mais dinâmico e melhorar o aprendizado dos alunos

REFERÊNCIAS

BARROS, D. L. **Criação de e-book como ferramenta de apoio à aprendizagem no ensino superior: uma análise dos elementos gráficos do design**. 2016. Dissertação (Mestrado em Design) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2016. Disponível em: <https://tedebc.ufma.br/jspui/bitstream/tede/646/1/Dissertacao-DavidsonLimaBarros.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2023.

BRASIL. **LEI Nº 14.180, DE 1º DE JULHO DE 2021**. Institui a Política de Inovação Educação Conectada. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/L14180.htm. Acessado em: 20/06/2023.

FALKEMBACH, G. A. M.; GELLER, M.; SILVEIRA, S. R. Desenvolvimento de jogos educativos digitais utilizando a ferramenta de autoria multimídia: um estudo de caso



com o *ToolBook Instructor*. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 4, n. 1, 2006. DOI: 10.22456/1679-1916.13874. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/13874>. Acesso em: 20 nov. 2023.

GRUPO SAITE. **SAITEBooker**. Disponível em: <https://SAITEBooker.com.br/>. 2022.

LORENZATO, S. Por que não ensinar geometria? **Educação Matemática em Revista**. Sociedade brasileira em Educação Matemática, Blumenau, Ano III, 1º semestre, 1995. Disponível em: https://professoresdematematica.com.br/wa_files/0_20POR_20QUE_20NAO_20ENSINAR_20GEOMETRIA.pdf. Acesso em: 22 nov. 2023.

MAIA, C. **Ferramentas aliadas**. Revista Aprender. Edição Set./Out. 2002.

NELSON, M. R. E-books in higher education: nearing the end of the era of hype? **EDUCAUSE Review**, v. 43, n. 2, pp. 40-56. 2008.

VALENTE, José Armando. A análise dos diferentes tipos de software usados na educação. *In*: Secretaria de Educação a Distância. **Salto para o futuro: TV e Informática na Educação/ Secretaria de Educação a Distância**. Brasília: Ministério da Educação e do Desporto, SEED, 1998. Disponível em: http://www.nuted.ufrgs.br/edu3375_2009_2/links/semana_3/analise_soft.pdf. Acesso em: 20 nov. 2023.



ANÁLISE DE COMO O DOMÍNIO DAS TECNOLOGIAS IMPACTA NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM DE ALUNOS DE CURSOS DE GRADUAÇÃO NA MODALIDADE A DISTÂNCIA NA CIDADE DE CODÓ – MA

Denise Guimarães de Sousa ¹
Fábio Júnior Assunção Moraes ²
José dos Ramos Nunes Costa ³
Dayna Mara Sanches Santos ⁴
Bruno Roberto Silva Moraes ⁵

RESUMO

O uso das tecnologias e o seu avanço têm contribuído substancialmente para o crescimento da Educação a Distância (EaD) no cenário educacional brasileiro. Diante dessa realidade, a problemática deste trabalho consiste em saber como a falta de domínio das tecnologias implica negativamente na obtenção da aprendizagem dos alunos de graduação na modalidade a distância. Tendo como objetivo analisar como o domínio das tecnologias impactam o processo de aprendizagem de alunos de cursos EaD na cidade de Codó – MA. Este estudo envolveu a pesquisa de campo, por meio de entrevista semiestruturada, com alunos de cursos superiores na modalidade a distância, no município de Codó – MA. Os dados da pesquisa constataram que para um aluno estudar na modalidade EaD requer domínio básico de informática para acessar o ambiente virtual, uma vez que a falta de domínio das tecnologias afeta a aprendizagem das disciplinas, implicando em notas baixas, reprovação ou até mesmo desistência do curso.

Palavras-chave: ambiente virtual; educação a distância; informática.

¹Graduando do Curso de Computação e Informática da Universidade Federal do Maranhão-UFMA, denise.guimaraes@discente.ufma.br;

² Graduado pelo Curso de Computação e Informática da Universidade Federal do Maranhão- UFMA, fabio.assuncao@discente.ufma.br;

³ Graduando do Curso de Computação e Informática da Universidade Estadual do Maranhão - UFMA, jose.rnc@discente.ufma.br;

⁴ Mestra pelo Programa de Pós-Graduação em Educação do Campo da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB; daynasanches@outlook.com;

⁵ Mestre pelo Programa em Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal do Maranhão - UFMA, brs.moraes@ufma.br.



INTRODUÇÃO

A Educação a Distância (EaD) é uma modalidade educacional desenvolvida com o objetivo de proporcionar uma formação superior aos estudantes nas diversas áreas do conhecimento. Trata-se de uma pedagogia cuja característica virtual provocou impactos na educação na forma de interação entre professor e estudante. Na EaD o processo de ensino-aprendizagem é mediatizado por tecnologias adequadas, tais como: computador, *Internet*, vídeo, aplicativos, apostilas, entre outras. Nesse processo metodológico os professores e alunos estão separados espacialmente e há a figura do tutor, que presta apoio ao aluno. A *Internet*, utilizada como uma ferramenta de mediação pedagógica, permitiu o desenvolvimento de Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA), favorecendo a aplicação de cursos de graduação e pós-graduação *online* (Jansen; Costa, 2017).

A Educação a Distância enfrenta grandes questionamentos no que diz respeito à sua credibilidade e eficiência, já que suas abordagens didáticas de educação *online* trouxeram, para dentro do contexto da metodologia de ensino-aprendizagem, uma nova interatividade entre professor e aluno, no âmbito da graduação. Na visão de Barroso (2006), apesar de a tecnologia ser fundamental na modalidade a distância, o sucesso da aprendizagem deve focalizar nas necessidades instrucionais dos alunos, mas para que haja esse êxito de aprendizagem é preciso que haja a familiaridade com os métodos da EaD. Conforme Salazar e Sousa (2017, p.10), muitos alunos que ingressam em um curso a distância não estão familiarizados às tecnologias ou possuem pouco conhecimento de Informática, “com isso nota-se um *déficit* de aprendizagem do educando ocasionado até mesmo a sua reprovação ou desistência”. As tecnologias dentro da Educação a Distância dizem respeito aos Ambientes Virtuais de Aprendizagem, videoaulas, áudio e videoconferência, *chats*, fóruns e biblioteca virtual, dentre outros; os quais permitem aos alunos e professores estabelecerem uma comunicação e interação, através do uso dos equipamentos da Informática como o computador, *notebook*, *tablet*, celular (Bezerra; Carvalho, 2011). Logo, dominar as tecnologias se refere à habilidade com que um aluno que estuda na modalidade EaD possui em acessar o Ambiente Virtual, participar das aulas *online*, postar ou responder às atividades, realizar as avaliações, baixar material digital, fazer buscas em outros meios digitais sem encontrar dificuldade, sem ajuda de terceiros,



dentro de um tempo hábil tendo como resultado a compreensão do conteúdo da disciplina.

Diante dessa realidade do cenário acadêmico brasileiro, a motivação para o desenvolvimento deste trabalho surgiu a partir do seguinte questionamento: de que modo a falta do domínio das tecnologias implica negativamente na obtenção da aprendizagem dos alunos da modalidade do ensino a distância? Justifica-se o estudo desse trabalho, pois a educação e a tecnologia, atualmente, caminham juntas, uma vez que exigem o preparo tanto do professor quanto do aluno no domínio da tecnologia. A educação a distância aliada ao uso das tecnologias de comunicação oferece desafios e oportunidades, podendo o ambiente digital torna-se um empecilho no processo de aprendizagem do aluno que não tem muita habilidade nas tecnologias. O objetivo geral é analisar como o domínio das tecnologias impactam o processo de aprendizagem de alunos dos cursos de graduação na modalidade a distância na cidade de Codó – MA. Como específicos: Elaborar e aplicar questionário que avalie as implicações negativas sobre a falta de conhecimento em informática na formação acadêmica da educação a distância na cidade de Codó – MA; Avaliar as implicações negativas da falta de conhecimento em informática na formação acadêmica da educação a distância, na cidade de Codó – MA; Identificar as ferramentas tecnológicas que auxiliam na aprendizagem e nos estudos; Compreender o uso das tecnologias como apoio ao processo ensino-aprendizagem da educação a distância.

METODOLOGIA

Para analisar como o domínio das tecnologias favorece o processo de aprendizagem dos alunos de cursos de graduação na modalidade a distância, foi realizado uma pesquisa de campo junto a estudantes de cursos superiores na modalidade EaD no município de Codó – MA. Na visão de Piana (2009), a pesquisa de campo é o tipo de pesquisa que pretende buscar a informação diretamente com a população pesquisada, para reunir informações a serem documentadas. A coleta de dados para o desenvolvimento deste trabalho foi uma entrevista com 20 perguntas semiestruturadas. Os participantes da pesquisa foram graduandos dos cursos de Administração, Administração Pública, Pedagogia, Geografia, Letras, Computação, Física, Serviço Social, Música, Teologia, Segurança Pública, Análise e



Desenvolvimento de Sistemas. A amostra obtida após a entrevista foi composta por 56 alunos matriculados em cursos superiores das áreas de humanas, exatas e tecnológicas oferecidos totalmente na modalidade a distância por instituições de ensino pública e particular localizadas no município de Codó no estado do Maranhão. A pesquisa foi realizada em dois momentos: no período de 25 de julho a 5 de agosto de 2022 com 18 acadêmicos e de 17 de janeiro a 27 de janeiro de 2023 com 38 acadêmicos. O formulário da primeira etapa foi enviado por e-mail aos alunos, enquanto a segunda etapa foi enviada por *link* nos grupos de *WhatsApp* das turmas dos cursos EaD. Ambas as etapas de coleta de dados foram realizadas de forma *online*, com os participantes previamente avisados da pesquisa. Este estudo também envolveu o levantamento bibliográfico que perpassou toda a elaboração deste trabalho, cujo objetivo era a explicação da realidade a ser estudada. Na pesquisa bibliográfica usou-se de artigos científicos cuja temática estava relacionada à educação na modalidade a distância, estratégias de aprendizagem de alunos EaD, perfil de alunos EaD, tecnologias da informação e comunicação na educação a distância.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta pesquisa as primeiras seis perguntas referem-se aos dados sociodemográficos dos participantes, que tem como foco traçar o perfil dos alunos para uma melhor análise dos resultados para alcançar o objetivo geral deste trabalho.

O Gráfico 1 ilustra os dados referentes à pesquisa desse estudo mostram que em relação ao gênero há predomínio dos homens (53%) em relação às mulheres (47%) em cursos EaD. Talvez isso não reflita o número dos matriculados nos cursos, mas de alunos cursando os períodos finais que participaram da pesquisa.

O Gráfico 2 ilustra os cursos ofertados na modalidade EaD na cidade de Codó pelas instituições públicas e privadas são, em âmbito geral, cursos de licenciatura. O resultado mostra que dos alunos entrevistados a maioria são graduandos do curso de licenciatura em Geografia (27%), Letras-Português (20%), Música (20%) e Pedagogia (15%). Os outros 18% correspondem aos cursos de bacharelados em Administração, Administração Pública, Serviço Social, licenciaturas em Computação, Física, Teologia



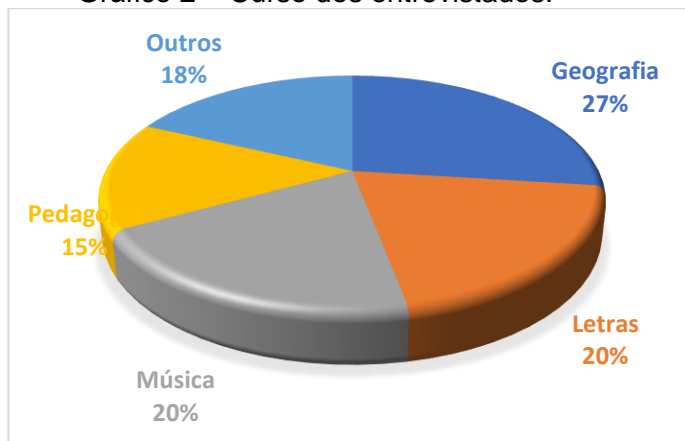
e os cursos tecnológicos em Segurança Pública e Análise e Desenvolvimento de Sistemas.

Gráfico 1 – Gênero do entrevistado.



Fonte: Autores (2023).

Gráfico 2 – Curso dos entrevistados.



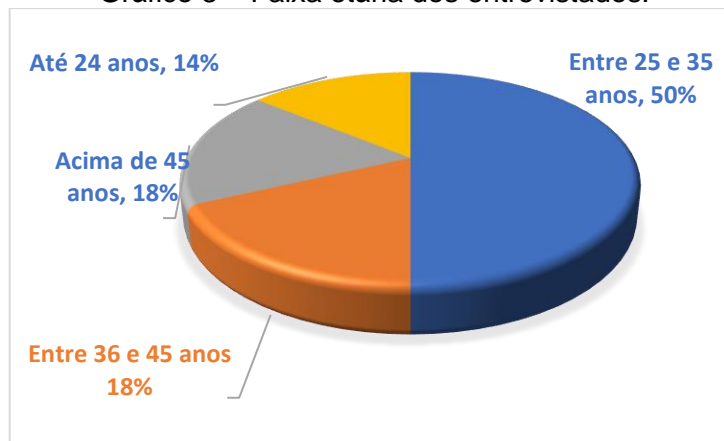
Fonte: Autores (2023).

O Gráfico 3 apresenta a faixa etária dos entrevistados, observa-se que 50% deles possuem idade entre 25 e 35 anos. É uma tendência confirmada pelo Censo EAD.BR (2020), onde constata que em 2019-2020, 39,3% dos alunos matriculados em cursos na modalidade a distância no Brasil tinham idade entre 26 e 30 anos. O percentual de 18%, equivalente aos alunos com idade acima de 45 anos, demonstra a possibilidade de crescimento da educação a distância entre pessoas de idades mais avançadas, as quais podem ter como motivo o ingresso em um curso superior EaD a mudança de carreira ou simplesmente por interesses pessoais. Já o baixo percentual (14%) de acadêmicos com a idade de até 24 anos, pode ter como explicação que pessoas dessa idade têm preferência por cursos na modalidade presencial, uma vez



que são jovens egressos do ensino médio presencial e, por vezes, ainda escolhem cursos bacharelados, muitos não ofertados a distância.

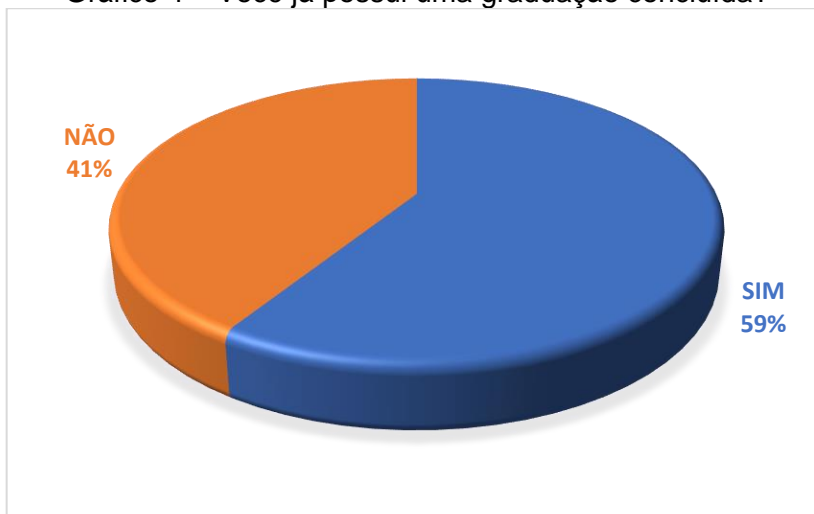
Gráfico 3 – Faixa etária dos entrevistados.



Fonte: Autores (2023).

O Gráfico 4 apresenta o perfil dos alunos participantes da entrevista, comprovou-se que 59% dos entrevistados são pessoas com graduação concluída. Fazendo uma correlação com o Gráfico 3, verifica-se que as pessoas acima de 30 anos, normalmente apresentam um curso superior completo em sua formação acadêmica. Essas pessoas são mais experientes, no que se refere a rotina de ensino-aprendizagem em universidades/faculdades e mais motivadas a estudar, participar das atividades, a fim de obter domínio sobre os conteúdos estudados.

Gráfico 4 – Você já possui uma graduação concluída?



Fonte: Autores (2023).



Os entrevistados que responderam positivamente já possuírem uma graduação, no Gráfico 5 foi perguntado em qual modalidade haviam cursado. Onde 21% são experientes na modalidade a distância, enquanto 79% fizeram seus cursos na modalidade presencial. Conseqüentemente, podemos analisar o crescimento dos cursos EaD. Nos anos anteriores a modalidade presencial era a realidade majoritária das ofertas de curso superior, e com o passar dos anos a modalidade a distância passou a ser uma realidade prática e acessível do ensino superior, preferencialmente, para aqueles que desejavam uma segunda graduação.

Gráfico 5 – Modalidade da primeira graduação



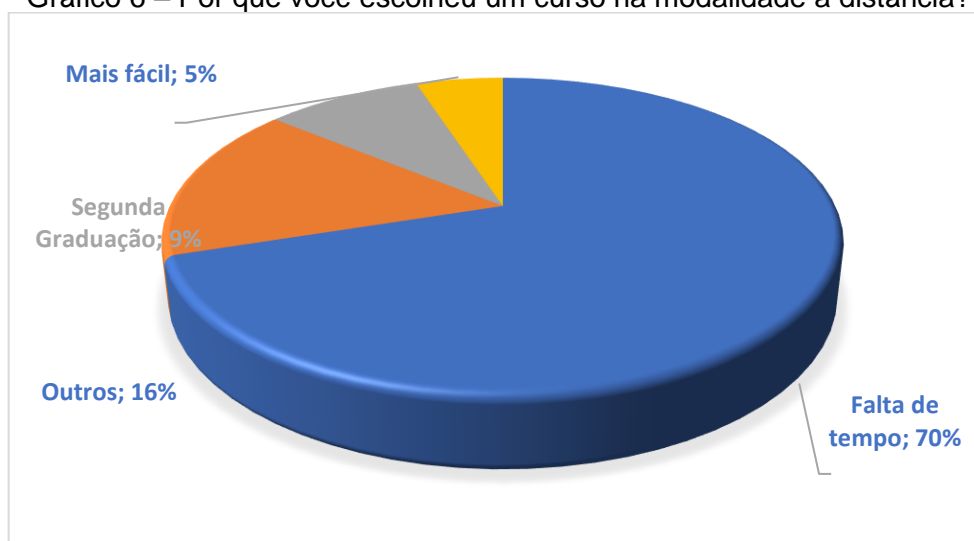
Fonte: Autores (2023).

Questionados sobre o motivo de escolher um curso na modalidade a distância, 70% tiveram como justificativa a falta de tempo em frequentar diariamente um curso presencial, conforme Gráfico 6. A gestão do tempo é um dos principais pontos de quem estuda EaD, pois o aluno “virtual” é aquele que tem uma carga horária de trabalho de 8h por dia durante a semana, mas também é “estudante à noite” ou aos fins de semana. Tempo neste sentido é caracterizado pelo aluno que organiza e estrutura a sua própria rotina de aprendizagem. Ele decide como distribuirá sua carga horária de estudos, com base na carga horária da disciplina ou do curso. Outros motivos (16%) pelos quais se escolheram um curso EaD foram: por ser mais flexível em termos de horário e locomoção, inviabilidade de fazer um curso presencial, tendo como fatores a questão financeira, indisponibilidade de curso presencial desejado, oportunidade de ingressar em uma universidade, ainda que fosse a distância. Fazer um curso na modalidade *online* foi a preferência de quem optou por ter uma segunda



graduação (9%), enquanto alguns (5%) fizeram essa escolha por acharem que um curso EaD é bem mais fácil que um curso presencial, no que se refere às atividades e avaliações. Outras perguntas foram direcionadas para a análise da percepção do aluno, sua compreensão e seu desempenho acadêmico quanto ao curso EaD. Fez se necessário para que fosse possível avaliar alguns aspectos frequentemente associados à aprendizagem de alunos na educação *online*.

Gráfico 6 – Por que você escolheu um curso na modalidade a distância?



Fonte: Autores (2023).

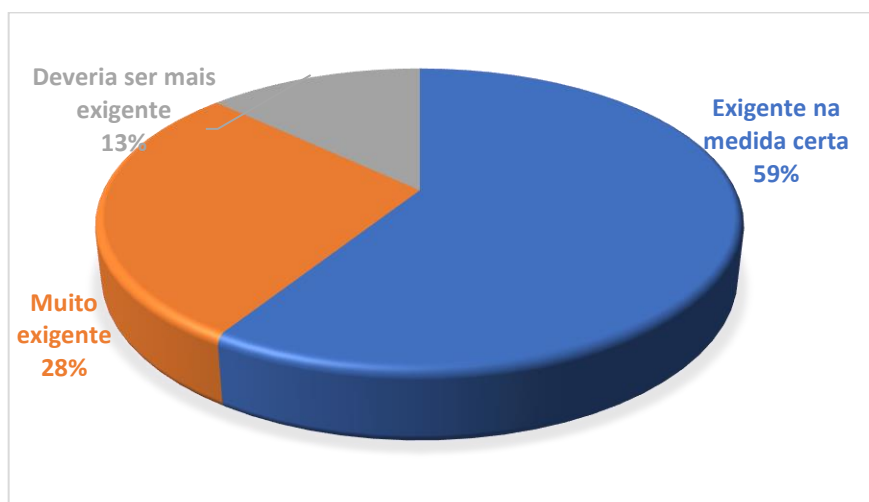
O Gráfico 7 apresenta a visão dos participantes sobre o nível de exigência do curso a distância, 59% acreditam que o curso na modalidade EaD exige do aluno na medida certa. Esta exigência pode estar relacionada com uma aprendizagem independente e autônoma do EaD, já que o estudante se organiza e busca o conhecimento em locais e horários definidos por ele próprio. Para 28% o EaD é muito exigente, enquanto 13% consideram que o curso *online* deveria exigir um pouco mais do aluno. Percebe-se que o nível de aproveitamento de um curso de graduação *online* depende majoritariamente da postura do aluno, pois este deverá assumir o controle sobre seu tempo de estudos, criar uma rotina de horários e cumprir suas atividades acadêmicas.

O Gráfico 8 apresenta o percentual referente ao questionamento sobre a desistência do curso, 77% dos entrevistados nunca pensaram em evadir o curso. Em contrapartida, 23% já pensaram em trancar ou cancelar sua matrícula no curso. Estes



pontuaram como motivo de desistência a possibilidade de não conseguir aprender nesta modalidade, por não ser fácil estudar no EaD ou querer focar no estudo para concursos. Dentro da parcela daqueles que pensaram na desistência do curso, 15% revelaram ter como principal motivo o fato de não terem domínio das tecnologias. Para que um aluno não seja um desistente ou para diminuir o número de evasão dos cursos EaD, no ato da matrícula o aluno precisa estar ciente do funcionamento de um curso na modalidade a distância, ser informado sobre as exigências técnicas e acadêmicas adequadas para uma boa aprendizagem.

Gráfico 7- Como você avalia o nível de exigência dos cursos à distância?



Fonte: Autores (2023).

Gráfico 8 - Você já pensou em desistir do curso?



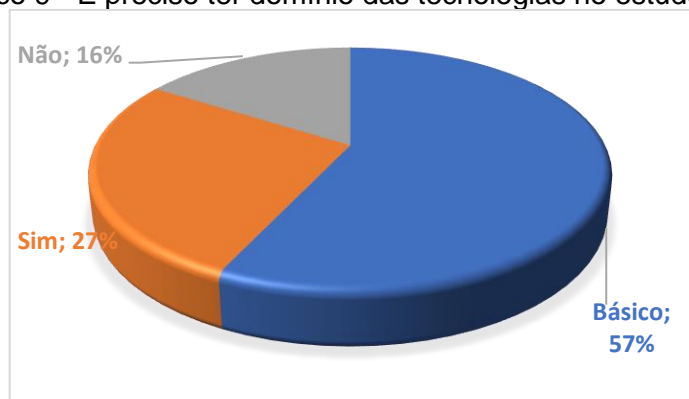
Fonte: Autores (2023).



A limitação da EaD é a dependência tecnológica e a desigualdade de conhecimentos e habilidades entre os alunos. Para ingressar em uma universidade da modalidade a distância não é necessário o aluno possuir conhecimentos técnicos da área de informática, no entanto, exige-se o manuseio das *interfaces* de comunicação, habilidades em acessar a *Internet* e um ambiente virtual, seguir comandos básicos.

Nesta pesquisa perguntou-se a eles, se acreditam que para estudar no EaD uma pessoa precisa ter domínio de Informática e das tecnologias, 57% responderam que ainda que seja um conhecimento básico, é sim necessário para estudar e ter sucesso no curso. Já 27% deles acreditam que sim, ter domínio é importante no estudo a distância, sendo que 16% não veem como necessário o domínio das tecnologias para fazer um curso EaD, conforme Gráfico 9.

Gráfico 9 - É preciso ter domínio das tecnologias no estudo EaD?

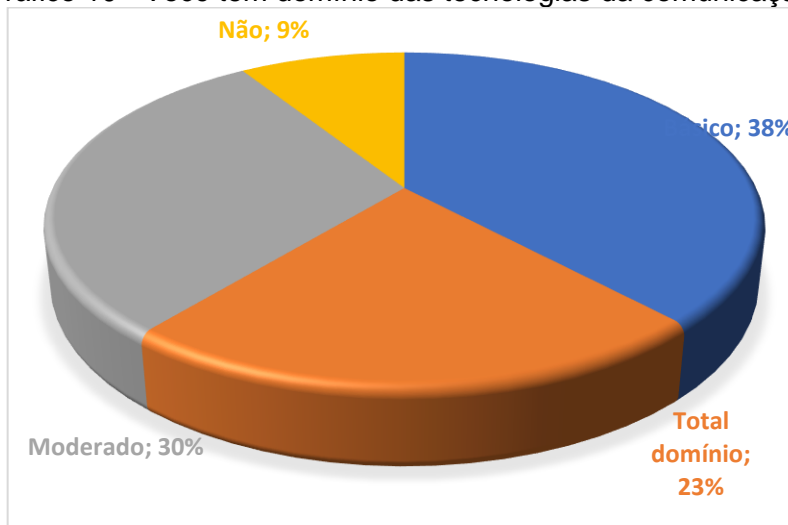


Fonte: Autores (2023).

O Gráfico 10 mostra os dados quando os entrevistados foram questionados, se eles possuem esse domínio, 38% disseram ter apenas o conhecimento básico e 30% um domínio moderado das tecnologias. Aqueles que afirmaram ter total domínio foram 23%, ao passo que 9% confessaram não possuir nenhum domínio das tecnologias, mas conseguiam estudar tranquilamente. Possuímos uma geração digital, que é ativa e dinâmica no mundo das tecnologias, muitas delas não sabem mexer no computador ou *notebook*, mas possuem *smartphones*, logo são acostumadas a produzir, compartilhar e divulgar imagens, vídeos, textos ainda que sejam em suas redes sociais. Por isso, pode-se depreender que aqueles que afirmaram não ter domínio se encaixam nesta realidade digital.



Gráfico 10 - Você tem domínio das tecnologias da comunicação?



Fonte: Autores (2023).

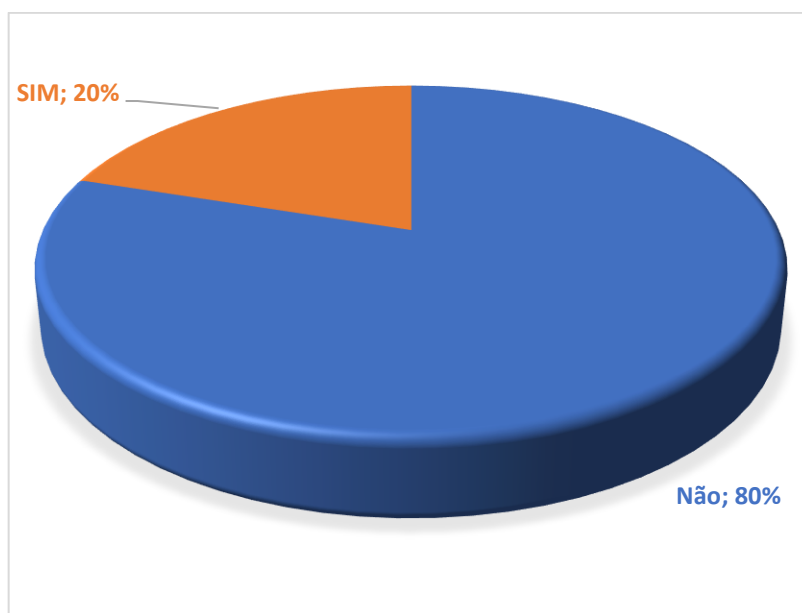
Sabe-se que as atividades de um curso EaD acontecem no Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA). As atividades podem ser questionários com período de disponibilidade, apresentação de *feedback* automático e várias tentativas ou uma tarefa que precisa ser realizada fora do AVA, mas enviada no próprio ambiente. Sobre esse ponto relacionado às atividades, os participantes foram perguntados se algum momento do curso deixou de entregar alguma atividade porque para realizá-la era preciso o uso das tecnologias, tanto para responder ou para enviar no ambiente, analisando o Gráfico 11, observou-se que 80% responderam que não, nunca aconteceu de não enviar uma atividade por esse motivo e 20% relataram que sim, o uso da tecnologia para desenvolver uma tarefa foi o motivo de não responderem uma atividade ou questão de um questionário. Esses alunos que deixaram de responder a atividade, relataram que ficaram sem uma das notas na disciplina (46%), outros tiraram nota baixa por não responderem à questão que exigia esse domínio (36%) e alguns, ainda que não tenham enviado a atividade, passaram na disciplina, mas com nota mínima exigida (18%).

Buscou-se saber dentre os equipamentos da Informática qual era mais utilizado pelo aluno no seu estudo EaD, o Gráfico 12 apresenta que 45% usam o notebook para estudarem, 18% ainda fazem uso do computador de mesa e 37% estudam pelo celular. O aparelho de celular com diversas funcionalidades, acesso à internet móvel e portabilidade permitiu aos usuários além de ligações, verificar *e-mail*, trocar



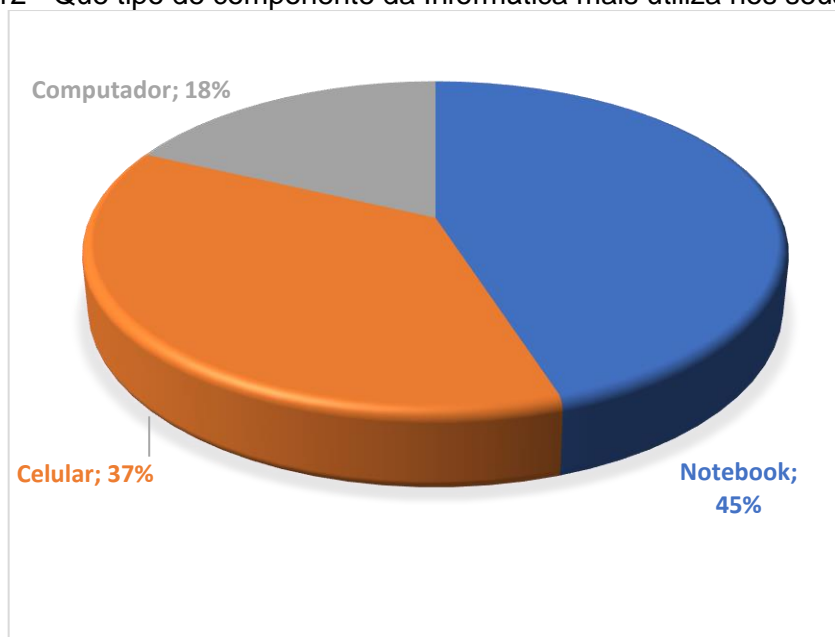
mensagens e acessar *internet* em qualquer lugar, tornar-se um aluno EaD. Uma vez que a evolução dos TIC's foi responsável também pelo avanço da educação a distância no Brasil.

Gráfico 11 - Deixou de responder ou entregar atividades porque precisava usar uma tecnologia?



Fonte: Autores (2023).

Gráfico 12 - Que tipo de componente da Informática mais utiliza nos seus estudos?

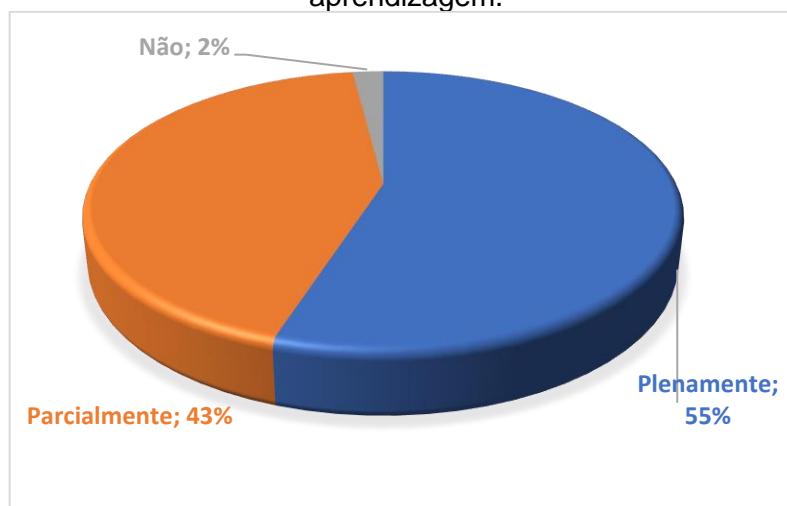


Fonte: Autores (2023).



Os participantes da pesquisa foram indagados sobre sua percepção do ambiente virtual, se eles consideram que o AVA favorece a aprendizagem do aluno. O Gráfico 13 apresenta que 55% da amostra disse que o ambiente favorece plenamente a aprendizagem, enquanto 43% avaliam que o AVA favorece parcialmente a aprendizagem. Para 2% dos alunos não veem o AVA como um ambiente que ajuda na formação da aprendizagem. Dentro do ambiente virtual o aluno é convidado a realizar ações que favorecem a aprendizagem como responder atividades de leitura, visualização de vídeos, atividades de correção automática, produção de textos acadêmicos. Ações estas que podem ser realizadas dentro do próprio AVA, como serem feitas em outras plataformas digitais/*online*. Nessa linha de percepção do AVA, eles foram perguntados sobre a ferramenta de comunicação ou recurso que mais utilizam dentro do ambiente virtual. Apenas 8% declararam utilizar as ferramentas de fóruns de discussão, *chat* e *web* conferência para estudar. Em contraposição a 52% que busca a *Internet* para estudar. É importante salientar que Ambiente Virtual de Aprendizagem precisa utilizar ferramentas interativas, pois o aluno não construirá seu conhecimento sozinho, por mais que ele tenha autonomia nos estudos. O conhecimento é construído entre o aluno (que acessa e estuda os conteúdos do AVA) e o professor/tutor (que gerencia os materiais educacionais disponíveis no AVA). De qualquer forma, utiliza-se de diferentes mídias e recursos para potencializar a aprendizagem dentro do AVA.

Gráfico 13 - Análise do aluno sobre o Ambiente Virtual de Aprendizagem como espaço de aprendizagem.

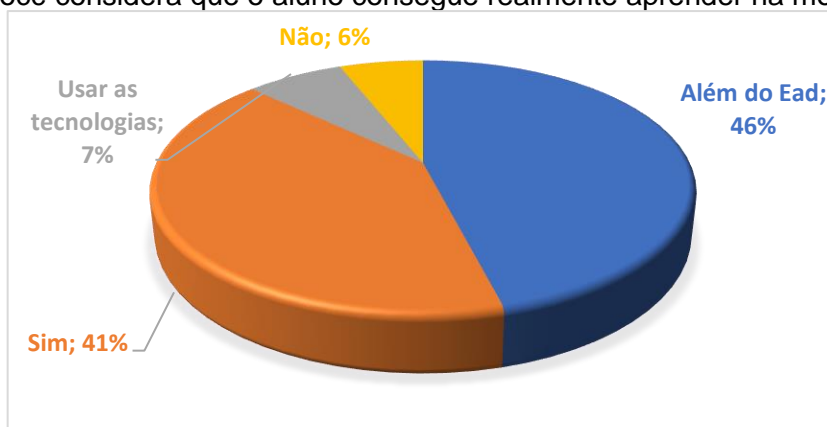


Fonte: Autores (2023).



O Gráfico 14 ilustra o resultado sobre a opinião do aluno quanto à aprendizagem na modalidade a distância. Questionados se um aluno realmente aprende na EaD, 41% responderam que sim, uma pessoa consegue aprender estudando a distância. 46% também acreditam que sim, mas se o aluno estudar além do EaD, ter outras fontes de estudos, fazer sua metodologia de estudo fora da plataforma *online*. Para 7% dos participantes, a aprendizagem na modalidade EaD é possível se a pessoa souber usar as tecnologias, caso contrário o estudo e a aprendizagem ficam comprometidos. Já 6% dos alunos disseram que uma pessoa não aprende na modalidade a distância, para estes apenas o conteúdo do EaD não é suficiente para um aluno aprender, eles pensam que o aluno para aprender precisa criar suas estratégias de aprendizagem.

Gráfico 14 - Você considera que o aluno consegue realmente aprender na modalidade EaD?



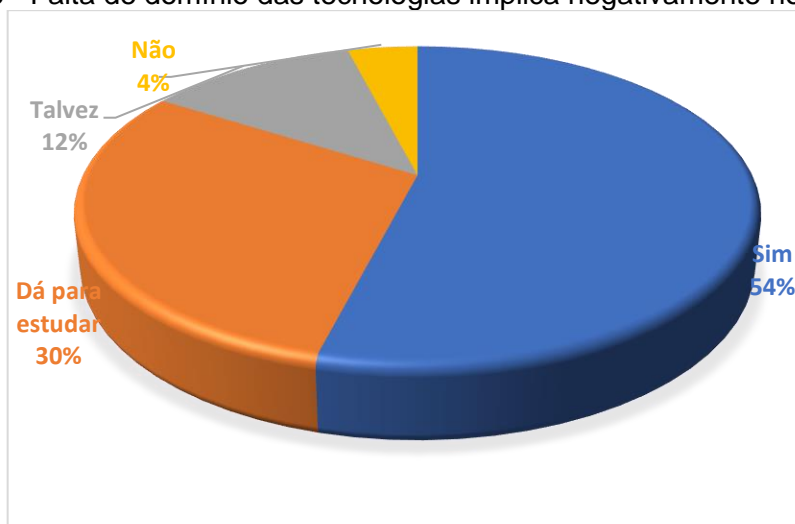
Fonte: Autores (2023).

Questionados sobre se falta de domínio das tecnologias da comunicação, informática implica negativamente nos estudos EaD, o Gráfico 15 apresenta que 54% responderam que sim, outros 30% disseram que mesmo sem domínio das tecnologias um aluno consegue estudar, desde que tenha ajuda de terceiros, de uma outra pessoa para ajudar nos estudos, 12% dos participantes responderam talvez, considerando que dependendo da situação pode implicar sim ou não negativamente, enquanto 4% não veem nenhum problema uma pessoa estudar EaD e não ter domínio das tecnologias. Perguntados sobre que tipo de implicação seriam estas, 43% disseram que a falta de domínio das tecnologias compromete a aprendizagem do aluno, fazendo com que o aluno não absorva adequadamente o conteúdo da disciplina. Para



32% dos participantes, uma pessoa que não domina a tecnologia na modalidade EaD, pode fazer com que ela desista do curso, de estudar a distância. Mas 16% da amostra vê essa implicação por outra perspectiva, eles acreditam que um aluno que não domine o uso das tecnologias e estude EaD, corre o risco deste aluno não ser ele mesmo quem realize as atividades no ambiente virtual e 9% apontam como implicação negativa a reprovação nas disciplinas do curso, podendo o aluno não terminar sua graduação *online* no tempo previsto.

Gráfico 15 - Falta de domínio das tecnologias implica negativamente nos estudos?

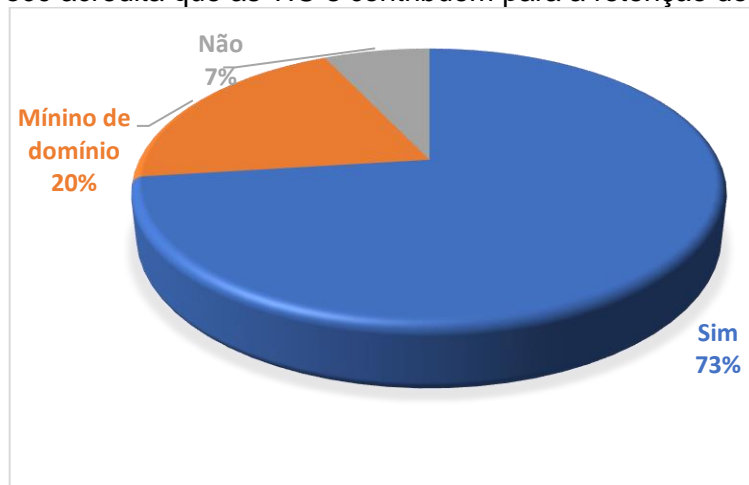


Fonte: Autores (2023).

Na última pergunta os entrevistados foram questionados se eles acreditavam que as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's) como *internet*, aplicativos, computador contribuem para a retenção do conhecimento no processo de ensino/aprendizagem EaD, o Gráfico 16 apresenta que 73% avaliaram que sim, desde que o aluno faça um bom uso dessas ferramentas. Outros 20% responderam também que sim, mas estes acham que o aluno precisa ter um mínimo de domínio dessas tecnologias para obter sucesso na aprendizagem e apenas 7% disseram que somente o domínio das TIC's não ajuda a reter o conhecimento, é necessário buscar outros meios de estudos.



Gráfico 16 - Você acredita que as TIC's contribuem para a retenção do conhecimento?



Fonte: Autores (2023).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da dinâmica do ensino a distância e da estrutura de aprendizagem EaD, os resultados desta pesquisa indicaram que os alunos virtuais são homens e mulheres, com uma maior representatividade o perfil de alunos do sexo masculino, com idade, em sua maioria, na faixa etária de 25 a 35 anos, com uma experiência na vida acadêmica, especialmente na modalidade presencial do ensino superior. Observou-se que este perfil de aluno apresentou um maior engajamento em seus estudos, visto que são estes que não pensam em desistir de um curso na modalidade *online*, ainda que alguns encontrem dificuldades no manuseio das tecnologias. Conhecer o perfil do aluno EaD nesta pesquisa, foi possível identificar pontos relevantes como a opinião sobre a aprendizagem a distância. Os alunos veem a educação a distância como a melhor opção para quem não tem tempo de estar em uma universidade em local e horários definidos e este tipo de curso exige do acadêmico na medida certa, dentro das possibilidades da pessoa. Para eles, o ambiente virtual favorece plenamente a formação de ensino-aprendizagem e é sim, possível, aprender estudando na modalidade a distância. Os dados da pesquisa responderam ao questionamento deste trabalho: se a falta de domínio das tecnologias tinha implicação negativa no processo de aprendizagem EaD. Pode-se constatar que um aluno que estuda na modalidade a distância requer requisitos básicos de domínio das tecnologias. Os alunos estudados neste trabalho, possuem domínio total, básico ou moderado do uso das tecnologias da comunicação, sendo que a maioria deles



estudam pelo *notebook* ou celular e utilizam a *Internet* como principal ferramenta de comunicação para seus estudos. De certa forma, a pesquisa mostrou que a falta de domínio das tecnologias, na opinião dos alunos, afeta a aprendizagem do conteúdo das disciplinas do curso, visto que deixar de responder e entregar uma atividade por esse motivo pode ter como consequências notas baixas, reprovação ou desistência do curso. Para eles, fazer bom uso das ferramentas tecnológicas contribuem para a retenção do conhecimento no processo de aprendizagem EaD. Como sugestão para sanar o problema seria disponibilizar curso básico de informática presencial, no próprio polo de ensino, para estes alunos em paralelo ao curso superior, durante os semestres iniciais do curso a distância.

REFERÊNCIAS

BARROSO, Raquel Goulart. **Educação e tecnologia**. Brasília: MEC/INEP, 2006.

BEZERRA, M.A; CARVALHO, A. B. G. **Tutoria: concepções e práticas na educação a distância**. In: SOUSA, RP., MIOTA, FMCSC., and CARVALHO, ABG., orgs. *Tecnologias digitais na educação* [online]. Campina Grande: EDUEPB, 2011. 276 p. ISBN 978-85-7879-065-3. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/6pdyn/pdf/sousa-9788578791247-10.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2023.

CENSO EAD.BR: **relatório analítico da aprendizagem a distância no Brasil 2020**. Associação Brasileira de Educação a Distância- ABED. Curitiba, PR: InterSaberes,2022.

JANSEN, J. A. T; COSTA, W. J. C. **A importância das tecnologias para a educação a distância**. Universidade Federal do Maranhão, 2017. Disponível em: <https://monografias.ufma.br/jspui/bitstream/123456789/2834/1/JACQUESJANSEN.pdf>. Acesso em: junho de 2022.

PIANA, M. C. **A pesquisa de campo**. São Paulo: Editora UNESP. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009.

SALAZAR, K. P. L; SOUSA, R. L. S. **A informática e a educação a distância: um estudo de caso no curso de pedagogia no polo UEMANET, Codó - MA**. Universidade Federal do Maranhão, 2017. Disponível em: <https://monografias.ufma.br/jspui/bitstream/123456789/2823/1/karlaSalazar.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2022.



VALOR MÉDIO DOS MATERIAIS RECICLÁVEIS COMERCIALIZADOS POR CATADORES E INTERMEDIÁRIOS NA CIDADE DE BALSAS - MA

Lailton de Sousa Rêgo ¹
Vanderly Martins Batista ²
Cláudio Luis de Araújo Neto ³

RESUMO

Este estudo de pesquisa realizado em Balsas, Maranhão, teve como objetivo analisar o valor médio dos materiais recicláveis vendidos por catadores e intermediários na região. A pesquisa de campo permitiu coletar dados sobre os valores médios de compra e venda dos materiais, enquanto a análise estatística possibilitou a comparação dos preços praticados em outros estados. Os resultados revelaram que a atividade de reciclagem pode gerar uma renda significativa para os catadores e intermediários locais, ao mesmo tempo em que contribui para a redução da quantidade de resíduos destinados a lixões. A criação de cooperativas de reciclagem, como a Associação de Catadores e Catadoras de Materiais Recicláveis de Balsas (ASCARMARBA), desempenha um papel importante na gestão dos resíduos sólidos urbanos, prolongando a vida útil dos materiais e fornecendo matéria-prima secundária para a indústria. Além disso, a análise quantitativa dos preços médios dos materiais vendidos revelou variações dependendo do tipo de material, com o alumínio sendo mais valorizado do que papel e plástico. Essas diferenças refletem a demanda da indústria de reciclagem em diferentes regiões do país. A comparação dos preços médios dos materiais vendidos em Balsas com os praticados em outros estados indica que a região está alinhada com o mercado nacional de reciclagem. Esses resultados destacam a importância de políticas e incentivos que valorizem os materiais recicláveis, tanto no aspecto econômico quanto ambiental. É fundamental promover a conscientização sobre a importância da reciclagem e estabelecer parcerias público-privadas para impulsionar a indústria de reciclagem, contribuindo assim para o desenvolvimento sustentável e para as economias locais.

Palavras-chave: resíduos; reciclagem; impacto ambiental; desenvolvimento; cooperativas.

INTRODUÇÃO

Uma análise do valor médio dos materiais recicláveis comercializados em Balsas, no Maranhão, revela não apenas informações econômicas, mas também o

¹ Graduando do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Maranhão - UFMA, lailtonrego@gmail.com ;

² Graduanda do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Maranhão - UFMA, vanderlymartinsbatista25@gmail.com;

³ Professor do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Maranhão - UFMA, claudio.neto@ufma.br.



impacto positivo dessa atividade no meio ambiente. A atuação dos catadores de materiais recicláveis tem sido amplamente reconhecida como crucial para a gestão adequada dos resíduos sólidos em nações em desenvolvimento. De acordo com Wiego (2009), além de gerar renda para os trabalhadores envolvidos, essa atividade traz diversos benefícios, como a promoção da saúde pública e o fortalecimento do sistema de saneamento. Além disso, a reciclagem contribui para a sustentabilidade ambiental, pois preserva recursos e energia pela diminuição do uso de matérias-primas primárias, reduzindo também a necessidade de áreas destinadas a lixões e aterros sanitários.

Nesse contexto, a reciclagem desempenha um papel fundamental na redução da quantidade de resíduos sólidos produzidos. Como destacado por Souza e Fonseca (2010), a reciclagem permite reutilizar o que seria considerado "lixo" como matéria-prima para novos produtos ou para outros fins. Os catadores de materiais recicláveis desempenham um papel essencial nesse processo, contribuindo para a diminuição dos impactos ambientais causados pelos resíduos sólidos urbanos. Além disso, a reciclagem oferece uma fonte de renda para esses trabalhadores e suas famílias, destacando a importância da coleta de materiais recicláveis. O objetivo principal do artigo é analisar o valor médio dos materiais recicláveis comercializados e destacar o impacto positivo dessa atividade no meio ambiente, além de reconhecer a importância dos catadores de materiais recicláveis na gestão adequada dos resíduos sólidos.

METODOLOGIA

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Este estudo foi realizado na cidade de Balsas, localizada no Estado do Maranhão, possui uma população de 101.767 pessoas, de acordo com os dados do Censo Demográfico (IBGE, 2022). Balsas está situada a uma distância de 803,1 km da capital São Luís.

A economia é impulsionada principalmente pela indústria de grãos e pelo setor do comércio. O cultivo de soja é a principal atividade econômica da cidade, fazendo um dos maiores produtores de soja da região Norte e Nordeste do Brasil. Esse setor agrícola contribui significativamente para o Produto Interno Bruto (PIB) da cidade. Em 2020, o PIB da cidade foi de 49.786,61 reais, se destacando como a terceira cidade



mais rica do estado do Maranhão, ficando atrás apenas da capital São Luís e de Imperatriz. Essa posição reflete a importância econômica e o desenvolvimento do município, contribui para o crescimento regional e para a geração de empregos e renda para a população local.

COLETA DE DADOS

Neste estudo, foram realizadas pesquisas de campo na cidade de Balsas, Maranhão, com o objetivo de analisar a média dos valores dos materiais vendidos por catadores e intermediários. A coleta de dados ocorreu entre os dias 2 e 4 de setembro 2023 por meio da visita em 3 locais de venda de materiais recicláveis, onde foram registrados os valores médios dos diferentes tipos de materiais, como papel, plástico, vidro, metal e alumínio.

Durante as visitas aos pontos de coleta, foram realizadas entrevistas com os catadores e intermediários presentes, com o intuito de obter informações sobre os valores pelos quais eles vendem esses materiais. Vale ressaltar que alguns participantes optaram por não participar da pesquisa, o que resultou em uma amostra parcial dos dados coletados.

Com base nos dados coletados, foi realizada uma análise estatística para calcular a média dos valores dos materiais vendidos pelos catadores e intermediários.

Também foi realizada uma comparação entre os valores de venda dos materiais pelos catadores e intermediários e os preços encontrados em outros estados. Essa comparação foi feita por meio de pesquisas na internet, com o objetivo de contextualizar os resultados encontrados em Balsas.

A metodologia adotada neste estudo incluiu, portanto, pesquisas de campo, coleta de dados, análise estatística e comparação com preços de outros Estados por meio de pesquisas na internet. Essas etapas foram realizadas com o intuito de buscar uma compreensão mais abrangente da média dos valores dos materiais vendidos por catadores e intermediários na cidade de Balsas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No município de Balsas, Maranhão, a destinação final dos resíduos sólidos ainda é um desafio. Segundo dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (IBGE,

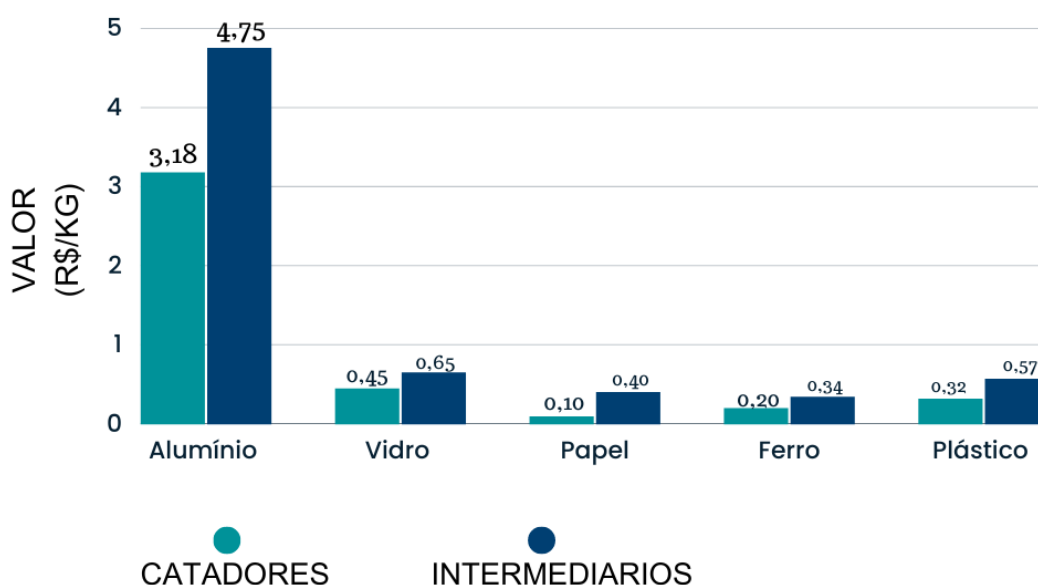


2002), a maioria dos municípios brasileiros utilizavam lixões como método de disposição final dos resíduos sólidos. Barbieri (2007) argumenta que os lixões são métodos inadequados de disposição final, caracterizados pelo descarte direto no solo a céu aberto, sem proteção ambiental ou para a saúde pública. Esse cenário é evidente também em Balsas, onde não existe um aterro sanitário, levando ao depósito de resíduos em lixões.

O descarte inadequado de resíduos sólidos representa sérios riscos para a saúde humana e o meio ambiente. Souza (2000) e Marchi (2006) destacam que o acúmulo de resíduos pode contaminar o solo e se tornar focos de doenças. Além disso, a incineração inadequada desses resíduos pode gerar gases poluentes que afetam a atmosfera. Diante desses impactos, é fundamental adotar um gerenciamento integrado de resíduos, que consiste em um conjunto coordenado de ações para coletar, separar, tratar e dispor dos resíduos de maneira apropriada, considerando critérios de saúde, ambientais e econômicos (CEMPRE, 2009).

Para compreender melhor a realidade da reciclagem em Balsas, realizou-se uma pesquisa de campo para analisar o valor médio dos materiais recicláveis vendidos por catadores e intermediários. A Figura 1 apresenta os valores médios de compra e venda por material.

Figura 1 – Comparação do valor médio dos materiais vendidos por catadores e atravessadores.



Fonte: Autores (2023).



Esses valores demonstram que a atividade de reciclagem pode gerar uma renda significativa para os catadores e atravessadores de Balsas. Além disso, a venda dos materiais recicláveis contribui para a redução da quantidade de resíduos sólidos destinados a lixões, impactando positivamente o meio ambiente.

Nesse sentido, a criação de cooperativas de reciclagem tem se mostrado uma iniciativa relevante na redução do impacto ambiental dos resíduos sólidos urbanos, conforme ressaltado por Leite (2009). Essas cooperativas desempenham um papel crucial ao prolongar a vida útil de produtos e embalagens por meio da coleta, separação e fornecimento de matéria-prima secundária para a indústria. Na cidade de Balsas existe uma cooperativa à Associação de Catadores e Catadoras de Materiais Recicláveis de Balsas (ASCARMARBA). Essa cooperativa está localizada no bairro Grotões e conta com 21 funcionários que contribuem para o meio ambiente e a economia local. Há também a Recipar Reciclados (Figura 2), empresa que compra todos os tipos de materiais recicláveis dos catadores, que fica localizada no Bairro Catumbi.

Figura 2 – Latas de alumínio prensadas em blocos retangulares da Recipar



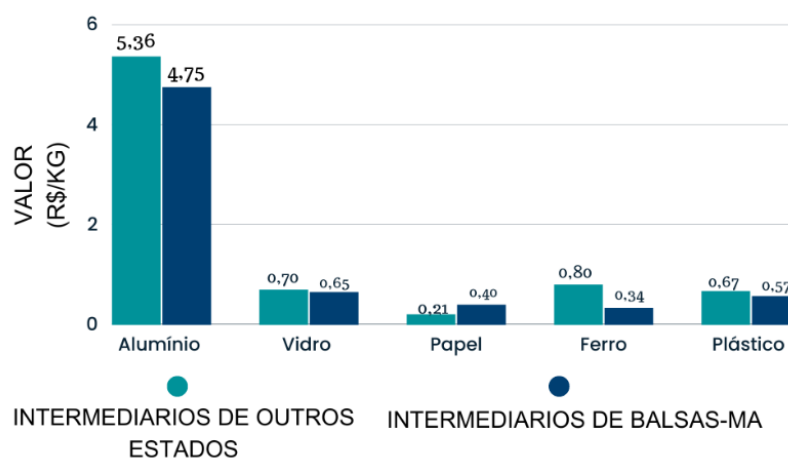
Fonte: Autores (2023).

Dessa forma, é evidente a importância das cooperativas na gestão de resíduos sólidos urbanos, contribuindo de forma significativa para a mitigação dos problemas ambientais relacionados a esses resíduos.



Os resultados da análise quantitativa do preço médio dos materiais vendidos forneceram informações relevantes sobre os aspectos econômicos e ambientais da reciclagem na região. O valor médio de comercialização está em consonância com o que vem sendo feito em outros Estados onde materiais como o alumínio são mais valorizados, conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3 – Comparação do valor médio dos materiais vendidos por intermediários de Balsas e a média de outros estados.



Fonte: Adaptado de Araújo e Mansur (2023).

Do ponto de vista econômico, o preço médio de venda difere dependendo do tipo de material. Por exemplo, o alumínio tem um valor médio superior ao do papel ou do plástico. Essa variação está relacionada à demanda por esses materiais na indústria de reciclagem nas diferentes regiões do país.

Quanto ao aspecto ambiental, de acordo com pesquisas, 40% dos resíduos sólidos urbanos não vão mais para os lixões, esse material passa por triagem, onde cerca de 70% desse lixo que chega é reciclado (Lemos, 2021). Esses dados são importantes para avaliar o impacto da reciclagem na redução de resíduos enviados para lixões e na conservação dos recursos naturais. A comparação do preço médio dos materiais vendidos com os preços praticados em outros estados confirma que a região de Balsas está alinhada com o mercado nacional de reciclagem. Isto sugere que mesmo para materiais de elevada demanda, como o alumínio, os locais de compra dos intermediários baseiam-se nos preços de mercado.



Estes resultados destacam a importância de políticas e incentivos que valorizem os materiais recicláveis, tanto do ponto de vista econômico como ambiental. É importante sensibilizar para a importância da reciclagem e prosseguir parcerias público-privadas para promover a indústria da reciclagem, estimulando assim o desenvolvimento sustentável e as economias locais. Uma análise quantitativa do preço médio dos materiais vendidos pelos catadores e intermediários na cidade de Balsas revela informações relevantes sobre os aspectos econômicos e ambientais da reciclagem na região.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos forneceram informações importantes sobre a média dos valores dos materiais vendidos em Balsas. Foi possível identificar que a venda de materiais recicláveis é uma atividade comum na cidade e que existe uma variação nos preços de acordo com o tipo de material.

Além disso, a comparação com os preços em outros lugares do Brasil permitiu uma visão mais abrangente do mercado de materiais recicláveis. Verificou-se, em alguns casos, que os valores em Balsas estão alinhados com os preços em outros estados, enquanto em outros casos há uma diferença significativa.

Essas informações são relevantes para os catadores, intermediários e demais envolvidos na cadeia de reciclagem em Balsas. Com base nos resultados, é possível reavaliar estratégias de precificação e buscar melhores oportunidades de venda dos materiais.

O estudo contribui para o entendimento da média dos valores dos materiais vendidos por catadores e intermediários em Balsas. Os resultados obtidos evidenciam a necessidade de valorizar os materiais recicláveis e promover a sustentabilidade ambiental e o desenvolvimento social e econômico. Com base nesta informação, é importante implementar políticas e medidas eficazes para promover a reciclagem e contribuir para um futuro mais sustentável. O envolvimento de todos os setores da sociedade também é importante para aumentar a conscientização sobre a importância da reciclagem e incentivar a participação ativa na promoção da reciclagem por parte de indivíduos, empresas e governos.



REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Alex; MANSUR, Rafael. **Para ganhar salário-mínimo, catador tem que recolher quase 18,5 mil latinhas.** G1 Minas, Belo Horizonte, 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2023/07/17/para-ganhar-salario-minimo-catador-tem-que-recolher-quase-185-mil-latinhas-diz-pesquisa.ghtml>
Acesso em: 02 set. 2023.

BARBIERI, J. C. **Gestão ambiental empresarial:** conceitos, modelos e instrumentos. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2007.

CEMPRE - **Compromisso Empresarial para a Reciclagem.** 2009. Disponível em: http://www.cempre.org.br/serv_duvidas.php. Acesso em: 03 set. 2023.

IBGE. **Panorama.** População do último censo [2022]. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/balsas/panorama>. Acesso em: 19 nov. 2023.

IBGE. **Pesquisa nacional de saneamento básico 2000.** Rio de Janeiro: IBGE, 2002. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv45.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2023.

LEITE, P.R. **Logística Reversa:** meio ambiente e competitividade. 2. ed, São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

LEMOS, EMANUEL. **Reciclagem cresce e contribui com a geração de emprego em Balsas.** Diário Sul Maranhense, 2021. Disponível em: <https://diariosulmaranhense.com.br/2021/04/11/reciclagem-cresce-e-contribui-com-geracao-de-empregos-e-renda-em-balsas/>
Acesso em: 02 set. 2023.

MARCHI, C.M.D.F. Gestão de resíduos sólidos: um caso nos pequenos e médios municípios baianos. *In:* ENANPAD, 30., 2006, Salvador. **Anais [...].** Salvador: ANPAD, 2006.

SOUZA, S. F.; FONSECA, S. U. L. **Logística reversa:** oportunidades para redução de custos em decorrência da evolução do fator ecológico. *In:* Anais do XIII SemeAd. São Paulo, 2010.

SOUZA, M. T. S. **Organização sustentável:** indicadores setoriais dominantes para avaliação da sustentabilidade análise de um segmento do setor de alimentação. 2000. Tese (Doutorado em Administração). Fundação Getulio Vargas, São Paulo, 2000. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10438/4403>. Acesso em: 29 nov. 2023.

WIEGO. **Enfocándonos en las trabajadoras informales:** recicladoras de basura. Cambridge. 2009. Disponível em: <https://www.wiego.org/sites/default/files/migrated/resources/files/FactSheet-Recicladoras-Spanish.pdf>. Acesso em: 03 set. 2023.



USO DO "GOOGLE EARTH PRO" NO MAPEAMENTO DE VOÇOROCAS NA ÁREA URBANA DE BURITICUPU (MA), BRASIL

Olívia Juliana Dias de Andrade Petek¹

Thiago de Sousa Batista²

Moises de Araujo Santos Jacinto³

Juliana Bezerra Martins⁴

Ana Paula de melo e Silva Vaz⁵

Ranna de Sousa Barros⁶

RESUMO

As voçorocas são eventos geológicos decorrentes do agravamento de processos erosivos, que podem acarretar diversos problemas socioambientais. O mapeamento de áreas que contém esse fenômeno torna-se fundamental para prevenção e mitigação dos danos causados por este. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo utilizar o software *Google Earth* no monitoramento de duas voçorocas, localizadas no bairro Santos Dumont, no município de Buriticupu, no estado do Maranhão, que há 30 anos vem enfrentando processos erosivos devido à urbanização sem planejamento e falta de serviços públicos de drenagem urbana, bem como, exploração dos recursos naturais com a remoção da vegetação o que ocasiona a redução da cobertura que protege o solo e aumenta o potencial erosivo. Neste trabalho foram analisadas duas voçorocas num período de 8 anos, compreendido entre 2014 e 2022. Através das imagens foi possível estimar um crescimento de 0,68 ha para umadas voçorocas (V1) e 1,18 ha (V2) para outra.

Palavras-chave: Erosão; Sensoriamento Remoto; Monitoramento.

INTRODUÇÃO

A erosão do solo é um fenômeno natural que modifica a paisagem e altera o sistema natural, porém nos últimos anos vem se intensificando devido às interferências antrópicas, tais como: atividades de mineração, construções de rodovias e estradas e agricultura sem manejo adequado. Além da degradação do meio ambiente, a erosão traz consigo diversas perdas econômicas, tornando vulneráveis

¹ Graduanda do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Maranhão - UFMA, oliviadias33@gmail.com;

² Graduado pelo Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Maranhão - UFMA, thiago.batista@discente.ufma.br;

³ Doutorando em Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará - UFPA, moisesaraujosantosjacinto@gmail.com;

⁴ Doutora em Engenharia de Sistemas Agrícolas da Universidade de São Paulo - USP, juliana.bm@ufma.br;

⁵ Doutora em Geologia Ambiental da Universidade Federal do Paraná - UFPP, ana.vaz@ufma.br;

⁶ Mestra em Ciência dos Materiais pela Universidade Federal do Maranhão - UFMA, ranna.barros@ufma.br.



diversos grupos populacionais, principalmente aqueles situados em áreas urbanas densamente povoadas e com pouca infraestrutura (Campos, 2019; Pinto; Araújo, 2020, Beckhauser *et al.*, 2021).

Conforme Campos (2019), no Maranhão, os processos erosivos estão em desenvolvimento acelerado, principalmente através da supressão de vegetação em áreas de rápido crescimento populacional. Dessa forma, no município de Buriticupu, localizado na mesorregião oeste do estado do Maranhão, fortes crescimentos erosivos nas últimas décadas foram verificados e o resultado desse aumento erosivo acarretou formação de voçorocas com dimensões que variam a 50 metros (m) de largura, 40 m de profundidade e mais de 400 m de comprimento, fazendo com que o aumento da erosão do solo devaste o município de Buriticupu (Campos, 2019).

“A erosão é um processo caracterizado em duas etapas, onde a primeira consiste no desprendimento de partículas do solo, e a segunda no transporte por agentes erosivos, tais como água corrente e vento” (Morgan, 2005, p. 11). Tal processo ocorre de forma natural e pode ocorrer de forma acelerada devido às ações antrópicas sob determinadas condições do clima, vegetação, solo e relevo (Vitte; Vilela Filho, 2006).

A ABNT NBR 6502 (ABNT, 2022) define o termo voçoroca como uma forma de degradação do solo que trabalha por meio de desgaste superficial em alto índice de solapamento de solo provocado pela erosão. Tal fenômeno pode ser caracterizado como uma forma de relevo gerada por um conjunto de processos morfogênicos, nos quais estão subordinados processos tais como fatores climáticos, litológicos, pedológicos, topográficos, fitogeográficos e antrópicos. Portanto, à medida que a voçoroca altera seu tamanho e modifica sua forma, os processos também tendem a se modificar (Vitte; Vilela Filho, 2006; Ribeiro, 2018).

O monitoramento de imagens sensoriais remotas vem desenvolvendo papel crucial para a análise de erosão, além disso, são bastante utilizados em países como, Inglaterra, País de Gales e Brasil (Boardman, 2016).

A ferramenta Google Earth (GE), criada em 2005, vem cada vez mais sendo utilizada em estudos de relevos, adotado como uma nova oportunidade para estudos geomorfológicos (Boardman, 2016). O GE tornou-se uma das mais importantes e poderosas ferramentas que disponibiliza imagens gratuitas. Além disso, apresenta



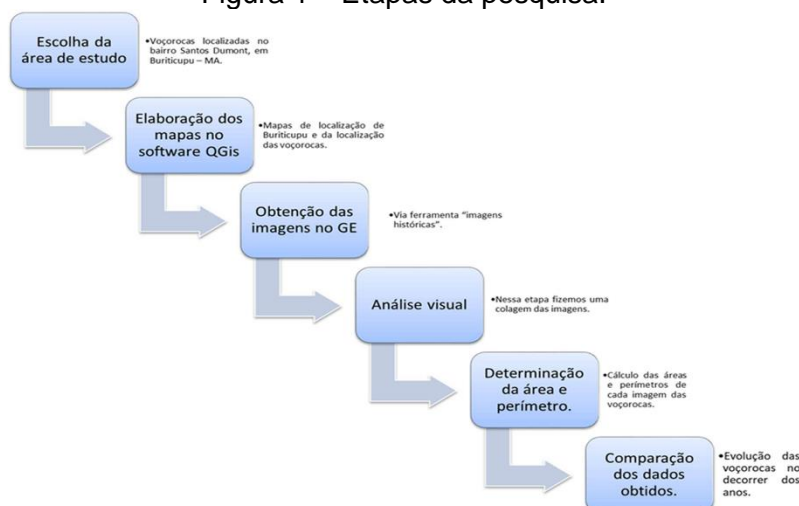
imagens de satélite em diferentes resoluções espaciais e a possibilidade de visualização em três dimensões (3D)

Diante do exposto, o presente trabalho objetiva-se em mapear asvoçorocas da cidade de Buriticupu através da ferramenta Google Earth Pro, a fim de observar as características das voçorocas presentes nas localidades e coletar informações para prevenções e mitigações futuras. Outro software utilizado para mapeamento da cidade e das voçorocas foi o QGis versão 3.32. Com o banco de dados fornecido pelo IBGE mediante sensoriamento remoto é possível obter feições do terreno.

METODOLOGIA

O fluxograma mostrado na Figura 1 indica como foi realizada a pesquisa.

Figura 1 – Etapas da pesquisa.



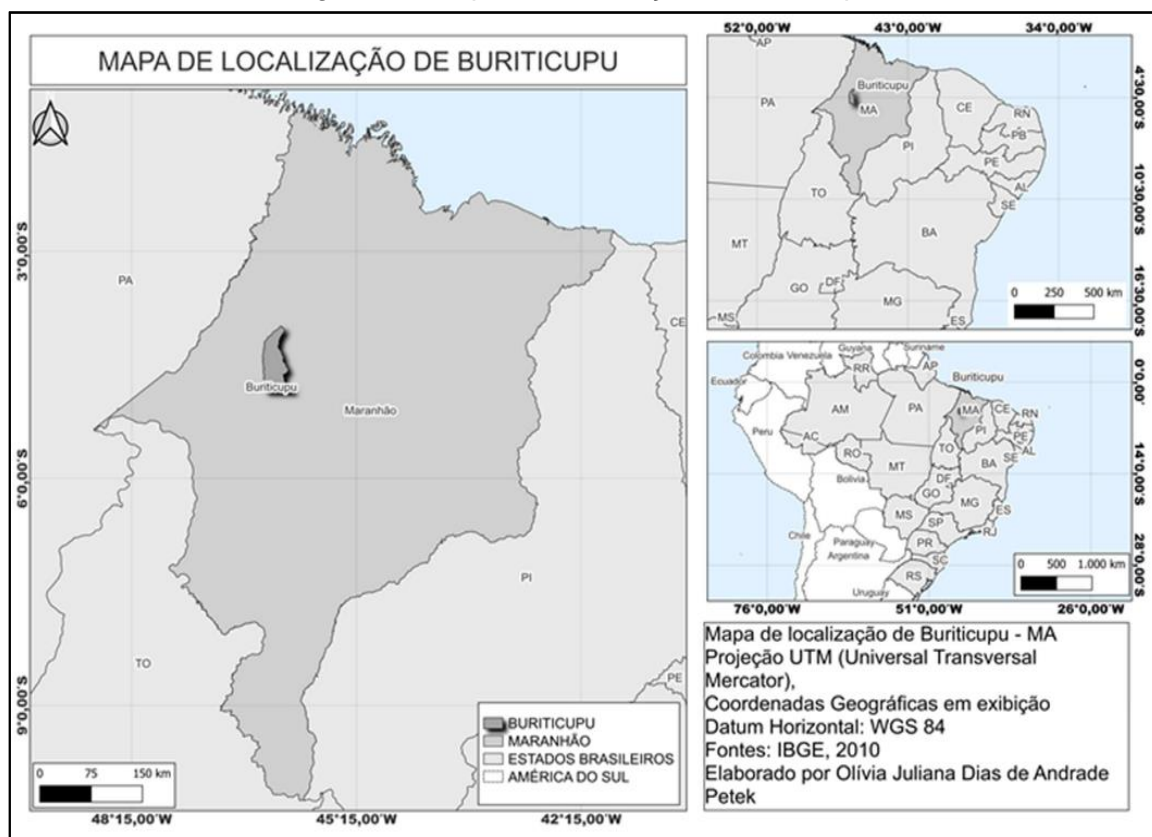
Fonte: Autores (2023).

Caracterização Geral e Localização da Área de Estudo

O município de Buriticupu localiza-se no estado do Maranhão, distante 395 km de São Luís, a capital do estado. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), tem uma área de 2545 km² e densidade demográfica de 21,81 hab/km², com uma população de 55.507 habitantes. O município localiza-se entre Alto Alegre e Bom Jardim ao norte, Amarante do Maranhão ao sul, Bom Jardim e Bom Jesus das Selvas ao oeste e Bom Jardim e Santa Luzia a leste. A Figura 2 mostra o mapa de localização do município de Buriticupu.



Figura 2 – Mapa de localização de Buriticupu.



Fonte: Autores (2023).

O clima da região é tropical quente e úmido. O período sem chuva compreende os meses de julho a dezembro e o período chuvoso de junho a novembro. A precipitação anual é em média 1800 mm (INMET, 2018). O relevo da região caracteriza-se na forma de tabuleiro, sendo entre vales na direção norte - sul. O município apresenta vegetação amazônica, com estágios de sucessão secundária denominado de capoeiras, já o relevo é constituído por grandes formas de tabuleiro, onde são separados por vales nas direções norte-sul. Com isso, os solos dominantes da região são classificados como Latossolos Amarelos, onde é encontrado nas regiões de tabuleiros terciários, quanto nos platôs formados no Cretáceo (Campos, 2019). A Figura 3 mostra o mapa de localização das voçorocas estudadas.

A escolha da área de estudo foi devido ao elevado grau de evolução da erosão. As voçorocas estão localizadas ao norte da área urbana de Buriticupu, no bairro Santos Dumont e por estar próximo às residências, apresentam grande risco para a população. A Figura 4 mostra as voçorocas estudadas localizadas no bairro Santo

Dumont em perspectiva.

Figura 3 – Mapa de localização das voçorocas V1 e V2 no bairro SantosDumont.



Fonte: Autores (2023).

Figura 4 – Voçorocas em perspectiva.



Fonte: Adaptado Google Earth Pro (2023).

Coleta e análise dos dados

Para realização deste estudo, utilizou-se o software gratuito *Google EarthPro* e, para execução do mapa temáticas, o software gratuito *QGIS* versão 3.32.

Para determinação do avanço das voçorocas, utilizaram-se as imagens do



Google Earth Pro versão 7.3.6.9345 obtidas via a ferramenta “Imagens históricas” do GE. O período das imagens coletadas foi de 8 anos, compreendendo os anos de 2014 a 2022. Ao todo, foram obtidas 13 imagens e para este estudo, apenas 4 imagens foram utilizadas, devido a estas 4 terem melhor qualidade, onde se observa previamente grande diferença na expansão das voçorocas analisadas. As imagens foram geradas por diferentes satélites de alta resolução. No quadro 1 mostra as imagens utilizadas com suas respectivas datas.

Quadro 1 – Relação das imagens obtidas via GE.

Data	Observação
Setembro de 2014	U. S. Geological Survey
Junho de 2017	Maxar Technologies
Outubro de 2021	Maxar Technologies
Junho de 2022	Maxar Technologies

Fonte: Autores (2023).

Com as imagens obtidas do GE foi possível identificar o surgimento e avanço das erosões. Para a determinação das dimensões das voçorocas, foi analisada em cada imagem obtida dos anos de 2014 a 2022, a área e perímetro por meio da ferramenta de edição vetorial do *Google Earth Pro*, sendo ela ‘adicionar polígono’.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através das imagens obtidas, pôde-se observar o avanço das voçorocas, em que foi possível identificar o material erodido do não erodido e assim, identificar as voçorocas (Figura 5). No ano de 2014 já existia a voçoroca número 1 (V1), uma vez que, os processos erosivos, segundo Fróes (2023), começaram na década de 1980.

Com relação aos depósitos de material erosivos no rio, havia uma pequena quantidade. Ao redor das voçorocas, observam-se residências e pouca cobertura vegetal, podendo ser causa da existência e avanço das voçorocas (Figura 5a).

Em junho de 2017, pode-se contemplar que a extensão de V1 apresenta crescimento, tanto longitudinal como em sua largura (Figura 5b). Com o passar do tempo, pôde ser observado um avanço da voçoroca 2 (V2), em apenas 3 anos esse crescimento pôde ser detectado pelas imagens fornecidas pelo GE. O depósito do



material erodido, também aumentou na base de V2.

A quantidade de depósito de material erodido chama atenção, especialmente do processo erosivo presente na V2 (Figura 5c). Em V1, observa-se um crescimento em direção a BR 222, chegando às quadras das residências. A V2, também cresce em direção a BR 222. Numa das últimas imagens obtidas pela plataforma GE, datada em junho de 2022, a V1 chega ao 2º quarteirão e a V2, chega à BR 222 (Figura 5d). O depósito de material erodido aumentou consideravelmente.

A quantidade de material erodido depositado nas bases das voçorocas apresenta grande crescimento ao longo dos períodos observados. No local que estão depositados, como pode ser observado, na primeira imagem via-se a presença de água e na última imagem, de 2022, apenas material erodido.

Figura 5 – Comparação do avanço das voçorocas entre os anos.

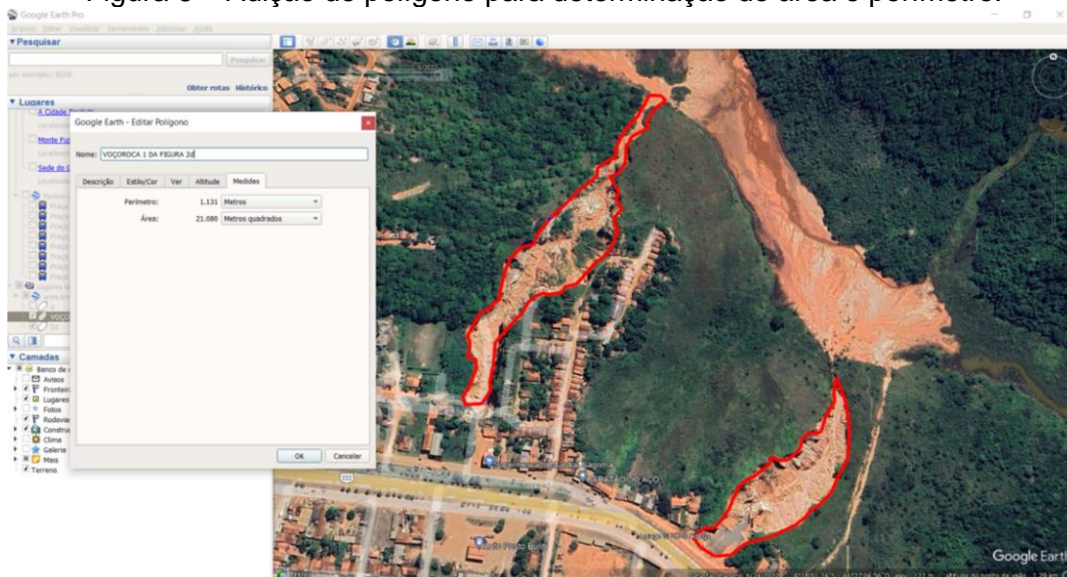


Fonte: Adaptado Google Earth Pro (2023).

Da primeira imagem, datada de 02 de setembro de 2014 até a última, registrada em 24 de junho de 2022, observa-se o avanço da voçoroca e atuação dos processos erosivos. O GE, além de mostrar visualmente este avanço, fornece a informação com relação à área e perímetro da voçoroca, mediante o uso da ferramenta 'adicionar polígono'.



Figura 6 – Adição de polígono para determinação de área e perímetro.



Fonte: Autores (2023).

Os respectivos dados de área e perímetro obtidos estão dispostos para as duas voçorocas localizadas no bairro Santos Dumont (Tabela 1).

Tabela 1 – Área e Perímetro das voçorocas 1 e 2.

Data	Voçorocas	Área (ha)	Perímetro (km)
02/09/2014	V1	1,43	0,887
	V2	0,26	0,255
23/06/2017	V1	1,71	0,992
	V2	0,62	0,41
19/07/2020	V1	1,97	1,1
	V2	1,11	0,60
24/06/2022	V1	2,11	1,16
	V2	1,44	0,66

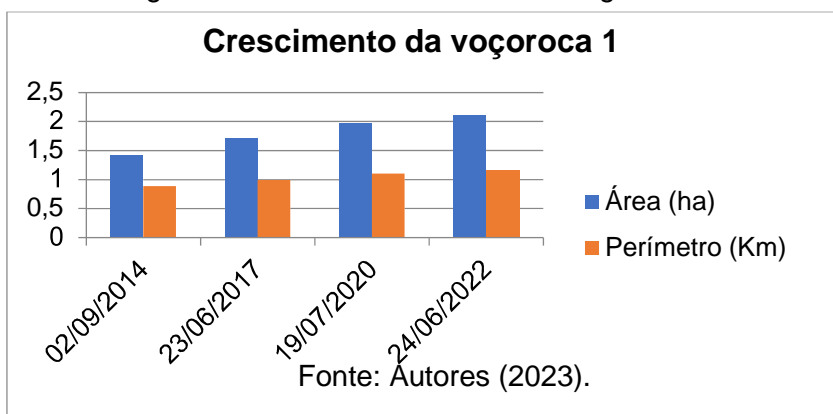
Fonte: Autores (2023).

As voçorocas V1 e V2 receberam esta nomenclatura, sendo a V1 mais antiga e por isso recebendo a nomeação de V1 e a V2 mais recente, como pode ser observado nas imagens. As datas são as datas de cada imagem mostradas Figura 5. Pode-se observar o aumento de área e perímetro das voçorocas V1 e V2 estudadas (Tabela 1). O período aproximado de registro das imagens é de aproximadamente 3 anos, exceto para as duas últimas imagens, de 2020 e 2022. O crescimento da V1



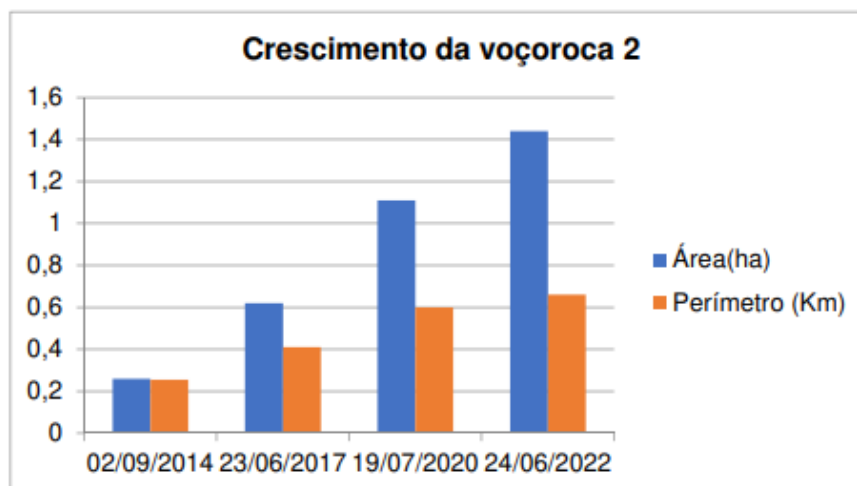
pode ser observado na Figura 7. Observa-se que a área e perímetro aumentaram no período estudado.

Figura 7 – Crescimento da V1 ao longo dos anos.



Da primeira imagem até a última, ou seja, de 02/09/2014 à 24/06/2022, o aumento da área e perímetro foi respectivamente 0,68 ha e 1,31km para V1. Na Figura 8 é possível observar o crescimento da área e perímetro da V2.

Figura 8 – Crescimento da voçoroca 2 ao longo dos anos.



Fonte: Autores (2023).

Para V2, o aumento da área e perímetro respectivamente foi: 1,18 ha e 0,41km. Utilizando estes aumentos como representando 100% do crescimento, pode-se estimar uma taxa de crescimento entre os anos que foram registrados as imagens. A Tabela 2 mostra estes dados.



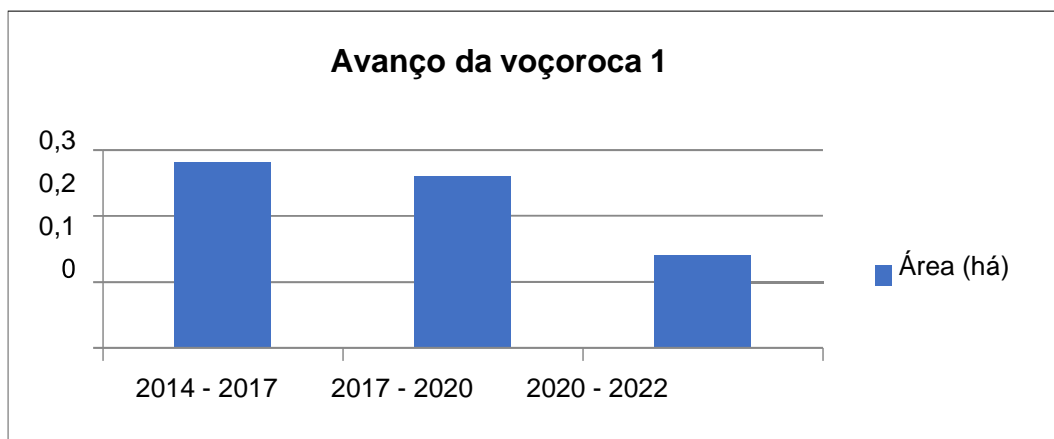
Tabela 2 – Aumento da área das voçorocas por período.

Período	Voçorocas	Aumento área (%)
2014 a 2017	V1	41,18
	V2	30,51
2017 a 2020	V1	38,24
	V2	41,52
2020 a 2022	V1	20,59
	V2	27,97

Fonte: Autores (2023).

Pode-se constatar um aumento da área de ambas as voçorocas. A V1 teve um maior aumento no primeiro período, isto é, 2014 a 2017. V2 teve maior crescimento que V1 nos outros dois períodos, compreendidos entre 2017 a 2020 e 2020 a 2022. Foi observado um aumento na área (Figura 9) para V1. O crescimento foi menor nos dois últimos períodos, comparado ao primeiro período compreendido entre 2014 e 2017.

Figura 9 – Avanço da voçoroca 1.

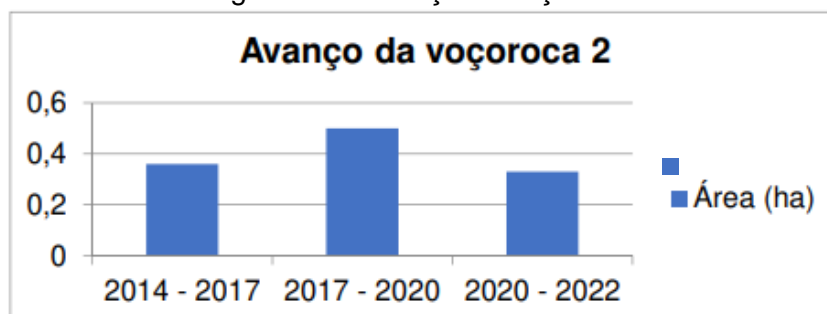


Fonte: Autores (2023).

Foi observado um aumento na área (Figura 10) para 2. O crescimento no período 2017 a 2020 foi maior comparado aos dois outros períodos.



Figura 10 – Avanço da voçoroca 2.



Fonte: Autores (2023).

Observou-se que comparando as voçorocas V1 e V2, pelos gráficos obtidos, o crescimento da voçoroca 2 foi maior, e isso é observado visivelmente nas imagens mostradas na Figura 5.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O GE mostrou-se eficaz para levantamento de dados das feições erosivas estudadas do tipo voçoroca que estão localizadas no bairro Santos Dumont, município de Buriticupu – MA.

No período de análise observou-se o avanço das duas voçorocas, tanto na expansão longitudinal, como em profundidade e largura, aumentando ao ponto de apresentar riscos aos moradores da região. O aumento da área e perímetro compreendido entre 2014 a 2022 foi 0,68 ha e 0,91 km e 1,18 ha e 0,41 km para área e perímetro, respectivamente das voçorocas V1 e V2. A quantidade de material erodido oriundos do aumento das voçorocas depositados em locais onde passava água proveniente de nascentes aumentou significativamente.

Além da segurança da população, essa questão da perda de locais naturais onde se passava água é outra questão importante a ser estudada tendo em vista a importância dos corpos d'água para a fauna e flora, bem como para a população.

O uso do *Software Google Earth Pro* foi eficiente para determinação do aumento das voçorocas estudadas, localizadas no bairro Santos Dumont, município de Buriticupu – MA.

Sobre o uso das imagens do GE é possível identificar a dimensão dos problemas enfrentados pela cidade de Buriticupu, tais imagens, proporcionam ao pesquisador uma análise prévia para posterior trabalho em campo.



REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6502**: Rochas e solos - Terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.
- BECKHAUSER, M. C.; SILVEIRA, H.; BALDO, M. C. Análise da dinâmica evolutiva de uma voçoroca no Distrito de Sumaré em Paranavaí - PR. **Brazilian Geographical Journal**, Ituiutaba, v. 12, n. 2, p. 20–38, 2021. DOI: 10.14393/BGJ-v12n2-a2021-57203. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/braziliangeojournal/article/view/57203>. Acesso em: 05 de mai. 2023.
- BOARDMAN, John. The value of Google Earth™ for erosion mapping. **Catena**, v. 143, p. 123-127, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2016.03.031>. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.catena.2016.03.031>. Acesso em: 06 de mai. 2023.
- CAMPOS, A. A. C. **Condicionamento dos processos erosivos na área urbana de Buriticupu - MA**: o caso da voçoroca do bairro Santos Dumont. 2019. Dissertação (Mestrado em geografia) – Centro de Educação Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2019. Disponível em: <http://repositorio.uema.br/jspui/handle/123456789/1692>. Acesso em: 05 mai. 2023.
- FRÓES, R. **Entenda o que são as voçorocas que formam crateras e abismos de terra no Maranhão**. G1 Maranhão. Maranhão. 2 de maio de 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/ma/maranhao/noticia/2023/05/02/entenda-o-que-sao-as-vocoro-o.ghtml>. Acesso em: 10 de jun. 2023.
- IBGE. **Cidades**. Buriticupu: IBGE, 2022. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/perfil.php?codmun=210232&search=maranhao|buriticupu>. Acesso em: 05 de mai. 2023.
- INMET. **Dados climáticos da estação Buriticupu TRMM. 8507**, 2018. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>. Acesso em: 08 de jun. 2023.
- MORGAN, R. P. C. **Soil erosion & conservation**. 3. ed. Blackwell Publishing: Cornwall, 2005. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=j8C8fIPNOkC&oi=fnd&pg=PR7&dq=Soil+erosion+and+conservation&ots=wpSaGYSeGj&sig=Sq_bOHPneWa0GT7Mk9tNzBAwXuY#v=onepage&q=Soil%20erosion%20and%20conservation&f=false. Acesso em: 10 de abr. 2023.
- PINTO, B. L.; ARAÚJO, H. M. Comportamento geomorfológico de uma voçoroca no município de Tucano – semiárido baiano. **Revista de Geografia**, 37, n. 2, p. 385 – 404, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.51359/2238-6211.2020.244273>. Acesso em: 23 de jun. 2023.
- RIBEIRO, Vitor Hugo Oliveira. **Análise da problemática causadores de erosões em áreas urbanas: estudo de caso Paraíso do Tocantins**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil). Centro Universitário



Luterano de Palmas, Palmas, 2018. Disponível em: <http://ulbrato.br/bibliotecadigital/publico/home/documento/791>. Acesso em: 10 de abr. 2023.

VITTE, A. C.; VILELA FILHO, L. R. V. Estimativa de perdas de solos em uma bacia hidrográfica sob o cultivo de frutíferas, no município de Valinhos (SP). **GEOUSP Espaço e Tempo (Online)**, v. 10, n. 1, p. 45-64, 2006. DOI: 10.11606/issn.2179-0892.geousp.2006.74007. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/74007> . Acesso em: 15 de jun. 2023.



SUSTENTABILIDADE NA AGRICULTURA EM BALSAS: SUPERANDO DESAFIOS NA PRODUÇÃO DE PRODUTOS NATURAIS

Diogo Brandão da Silva ¹
Fabio dos Santos Sousa Junior ²
Karem de Sousa Silva ³
Thiago dos Santos Rodrigues ⁴
Cláudio de Araújo Neto ⁵

RESUMO

O estudo realizado tem como enfoque a necessidade urgente de transição para uma agricultura mais sustentável na região, com um foco particular na agricultura familiar. O referencial teórico-metodológico deste estudo baseou-se na análise das práticas agrícolas sustentáveis, com ênfase na agricultura orgânica, e sua influência na saúde da população e na preservação ambiental. A síntese do trabalho consistiu na investigação das práticas agrícolas sustentáveis e seu impacto na comunidade local. O estudo adotou uma abordagem abrangente, que incluiu a coleta de dados por meio de questionários aplicados a lojas de produtos naturais. Esses questionários exploraram a contribuição dessas lojas para o comércio local, destacando como a colaboração entre agricultores familiares e essas lojas é benéfica. Os principais resultados obtidos ressaltaram a importância da conscientização e da colaboração entre diferentes setores da sociedade. O estudo demonstrou que a adoção de práticas agrícolas sustentáveis, como a agricultura orgânica, não apenas promove a saúde da população local, fornecendo alimentos mais saudáveis, mas também contribui significativamente para a preservação do meio ambiente, reduzindo a contaminação do solo e da água. Além disso, o estudo destacou o papel fundamental do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) na promoção da agricultura familiar em Balsas. O Pronaf proporciona acesso a crédito e assistência técnica, resultando em impactos positivos na renda e qualidade de vida das famílias rurais. Essa abordagem fortalece a segurança alimentar na região e estimula a economia local. Este estudo contribui significativamente para ampliar a conscientização sobre a importância da agricultura sustentável, do Pronaf e das parcerias entre agricultores familiares e lojas locais.

¹ Graduando do Curso de Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Maranhão - UFMA, diogo.brandao@discente.ufma.br

² Graduando do Curso de Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Maranhão - UFMA, fabio.ssj@discente.ufma.br

³ Graduando do Curso de Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Maranhão - UFMA, sousa.karem@discente.ufma.br;

⁴ Graduando do Curso de Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Maranhão - UFMA, thiago.rodrigues1@discente.ufma.br;

⁵ Professor do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Maranhão - UFMA, claudio.neto@ufma.br;



Palavras-chave: agricultura sustentável; Pronaf; parcerias locais; segurança alimentar; meio ambiente.

INTRODUÇÃO

A análise dos caminhos da agricultura brasileira em direção à sustentabilidade indica duas alternativas distintas, mas que se complementam: a contínua introdução de inovações na chamada agricultura intensiva, tornando a cada vez mais responsável em termos ambientais e de saúde pública; e o rápido crescimento da agricultura orgânica e de outros sistemas agroecológicos. Na agricultura intensiva, ganham destaque, pela extensão da área de adoção em diferentes cultivos, tecnologias tais como: variedades e raças com resistência a pragas e doenças e adaptadas para condições ambientais específicas; manejo integrado de pragas e as técnicas a ele associadas; sistema de plantio direto e fixação biológica de nitrogênio. Ainda mais, essa agricultura passa a incorporar em resposta às exigências do mercado, a certificação de qualidade do produto e do meio ambiente no processo produtivo (Kitamura, 2003, p.1).

Diante disso, é evidente a relação intrínseca entre agricultura e segurança alimentar por conta disso vem ganhando uma relevância cada vez maior em um cenário global onde a demanda por alimentos seguros e saudáveis está em constante ascensão. A agricultura, historicamente considerada a base da subsistência humana, desempenha um papel crítico na capacidade global de garantir o acesso a alimentos adequados para uma população que não para de crescer. No entanto, as práticas agrícolas convencionais, marcadas pelo uso excessivo de defensivos agrícolas, degradação dos solos e ameaça à biodiversidade, geram preocupações significativas. Diante dessas preocupações, surge a urgência de explorar abordagens alternativas que possam atender às demandas alimentares atuais sem comprometer a habilidade das gerações futuras de atenderem às próprias necessidades.

Nesse contexto, a agricultura sustentável emerge como um paradigma e uma potencial solução para os desafios enfrentados. A busca por práticas agrícolas mais sustentáveis não se limita apenas à preservação dos recursos naturais, mas também está intrinsecamente ligada à promoção da saúde e do bem-estar das pessoas. Este artigo científico tem como objetivo principal examinar a influência da agricultura



sustentável e da produção de alimentos provenientes dela na saúde e no bem-estar da população. Busca-se evidenciar as barreiras enfrentadas na fomentação da produção de produtos naturais provenientes de agriculturas sustentáveis locais em Balsas, Maranhão, considerando seu contexto específico.

Além disso, será analisado o papel do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) na agricultura familiar da cidade de Balsas, Maranhão, e como as casas de produtos naturais na região podem se beneficiar com o incentivo do Pronaf. Buscou-se compreender como a colaboração entre essas empresas privadas e os agricultores familiares pode contribuir para a segurança alimentar local. A hipótese central a ser abordada é a de que a adoção de práticas agroecológicas constitui uma maneira viável para alcançar a segurança alimentar, considerando não apenas a quantidade, mas também a qualidade dos alimentos produzidos, bem como a preservação do ambiente que sustenta essa produção. Esta abordagem, além de representar um novo paradigma tecnológico, está se transformando em um novo movimento social, unindo indivíduos e comunidades em torno de objetivos compartilhados. A sinergia entre a evolução técnica e a mobilização social fortalece a coesão e a determinação na busca por práticas agrícolas mais sustentáveis.

Outrossim, traz também à tona a importância de entender a evolução da agricultura, incluindo a Revolução Verde, no contexto da busca por práticas agrícolas mais sustentáveis. A Revolução Verde, que marcou uma fase importante na agricultura moderna ao aumentar a produção de alimentos, também destacou os desafios associados ao uso intensivo de insumos químicos e monoculturas. Essa abordagem, embora tenha trazido benefícios significativos em termos de produção de alimentos, suscitou preocupações ambientais e de saúde pública. Espera-se que esta pesquisa contribua para ampliar a conscientização sobre a importância da agricultura sustentável e da agroecologia como parte integrante desse movimento social.

Ademais, a pesquisa visa auxiliar na formulação de políticas públicas que incentivem a adoção de práticas sustentáveis tanto no setor agrícola quanto no comércio de produtos naturais. Ao fazê-lo, espera-se assegurar não apenas a segurança alimentar imediata, mas também a preservação dos recursos naturais a longo prazo, garantindo um futuro saudável e próspero para as gerações vindouras. Portanto, a agricultura sustentável e a agroecologia representam não apenas um novo



paradigma, mas também um novo movimento social em prol da segurança alimentar e da sustentabilidade ambiental.

METODOLOGIA

Para compreender o cenário de produtos naturais em Balsas e suas práticas sustentáveis, adotou-se uma abordagem metódica. Inicialmente, a seleção criteriosa dos participantes, incluindo representantes da Biomundo (loja de produtos naturais) e lojistas locais, visou capturar perspectivas diversas e abrangentes sobre a temática. A obtenção de informações se deu por meio de entrevistas detalhadas com os representantes da loja. O foco dessas entrevistas foi desvelar as práticas adotadas pelas empresas, suas missões, os desafios enfrentados no setor e as parcerias estabelecidas. Paralelamente, observou-se diretamente as práticas de sustentabilidade implementadas pela loja permitindo uma compreensão mais ampla do funcionamento e das iniciativas sustentáveis no mercado local. Além das entrevistas, realizou-se uma análise das respostas dadas pelos representantes e registros fornecidos pela loja. Essa análise complementar visou aprofundar as informações obtidas nas entrevistas, incluindo detalhes sobre práticas de qualidade, seleção de fornecedores certificados e as estratégias de manejo de resíduos adotadas pela loja.

Durante todo o processo de pesquisa, foram observadas as considerações éticas, garantindo o consentimento dos participantes para o uso das informações obtidas. Medidas rigorosas de anonimato e confidencialidade foram implementadas para salvaguardar a identidade dos envolvidos, respeitando os protocolos éticos de pesquisa. Ao reconhecer a possibilidade de limitações, como restrições de acesso a determinadas informações, essas considerações foram devidamente levadas em conta para contextualizar e interpretar os resultados obtidos. Ancorada em entrevistas, observações diretas e análises de respostas, foi essencial para compreender as práticas e perspectivas das empresas, como a Biomundo, no contexto de produtos naturais em Balsas.



RESULTADOS E DISCUSSÕES


A agricultura intensiva brasileira vem avançando lentamente na busca de tecnologias e processos que minimizem problemas de poluição e degradação dos recursos naturais e que ao mesmo tempo ofereçam produtos seguros para a saúde do consumidor final. Sem dúvida, o principal eixo das inovações em curso é a procura da redução/ eliminação do uso de agrotóxicos e conseqüentemente dos seus impactos socioambientais. De um lado, tecnologias tais como o melhoramento genético para resistência a pragas e doenças e para condições ambientais específicas, o manejo integrado de pragas (MIP) Figuras 1 e 2 e as técnicas a ele associadas, o sistema de plantio direto e a fixação biológica de nitrogênio Figura 3, conhecidas dos agricultores brasileiros desde a década de setenta, ganham destaque agora pela extensão da área de adoção, como também pela diversidade de cultivos beneficiados. Dentro desse conjunto, o plantio direto passa a ser encarado como uma espécie de plataforma de produção, à qual os sistemas de produção podem ser adaptados (Kitamura, 2003, p.1). Diante desse contexto, é lógico a força que esse tema tem e que se for por esse rumo não só o Brasil, mas o mundo se tornará mais saudável e começará a produzir mais sem que haja interrupções com o fluxo da natureza.

De acordo com Silva (1995), decorridos mais de 30 anos após a (Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento) no Rio92, nosso desempenho para com outros países de primeiro mundo que adotaram essas questões mais intensivamente, é muito tímido, embora obtivamos avanços significativos nos últimos anos em busca desse aspecto. Timidez essa, que está diretamente ligada não só a politicagem tardia e ineficaz, mas também em assuntos como conscientização de todas as esferas dos meios de produção mais adequados a situação em que vivemos. Diferentemente do Brasil, as economias pós industriais, estão bem mais afrente sobre como melhorar a quantidade e qualidade do alimento, pois adotam sistema proposto na Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico – OCDE, que usam de insumos da industrialização e meio mecânicos próprios para avançar na sustentabilidade, focando em resolver problemas exclusivamente com adaptação rural sustentável, tentando mitigar



entraves como a poluição, contaminação, problemas oriundos da agricultura intensa, renda, emprego e gestão de espaço.

Figura 1 – Manejo de pragas integrado.



Espécie	Classificação	Grupo	Principais alvos
<i>Amblyseius tamatavensis</i>	Ácaro	Predador	Mosca-branca
<i>Neoseiulus californicus</i>	Ácaro	Predador	Ácaro-rajado
<i>Phytoseiulus macropilis</i>	Ácaro	Predador	Ácaro-rajado
<i>Stratiolaelaps scimitus</i>	Ácaro	Predador	Fungus gnats
<i>Cotesia flavipes</i>	Inseto	Parasitoide larval	Broca-da-cana-de-açúcar
<i>Cryptolaemus montrouzieri</i>	Inseto	Predador	Cochonilha-rosada
<i>Orius insidiosus</i>	Inseto	Predador	Tripes
<i>Trichogramma galloi</i>	Inseto	Parasitoide de ovos	Broca da cana-de-açúcar
<i>Trichogramma pretiosum</i>	Inseto	Parasitoide de ovos	Lepidópteros
<i>Telenomus podisi</i>	Inseto	Parasitoide de ovos	Percevejo-marrom
<i>Habrobracon hebetor</i>	Inseto	Parasitoide larval	Traças de produtos armazenados

Fonte: Sementes Biomatrix (2021).

Figura 2 – Manejos aplicado



Fonte: Silva (2020).



Figura 3 – Fixação biológica do nitrogênio



Fonte: Digifarmz Smart Agriculture (2021).

É evidente que a implementação de medidas para aprimorar os meios de produção não é apenas uma necessidade global, mas também uma urgência em nível nacional, incluindo todas as cidades brasileiras. Um exemplo notável é Balsas, uma cidade situada no sul do Maranhão, que enfrenta seus próprios desafios e oportunidades no contexto do desenvolvimento sustentável. Historicamente, a cidade de Balsas, localizada no sul do Maranhão, teve sua fundação em 23 de maio de 1882, era chamada de Santo Antônio de Balsas e, posteriormente, passou a ser denominada apenas Balsas, a região foi associada à criação de gado e cultivos de subsistência.

Hodierno, Balsas continua sendo não só uma referência em questões voltadas a produção de grãos no sul do estado, mas também em promoção de formação de profissionais na saúde, educação e na segurança. Tendo isso como base, verifica-se a crescente mudança do cenário da cidade e das pessoas que nela veem a oportunidade de viver bem e em equilíbrio, consumindo produtos cada vez mais saudáveis, sem uso de conservantes ou agrotóxicos, além de serem orientados por agentes capacitados e que possuem vínculos com lojas locais que comercializam, priorizam a saúde e o bem-estar da população, com sua imensa variedade de produtos naturais, de origem vegana e com selos de pactos ambientais. A cidade já possui pactos vigentes como o Pacto Regional PCI Região de Balsas, que foi formalizado em novembro de 2020, é um acordo que envolve 12 municípios e 37 signatários representando setores público e privado, bem como organizações da sociedade civil na região do Maranhão, Brasil. Esse pacto tem como objetivo promover



o desenvolvimento sustentável da região até 2030, com ênfase em três áreas principais: Produzir, Conservar e incluir.

Nesse sentido, no que envolve a busca por alimentos mais saudáveis, que não afetam o meio de formas agressivas e que usem de manejos de animais de forma adequada, está sendo cada vez mais buscado pelo público na cidade de Balsas, segundo um dos representantes da Biomundo, loja referência em produtos derivados de fontes certificadas e que não agredem o meio ambiente, a sua principal missão é promover a melhoria da qualidade de vida e perspectiva dos seus clientes, aproveitando a localização privilegiada no polo de referência em saúde, oferecendo produtos e serviços que contribuam para o bem-estar e o cuidado com a saúde de todos. Um dos exemplos frisados foram os alimentos da linha granel que não há teor de açúcar e sódio, e não são fritos, são produtos com selos orgânicos e veganos como vinagre de maçã. Além disso castanhas, cereais e grãos, Figura 4, são adquiridos por meio de uma seleção de fornecedores certificados, confiáveis, que usam de medidas de sustentabilidade e possuem pactos ambientes ecológicos. Em relação a qualidade, na hora da comercialização usa-se de sistemas a vácuo, onde o que será vendido sairá e o restante ficará dentro sem nenhum contato com ar, destacando que os de degustação ficam em potes diferentes dos de venda, ou seja, existe justamente essa separação para evitar ao máximo o contato com o exterior sem comprometer o alimento e o preservando para uma melhor comercialização.

Figura 4 – Castanhas e aveias da linha granel



Fonte: autoria própria (2023)



Em relação a parcerias da loja, foi informado, infelizmente, que não há incentivos público-privado, não existem compras de mercadorias de fornecedores locais, tão pouco parcerias com grupos da agricultura familiar da cidade. Houve parceria com um fornecedor de bananas, que com as quais se produziam bananas chips assadas sem conservantes e sem teor de sódio ou açúcares, mas por conta da exigência do não uso de agrotóxicos no plantio da banana, a parceria teve que ser desfeita, “porque não se pode vender um produto com irregularidades para o consumidor, senão, não estaríamos vendendo saúde”, relata a representante da Biomundo. Nesse contexto, sobre as medidas e práticas relacionadas ao adequado descarte e redução de resíduos provenientes da loja, foi informado o uso de sacolas biodegradáveis Figura 5, as quais reduzem muito o acúmulo de resíduos sólidos na terra e nos oceanos, além de usarem as de pano, permitindo a reutilização da mesma pelos clientes e inviabilizando o uso de sacolas convencionais. Já os resíduos são jogados diretamente no lixo, pois não se tem parcerias com cooperativas que possam reaproveitar esses resíduos.

Figura 5 – Sacola biodegradável.



Fonte: autoria própria (2023).

Em resumo nota-se um mercado em grande expansão o de produtos naturais e serviços provenientes de produtores que se preocupam com os efeitos dos seus produtos e do consumo no ecossistema e na saúde das pessoas. Nesse aspecto, acredita-se que para uma maximização da agricultura sustentável a criação de parcerias entre grupos familiares de agricultores e lojas de produtos naturais em Balsas pode ser altamente benéfica tanto para os produtores quanto para os varejistas. Essas parcerias podem fortalecer a cadeia de suprimentos de produtos



naturais, promover a agricultura sustentável e proporcionar aos consumidores acesso a produtos frescos e saudáveis. Veja como essas parcerias podem funcionar:

Fornecimento de Produtos Locais: Grupos familiares de agricultores podem fornecer uma ampla variedade de produtos naturais e orgânicos diretamente às lojas de produtos naturais. Isso inclui frutas, legumes, ervas, ovos, carnes, laticínios e muito mais, cultivados localmente de maneira sustentável. **Qualidade e Frescor:** Os produtos locais costumam ser mais frescos e de melhor qualidade, pois não passam por longos períodos de transporte. Isso é especialmente valioso para lojas de produtos naturais, onde os clientes valorizam a qualidade e o frescor. **Diversificação de Produtos:** Agricultores familiares podem trabalhar juntos para diversificar a oferta de produtos, permitindo que as lojas ampliem seus catálogos e atendam a uma variedade de demandas dos clientes. **Colaboração na Promoção:** As lojas de produtos naturais podem colaborar com os agricultores locais na promoção de seus produtos. Isso pode incluir destaque nas prateleiras, identificação dos produtores nas embalagens e ações de marketing conjuntas.

Segundo Silva (1995), dependendo do contexto e da perspectiva em que é abordada a agricultura sustentável pode ser considerada tanto um paradigma quanto um movimento social, pois ela representa uma mudança fundamental na abordagem da agricultura, no modo em de cultivo, manejo de recursos naturais e a produção de alimentos são realizadas de uma forma que atende as necessidades que se encontra presentes de uma maneira que não possa comprometer a capacidade das gerações futuras de atender as suas próprias necessidades. Como um paradigma a agricultura acaba por envolver uma transformação profunda nas práticas agrícolas, de modo que ela incorpora os princípios como a conservação do solo, uso responsável da água, redução de resíduos e emissões de gases de efeito estufa, promoção da biodiversidade e respeito as questões sociais e econômicas ligadas a agricultura.

De fato, quando se fala de tornar o mundo um ambiente sustentável, falamos de toda uma camada social que poderá tornar isso possível, por isso também é de suma importância sabermos escolher quem ficara responsável por essas ações de melhoria e é nesse movimento social que teremos a oportunidade de escolher quem fará a agricultura alternativa e inscrever na agenda política essa temática, para um processo de desenvolvimento que seja efetivamente sustentável para todos. A cidade de Balsas



considerada como a cidade polo agrícola do maranhão por fornecer grãos como soja, adotando técnicas como a conservação do solo, reduzindo o uso de pesticidas e fertilizantes químicos e implementando sistemas de irrigação mais eficientes estará contribuído com as práticas sustentáveis que podem ajudar a preservar esses recursos para as gerações futuras. Nota-se a transição para práticas sustentáveis está resultando em alimentos mais saudáveis e nutritivos. A produção de alimentos orgânicos e naturais está em ascensão, atendendo à crescente demanda da população por opções alimentares de alta qualidade.

O suporte governamental é fundamental para impulsionar a transição para a agricultura sustentável. Políticas que ofereçam incentivos fiscais, subsídios e acesso facilitado a créditos para práticas agrícolas sustentáveis são essenciais. Isso criará um ambiente propício para que mais agricultores adotem essas práticas. Apesar dos avanços, existem desafios a serem superados. A resistência à mudança e a falta de conhecimento sobre práticas sustentáveis ainda são obstáculos significativos. Estratégias de conscientização e capacitação devem ser implementadas para abordar essas barreiras e garantir uma transição suave. O estudo ressalta a importância de olhar para o futuro da agricultura em Balsas com otimismo. A sustentabilidade na agricultura não é apenas uma necessidade, mas uma oportunidade de garantir um futuro alimentar seguro e sustentável para todos. A pesquisa aponta para um caminho promissor e a necessidade contínua de investimentos, inovações e colaborações para alcançar esse objetivo.

A busca pela sustentabilidade na agricultura em Balsas é um passo em direção a um modelo agrícola que prioriza a harmonia entre as atividades humanas e o meio ambiente. A transição para práticas sustentáveis não só beneficiará os agricultores e consumidores, mas também contribuirá para a preservação dos recursos naturais, a proteção da biodiversidade e a mitigação das mudanças climáticas. Portanto, é essencial continuar a pesquisa e a implementação de estratégias que promovam uma agricultura verdadeiramente sustentável e que atenda às necessidades presentes sem comprometer as futuras gerações.

De acordo com Silva (1995), decorridos mais de 30 anos após a (Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento) no Rio92, nosso desempenho para com outros países de primeiro mundo que adotaram essas



questões mais intensivamente, é muito tímido, embora obtivamos avanços significativos nos últimos anos em busca desse aspecto. Timidez essa, que está diretamente ligada não só a politicagem tardia e ineficaz, mas também em assuntos como conscientização de todas as esferas dos meios de produção mais adequados a situação em que vivemos. Diferentemente do Brasil, as economias pós industriais, estão bem mais afrente sobre como melhorar a quantidade e qualidade do alimento, pois adotam sistema proposto na Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico – OCDE, que usam de insumos da industrialização e meio mecânicos caminhos, esses próprios para avançar na sustentabilidade, focando em resolver problemas exclusivamente com adaptação rural sustentável, tentando mitigar entraves como a poluição, contaminação, problemas oriundos da agricultura intensa, renda, emprego e gestão de espaço.

É evidente que a implementação de medidas para aprimorar os meios de produção não é apenas uma necessidade global, mas também uma urgência em nível nacional, incluindo todas as cidades brasileiras. Um exemplo notável é Balsas, uma cidade situada no sul do Maranhão, que enfrenta seus próprios desafios e oportunidades no contexto do desenvolvimento sustentável. Historicamente, a cidade de Balsas, localizada no sul do Maranhão, teve sua fundação em 23 de maio de 1882, era chamada de Santo Antônio de Balsas e, posteriormente, passou a ser denominada apenas Balsas, a região foi historicamente associada à criação de gado e cultivos de subsistência.

Segundo Brito *et al.* (2021), a transformação na agricultura de Balsas ocorreu com a expansão da cultura da soja a partir de 1990, atraindo investimentos em infraestrutura de transporte e resultando em um aumento populacional devido a migrações em busca de emprego. A agricultura familiar na região, voltada para subsistência e a comercialização de culturas alimentares, coexiste com o agronegócio, com destaque para a produção de grãos como milho, feijão e soja. No entanto, a agricultura familiar tradicional foi negligenciada em favor das empresas agrícolas, que receberam subsídios para compra de terras e insumos. Isso gerou desafios para os agricultores familiares que dependiam da terra para sua subsistência. Balsas possui uma extensa área rural, com alguns povoados distantes mais de 300 km da sede. Hoje em dia, a cidade se destaca como um centro econômico na região



sul do Maranhão, mas enfrenta desafios em equilíbrio sustentável e na segurança alimentar, além do desenvolvimento do agronegócio com o apoio à agricultura familiar. A região é conhecida por sua participação na chamada região do MATOPIBA, que inclui parte dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, e desempenha um papel significativo na produção agrícola do país.

CONSIDRAÇÕES FINAIS

O estudo ressalta a importância de olhar para o futuro da agricultura em Balsas com otimismo. A sustentabilidade na agricultura não é apenas uma necessidade, mas uma oportunidade de garantir um futuro alimentar seguro e sustentável para todos. A pesquisa aponta para um caminho promissor e a necessidade contínua de investimentos, inovações e colaborações para alcançar esse objetivo. A busca pela sustentabilidade na agricultura em Balsas é um passo em direção a um modelo agrícola que prioriza a harmonia entre as atividades humanas e o meio ambiente. A transição para práticas sustentáveis não só beneficiará os agricultores e consumidores, mas também contribuirá para a preservação dos recursos naturais, a proteção da biodiversidade e a mitigação das mudanças climáticas. Portanto, é essencial continuar a pesquisa e a implementação de estratégias que promovam uma agricultura verdadeiramente sustentável e que atenda às necessidades presentes sem comprometer as futuras gerações.

REFERÊNCIAS

BRITO, M. de S.; BERHALDO, K. A.; SOUSA, D. N. de.; GONÇALVES, L. M. Políticas públicas para a agricultura familiar: análise do PRONAF nas comunidades rurais de Balsas/MA. **Humanidades & Inovação**, v. 8, n. 56, p. 41- 57. 2021. Disponível em: <https://revista.unitins.br/index.php/humanidadeseinovacao/article/view/4111>. Acesso em: 23 nov. 2023.

DIGIFARMZ SMART AGRICULTURE. **Fixação biológica de nitrogênio (FNB)**. 2021. Disponível em: <https://www.digifarmz.com/blog/fixacao-biologica-nitrogenio/>. Acesso em 07 set. 2023.

KITAMURA, P. C. Agricultura sustentável no Brasil. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, (27), p. 7-28, 2003. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/15041/1/KitamuraAgricultura6406.pdf.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2023.



SEMENTES BIOMATRIX. **Controle biológico de pragas:** uso imprescindível. 2021
Disponível em: <https://sementesbiomatrix.com.br/blog/fitossanitario/manejo-de-pragas/control-biologico/> . Acesso em: 07 set. 2003.

SILVA, J. G. da. Agricultura sustentável: um novo paradigma ou um novo movimento social? **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 25, n. 11, 1995. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/ie/1995/tec1-1195.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2023.

SILVA, J. S. M. da. **Manejo integrado de pragas e rastreabilidade.** 2020.
Disponível em: <https://hortify.app/2020/05/26/manejo-integrado-de-pragas/> , acesso em: 07 set. 2003.



LINHAS DE TRANSMISSÃO DE ALTA TENSÃO E A SAÚDE DAS PESSOAS

Douglas Jose Araujo de Castro ¹
Raimundo Nonato Diniz Costa Filho²

RESUMO

Neste trabalho apresenta-se uma análise dos impactos na saúde das pessoas tendo em vista a exposição a campos eletromagnéticos gerados por linhas de transmissão de alta tensão. Há mais de cem anos que os seres humanos são expostos há campos eletromagnéticos gerados por linhas de transmissão de alta tensão e poucos estudos foram realizados sobre a temática. A análise foi obtida através de uma pesquisa bibliográfica acerca do assunto na literatura especializada. Não houve um consenso nos trabalhos pesquisados. Sendo assim, devido às incertezas que existem neste tema, é recomendado seguir as normativas nacionais e internacionais.

Palavras-chave: campos eletromagnéticos; linhas de transmissão; saúde humana.

INTRODUÇÃO

A exposição a ondas eletromagnéticas não é um fenômeno novo. Entretanto, com o advento da tecnologia, aumento da demanda e dependência da energia elétrica, a exposição a campos eletromagnéticos tem aumentado constantemente. Embora sejam conhecidos os enormes benefícios do uso da eletricidade na vida cotidiana, as consequências na saúde humana devido à exposição às ondas eletromagnéticas desta natureza são uma incógnita (Seddeq; Khawas, 2012).

Ondas eletromagnéticas (EM) são oscilações geradas por campos elétricos e magnéticos variáveis. Exemplos típicos de ondas EM incluem ondas de rádio, os sinais de TV, os feixes de radar e a energia elétrica que utilizamos em nossas residências. Todas as formas de ondas EM compartilham três características principais: todas elas viajam em alta velocidade; ao se propagarem apresentam propriedades ondulatórias; elas são irradiadas a partir de uma fonte, sem a necessidade de um meio físico de propagação (Sadiku, 2012).

As ondas EM podem ser propagadas em meios guiados e não guiados. Os meios guiados servem para orientar a propagação de energia de sua fonte até a carga.

¹ Graduando do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Maranhão- UFMA, douglasjose.castro@hotmail.com;

² Professor do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Maranhão - UFMA, raimundo.diniz@ufma.br;



Exemplos de meios guiados são as Linhas de Transmissão (LT) e os guias de ondas. Já os meios não guiados, a energia EM associada à onda plana por uma grande área. Como exemplo de meios não guiados temos os serviços de radiodifusão e TV (Sadiku, 2012).

As linhas de transmissão são normalmente utilizadas nos Sistemas de Elétricos de Potência (SEP) para o transporte de energia elétrica em diferentes níveis de tensão (baixa frequência) e em telecomunicações (altas frequências). No decorrer do texto falaremos de linhas de transmissão referindo-se as LT de alta tensão, pois é o foco da discussão da pesquisa.

A frequência utilizada nas linhas de transmissão é 60 Hz ou 50 Hz dependendo do país (por exemplo, o SEP Brasileiro utiliza 60 Hz). Os efeitos na saúde das pessoas das ondas eletromagnéticas nestas faixas de frequência gerada a partir de linhas de transmissão de alta tensão têm sido praticamente ignorados no Brasil e no resto do mundo. Atualmente no Brasil, a lei estabelece que campos das linhas de transmissão não podem ultrapassar 83 microteslas para a população em geral e 433 microteslas para a população que trabalham diretamente com as linhas e redes de transmissão (RESOLUÇÃO NORMATIVA ANEEL Nº 915, 2021). Entretanto, mesmo sendo um assunto estudado há décadas, poucos trabalhos são apresentados na literatura especializada.

Investigaremos a relação entre as EM geradas pelas linhas de transmissão de alta tensão e doenças em seres humanos. Os cientistas procuram há muito tempo uma relação entre os campos gerados pelas linhas de transmissão de alta tensão e doenças em seres humanos. Porém, há somente suspeitas de certas doenças, como leucemia infantil, que tenham relação com campos EM gerados. Este assunto já foi tema de uma ação submetida aos tribunais de justiça do Brasil. Uma das ações determinou que a Eletropaulo, concessionária de energia do estado de São Paulo, contestou da decisão, que determinou a redução do campo eletromagnético em razão do potencial cancerígeno da radiação. O tema é bem relevante, porém ainda não há consenso na comunidade científica sobre o assunto.

METODOLOGIA

O trabalho seguirá uma metodologia descritiva. O tema é conhecido há um tempo, porém ainda há várias dúvidas na comunidade acadêmica acerca do assunto.



Para alcançar os objetivos propostos uma revisão sistemática da literatura será realizada seguindo as seguintes etapas: (1) localizar e selecionar os estudos na literatura especializada, (2) avaliar a qualidade dos estudos, (3) coletar os dados, (4) analisar e apresentar os resultados e (5) interpretar os resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Da física sabe-se que a corrente elétrica produz um campo magnético em volta dos condutores. Considerando que esses condutores são uma linha de transmissão que faz parte de um sistema elétrico com diferentes níveis de tensão que pode alcançar mais de 1000 kV e milhares de amperes. Com isso justifica-se investigar se essa radiação emitida por Linhas de Transmissão de potência pode causar algum dano para o ser humano, tanto os moradores das proximidades quanto para os profissionais que constantemente estão expostos.

Um estudo não muito recente realizado por profissionais da Fiocruz fez uma análise exploratória da mortalidade por câncer em um grupo de eletricitários do Estado de São Paulo, desenvolvido por consequência do projeto “Esperança de Vida e Mortalidade em Eletricitários do Rio de Janeiro” de 1986 a 1992. O estudo pode levantar diversas causas de mortes, mas considerando a falta de informações das pessoas analisadas, como se fumava, ingeria álcool ou outras atividades de trabalho anterior, a única correlação mais provável existente seria o câncer no cérebro, uma vez que os fatores citados poderiam ser causados ou não pela exposição a ondas EM. Outra limitação do estudo foi a faixa de corte dos eletricitários analisados ser de indivíduos jovens, com tempo de serviço inferior a 15 anos, esse trabalho então pode ser considerado apenas mais um estudo que reforça a literatura existente que aponta uma correlação dessas ondas de baixa frequência com diversos tipos de câncer e outras doenças como alzheimer e depressão (Mattos; Koifman, 1996)

Em um trabalho semelhante a esse, que tentou buscar essa associação entre as LT de baixa frequência e o surgimento de leucemia em crianças, foi analisando os dados de vários estudos Norte Americano e Europeu, tendo a grande maioria sido realizado na década de 90. Como resultado as incidências relativas davam conta de uma correlação existente entre a intensidade do campo magnético e o surgimento de leucemia infantil, mas todos os estudos, principalmente pela amostra ser pequena tem



intervalos de incertezas grandes levando a não aceitação de uma correlação existente, alguns até considerado apenas como levantamento de hipóteses (Mendes, 2010).

Mendes (2010) ainda destaca as recomendações da OMS em 2007 que mesmos considerando um fraco elo entre a leucemia e as EM se justificasse ter precauções quanto aos níveis a que se deve expor as pessoas a esse tipo de radiação, levando a organização a dar instruções clara as nações de como devem proceder sem que isso cause algum prejuízo a saúde nem tão pouco aos benefícios da energia elétrica.

São investigados vários mecanismos que possa causar câncer, tanto em crianças como em adultos. As principais linhas de raciocínio levavam a medir a intensidade dos campos elétricos e magnéticos, supondo ter uma interação direta do campo EM com a estrutura biológica, mas uma forma alternativa a ser avaliada são os íons que é produzido nas proximidades dessas grandes linhas de transmissão, esses íons ficam suspensos no ar podendo se unir a micro partículas, ficando assim suspensa como aerossóis, podendo ser inalados e se instalarem, tanto na boca como no aparelho respiratório além de toda a extensão da pele (Toledano *et al.*, 2020).

Buscando uma correlação entre a quantidade desses íons em curtas distancias das LT, foi investigado com relação à densidade de íons no ar, modelada por 3 cm² dentro de 600m (análise de foco na boca, pulmão, respiração) e calculado o campo elétrico dentro de 25 m (com foco na análise de pele não melanoma) sobre linhas de alta tensão nas principais linhas de energia na Inglaterra e no País de Gales, 1974–2008. Mesmo com as limitações do estudo, devido a fatores como direção do vento que leva as partículas em direções determinadas, não pode ser encontrado qualquer tendência de risco aumentado por esse fator específico (Toledano *et al.*, 2020)

Medindo a distribuição da intensidade dos campos EM de LT, mais especificamente com tensão de 400KV, o trabalho de Lunca, Ursache e Salceanu (2018) estabelece medidas tiradas de dois projetos realizados recentemente no sistema de energia da Romênia, com circuito simples e duplo e compara com os limites de exposição estabelecidos pela Comissão Internacional de Proteção contra Radiação Não Ionizante para o público em geral. Os cálculos foram realizados por ferramentas especializadas que abordam de forma analítica gerando estatísticas em

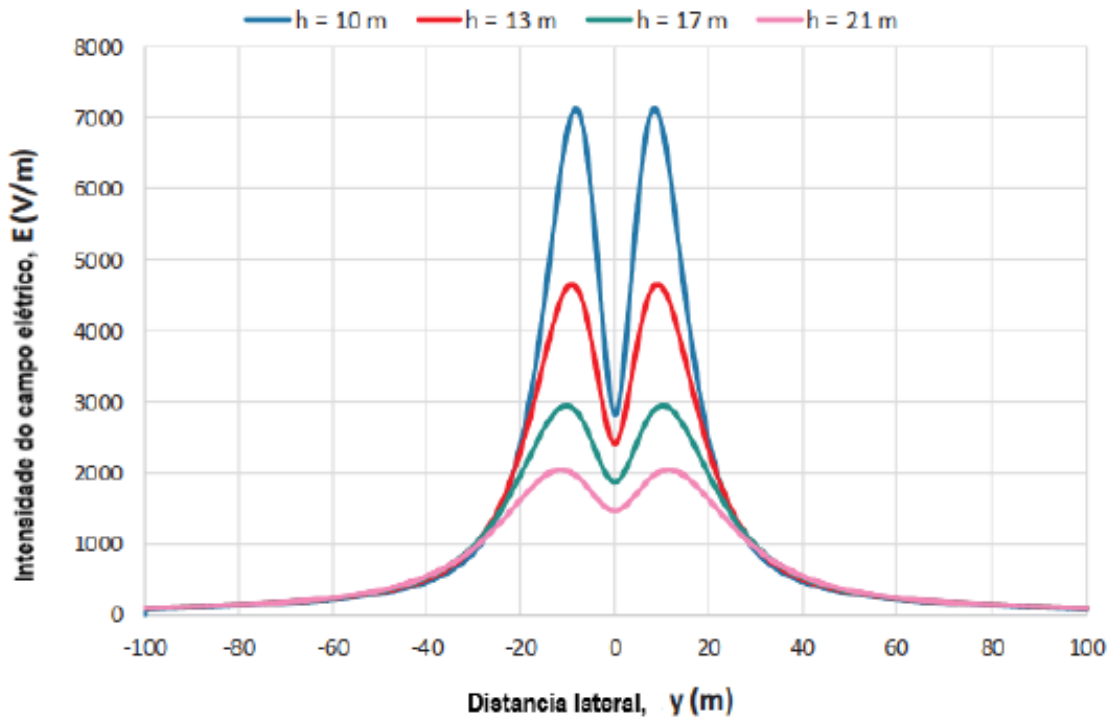


2D, sendo esses comparados com cálculos de elementos finitos, usados com finalidade de validação.

Por consenso muitas organizações científicas atualmente não classifica a exposição à radiação das LT hoje normalmente instaladas como um risco a moradores e trabalhadores, porém o critério adotado para tal, pode não ser o melhor, tendo em vista que as normas de proteção não compreendem a possibilidade do risco aumentado de câncer ou outras doenças de uma exposição a longo prazo, se reservando a proteger as pessoas apenas contra campos EM que possam gerar correntes elétricas maiores que as produzidas pelo cérebro humano (Lunca; Ursache; Salceanu, 2018).

As Figuras 1 e 2, têm-se gráficos com a intensidade dos campos elétricos e magnéticos, respectivamente em perspectiva lateral da LT de circuito único para diferentes alturas 10 m, 13 m, 17 m e 21 m

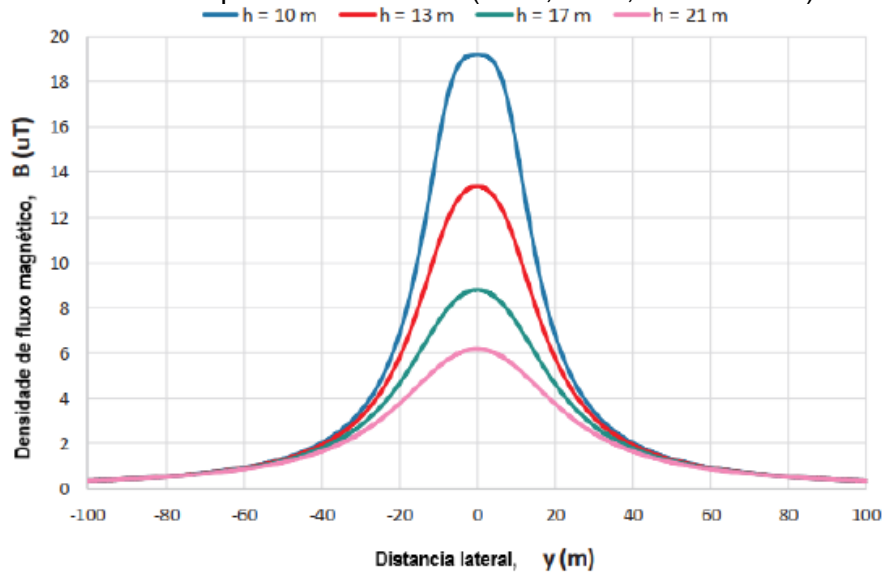
Figura 1 – Perfis laterais da intensidade do campo elétrico RMS da LT de circuito único de 400 kV para várias alturas (10 m, 13 m, 17 m e 21 m).



Fonte: Lunca, Ursache e Salceanu (2018).



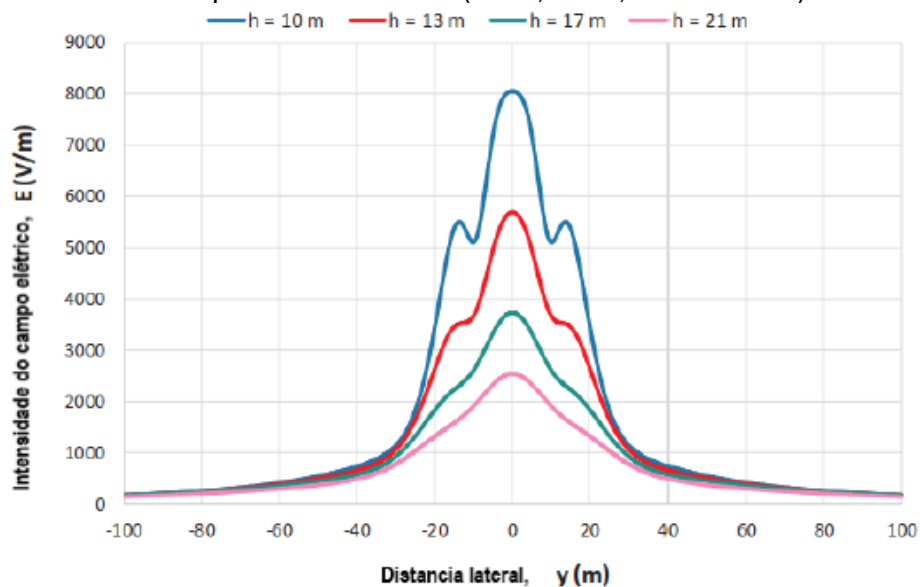
Figura 2 – Perfis laterais da intensidade do campo magnético RMS da LT de circuito único de 400 kV para várias alturas (10 m, 13 m, 17 m e 21 m)



Fonte: Lunca, Ursache e Salceanu (2018).

As Figuras 3 e 4 apresentam curvas da intensidade dos campos elétricos e magnéticos em perspectiva lateral da LT de circuito duplo para diferentes alturas 10 m, 13 m, 17 m e 21 m, respectivamente. O fato de as LT terem dois circuitos, causam uma diferença significativa nos valores observados.

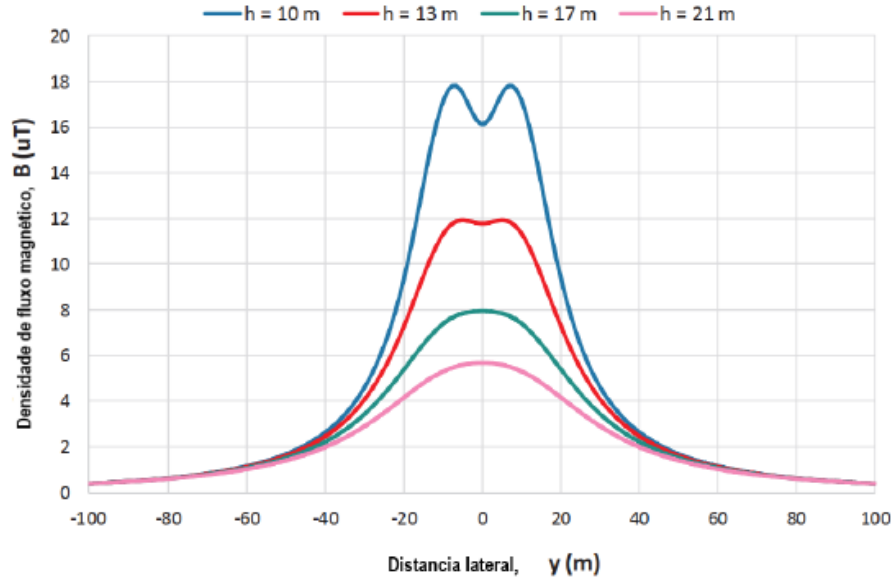
Figura 3 – Perfis laterais da intensidade do campo elétrico RMS da LT de circuito duplo de 400 kV para várias alturas (10 m, 13 m, 17 m e 21 m).



Fonte: Lunca, Ursache e Salceanu (2018).



Figura 4 – Perfis laterais da intensidade do campo magnético RMS da LT de circuito duplo de 400 kV para várias alturas (10 m, 13 m, 17 m e 21 m).



Fonte: Lunca, Ursache e Salceanu (2018).

O estudo desenvolvido por Lunca, Ursache e Salceanu (2018) não tem como objetivo estabelecer se há riscos em está exposto aos campos medidos, mas apresenta simulações relativo a temática do trabalho. A intensidade do campo elétrico a 1 m acima do solo excede o limite da Comissão Internacional de Proteção Contra Radiação Não Ionizante (ICNIRP) para o público em geral nas duas linhas de transmissão, com o valor mais alto, 8053,3 V/m (1,61 vezes maior que o limite), sendo registrado sob a linha de circuito duplo. A maior densidade de fluxo magnético é registrada na linha de circuito único de 400 kV, 19,18 μ T (para correntes de fase de 1000 A), mas esse valor é mais de 5 vezes abaixo do limite da ICNIRP para o público em geral. Estando dentro dos limites estabelecidos em todas as áreas externas de segurança/proteção de LTs (37,5 m da linha central).

A ICNIRP tem o objetivo de estabelecer proteção aos seres humanos expostos a essas faixas de frequência em todos os aspectos de saúde. Para isso são estabelecidos limiares máximos de tensão induzidas no interior do corpo para não haver prejuízo a saúde ou a ocorrência de efeitos adversos.

Para estabelecer os valores de referência foi utilizado a modelagem matemática utilizando dados publicados (Dimbylow 2005, 2006). Esses valores foram definidos usando o valor de máxima acoplagem do campo com o indivíduo exposto e para



garantir a máxima proteção as incertezas também foram levadas em consideração, como mostra as Tabelas 1, 2 e 3.

A lei brasileira que estabelece esses limites de exposição é a Lei Nº 11.934 (Brasil, 2009), e define os limites máximos ao qual o público em geral e os trabalhadores podem se expor, tendo em vista as discussões existentes sobre o tema e a legislação obsoleta a qual tínhamos antes. Assim como acontece em muitos outros países, o Brasil estabeleceu, portanto, as recomendações da OMS (Organização Mundial da Saúde) que recomenda o estabelecimento das normas definida pela ICNIRP. Definindo por sequência as sanções aplicadas ao descumprimento de tais normas e deveres as empresas prestadoras de tais serviços. Com o objetivo de regulamentar aspectos ainda não referidos pela lei foi estabelecido também a RESOLUÇÃO NORMATIVA ANEEL Nº 915, DE 23 DE FEVEREIRO DE 2021.

Tabela 1 – Restrições básicas para exposição humana a campos elétricos.

Características de Exposição	Alcance de Frequência	Campo elétrico interno ($V m^{-1}$)
Exposição profissional		
Tecido do Sistema Nervoso Central (SNC) da cabeça	1 Hz – 10 Hz	$0,5 / f$
	10 Hz – 25 Hz	0,05
	25 Hz – 400 Hz	$2 \times 10^{-3} f$
	400 Hz – 3 kHz	0,8
	3 kHz – 10 MHz	$2,7 \times 10^{-4} f$
Todos os tecidos da cabeça e corpo	1 Hz – 3 kHz	0,8
	3 kHz – 10 MHz	$2,7 \times 10^{-4} f$
Exposição ao público geral		
Tecidos do SNC da cabeça	1 Hz – 10 Hz	$0,1 / f$
	10 Hz – 25 Hz	0,01
	25 Hz – 1000 Hz	$4 \times 10^{-4} f$
	1000 Hz – 3 kHz	0,4
	3 kHz – 10 MHz	$1,37 \times 10^{-4} f$
Todos os tecidos da cabeça e corpo	1 Hz – 3 kHz	0,4
	3 kHz – 10 MHz	$1,37 \times 10^{-4} f$

^a f é frequência em Hz

^bTodos os valores são dados em RMS

Fonte: DIRETRIZES DA ICNIRP CAMPOS ELÉTRICOS E MAGNÉTICOS (1Hz – 100 kHz) de 2010



Tabela 2 – Níveis de referência para exposição ocupacional a campos elétricos e magnéticos variáveis no tempo.

Alcance de frequência	Força de campo elétrico E (kV m ⁻¹)	Força do campo magnético H (A m ⁻¹)	Densidade de fluxo magnético B (T)
1 Hz – 8 Hz	20	$1,63 \times 10^5 / f^2$	$0,2 / f^2$
8 Hz – 25 Hz	20	$2 \times 10^4 / f$	$2,5 \times 10^{-2} / f$
25 Hz – 300 Hz	$5 \times 10^2 / f$	8×10^2	1×10^{-3}
300 Hz – 3 kHz	$5 \times 10^2 / f$	$2,4 \times 10^5 / f$	$0,3 / f$
3 kHz – 10 MHz	$1,7 \times 10^{-1}$	80	1×10^{-4}

^af é frequência em Hz

^bTodos os valores são dados em RMS

Fonte: DIRETRIZES DA ICNIRP CAMPOS ELÉTRICOS E MAGNÉTICOS (1Hz – 100 kHz) de 2010

Tabela 3 – Níveis de referência para a exposição do público em geral a campos elétricos e magnéticos variáveis no tempo.

Alcance de frequência	Força de campo elétrico E (kV m ⁻¹)	Força do campo magnético H (A m ⁻¹) ¹⁾	Densidade de fluxo magnético B (T)
1 Hz – 8 Hz	5	$3,2 \times 10^4 / f^2$	$4 \times 10^{-2} / f^2$
8 Hz – 25 Hz	5	$4 \times 10^3 / f$	$5 \times 10^{-3} / f$
25 Hz – 50 Hz	5	$1,6 \times 10^2$	2×10^{-4}
50 Hz – 400 Hz	$2,5 \times 10^2 / f$	$1,6 \times 10^2$	2×10^{-4}
400 Hz – 3 kHz	$2,5 \times 10^2 / f$	$6,4 \times 10^4 / f$	$8 \times 10^{-2} / f$
3 kHz – 10 MHz	$8,3 \times 10^{-2}$	21	$2,7 \times 10^{-5}$

^af é frequência em Hz

^bTodos os valores são dados em RMS

Fonte: DIRETRIZES DA ICNIRP CAMPOS ELÉTRICOS E MAGNÉTICOS (1Hz – 100 kHz) de 2010.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao fim da pesquisa pode-se concluir a importância da realização de novos estudos experimentais e epidemiológicos com conclusões mais contundentes e objetiva. Atualmente mesmo com todos os estudos realizados no passado, ainda não se pode categoricamente definir a ausência de riscos de leucemia e outras doenças relacionadas a exposição de radiação não ionizante como as de LT de alta tensão, muito menos estabelecer um limite máximo seguramente saudável.

Devido às incertezas que existe nessa área, é recomendado um limite pelas organizações internacionais, sendo a mais aceita a ICNIRP/OMS. Mesmo tendo limites estabelecidos e esses já levar em consideração as limitações existentes quanto a um valor absolutamente seguro, é recomendado sempre a minimização dos níveis



sem o desabastecimento, lembrando da grande importância da eletricidade e dos benefícios que traz para a sociedade que vivemos.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **RESOLUÇÃO NORMATIVA ANEEL Nº 915**: RESOLUÇÃO NORMATIVA ANEEL Nº 915, DE 23 DE FEVEREIRO DE 2021. Brasília, Distrito Federal: Aneel, 2021. 7 p. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2021915.pdf>. Acesso em: 18 de setembro de 2023.

BRASIL. Lei nº 11.934, de 2009. **Lei Nº 11.934, de 5 de Maio de 2009**.: Dispõe sobre limites à exposição humana a campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos; altera a Lei no 4.771, de 15 de setembro de 1965; e dá outras providências.. Brasília, Distrito Federal, 05 abr. 2009. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l11934.htm. Acesso em: 18 de setembro de 2023.

INTERNATIONAL COMMISSION ON NON-IONIZING RADIATION PROTECTION. **ICNIRP GUIDELINES 2010**: FOR LIMITING EXPOSURE TO TIME-VARYING ELECTRIC AND MAGNETIC FIELDS (1 HZ – 100 KHZ). Alemanha, 18 p, 2010. Disponível em: <https://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPLFgdl.pdf>. Acesso em: 06 jul. 2022.

LUNCA, E.; URSACHE, S.; SALCEANU, A. Computation and analysis of the extremely low frequency electric and magnetic fields generated by two designs of 400 kV overhead transmission lines. **Measurement**, v. 124, p. 197-204, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2018.04.012>. Acesso em: 06 jul. 2022.

MATTOS, I. E.; KOIFMAN, S. Mortalidade por câncer em trabalhadores de companhia geradora de eletricidade do Estado de São Paulo, Brasil. **Rev. Saúde Pública**, v. 1, n. 306, p. 564-575, 1996. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0034-89101996000600011>. Acesso em: 05 jul. 2022.

MENDES, P. G. P. **As linhas de alta tensão e a saúde pública**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2010. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/59152/1/000143762.pdf>. Acesso em: 02 jul. 2022.

SADIKU, M. N. O. **Elementos de eletromagnetismo**. 5. ed. Bookman, 2012.

SEDDEQ, H. S.; KHAWAS, G. A. Power frequency electromagnetic Field exposure assessment. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ELECTRICAL ENGINEERING, 8., 2012, Cairo. **Anais eletrônicos** [...]. Cairo, ICEENG, 2012. Disponível em:



https://iceeng.journals.ekb.eg/article_30653_3d519a965af56def89507d83be368b8c.pdf. Acesso em: 23 nov. 2023.

TOLEDANO, M. B. *et al.* Electric field and air ion exposures near high voltage overhead power lines and adult cancers: a case control study across England and Wales. **International Journal of Epidemiology**, v. 49, n. 1, p. 57-66, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/ije/dyz275>. Acesso em: 02 jul. 2022.



OS PROGRAMAS DE INCLUSÃO DIGITAL NAS ESCOLAS ESTADUAIS DE BALSAS

Layla Carlyne Dourado Stragliotto¹
Gisélia Brito dos Santos²

RESUMO

Este trabalho investiga os programas de inclusão digital, ProInfo Integrado e Amicro do Peito, em duas estaduais de Balsas/MA. Tais programas envolvem a formação de professores e alunos como sujeitos ativos do processo de inclusão digital. Evidencia a caracterização, os objetivos, a aplicabilidade, os diversos aspectos dos programas e verifica se estes realmente promovem a inclusão digital. Realiza uma pesquisa bibliográfica e uma de campo com a aplicação de questionários para professores e para alunos das escolas estaduais. O questionário aplicado aos alunos versa sobre a satisfação destes em relação ao Programa Amicro de Peito, com o intuito de investigar se este provocou alguma mudança positiva nos alunos quanto ao uso das mídias digitais. Uma parte da pesquisa de campo consiste na visita de observação aos laboratórios de informática das escolas que utilizam o Amicro do Peito e o ProInfo Integrado, a fim de analisar a estrutura e os materiais utilizados pelos professores para a aplicação dos programas. Obtem-se uma avaliação positiva dos alunos, pois estes consideram que os programas melhoram o desempenho deles em sociedade, principalmente no que se refere à inclusão digital. Os professores mostram-se satisfeitos em terem acesso ao ProInfo e ao Amicro do Peito, porém, sentem-se prejudicados nos fatores acesso à *internet* e assistência técnica (está oriunda da capital São Luís). Conclui que os programas ProInfo Integrado e Amicro do Peito foram avaliados como auxiliares na inclusão digital, embora, ainda necessitem de modificações estruturais e pedagógicas que deem continuidade a sua aplicação de forma efetiva. O governo precisa dar um suporte mais significativo à inclusão e criar planos mais abrangentes com o fim de atingir e incluir digitalmente mais pessoas da comunidade escolar.

Palavras-chave: inclusão digital; amicro do peito; ProInfo integrado; tecnologias da informação e comunicação.

INTRODUÇÃO

Na sociedade hodierna, o avanço tecnológico está cada vez mais presente, tornando-se necessário o conhecimento e o domínio das mídias digitais. O conceito de inclusão digital está diretamente associado à inclusão social tendo como premissa a ética e a cidadania (Silva *et al.*, 2008). Assim, observamos que usar as tecnologias da informação e comunicação (TIC's) tem o intuito de promover melhor condição social

¹ Engenheira Ambiental formada pela UFMA Balsas. Agrex do Brasil. E-mail: laystragliotto@gmail.com;

² Professora da coordenação do Curso de BICT – UFMA Balsas. e-mail: giselia.santos@ufma.br.



e tecnológica, como também abranger, nesse parâmetro, o ambiente escolar com o propósito de englobar o professor, ao capacitá-lo para a apropriação e para o uso eficiente de recursos tecnológicos; e o aluno como sujeito no espaço de interação e comunicação com novas formas de colaboração, de interatividade, de conhecimento e de cidadania.

Segundo Silva Filho (2003), ao admitirmos a escola como componente essencial à inclusão digital, uma vez que professores, alunos e especialistas membros da comunidade atuam em conjunto para o processo de construção do conhecimento, é preciso observar a existência da infraestrutura mínima necessária para receber tais programas.

O estado do Maranhão disponibiliza programas de inclusão digital apoiados pelo Governo Federal para que o cidadão se capacite para exercer sua participação política na sociedade do conhecimento.

Balsas/MA possui uma população estimada em 90.679 habitantes (IBGE, 2014). A Secretaria Estadual da Educação (SEDUC) em parceria com o NTE, trabalham com dois programas de inclusão: Programa Nacional de Formação Continuada em Tecnologia Educacional (ProInfo Integrado) e Amicro do Peito oferecidos ao ensino fundamental maior, do 6º ao 9º ano, das escolas pesquisadas. Estes programas englobam as disciplinas de língua portuguesa e matemática visando à melhoria na produção textual e no desenvolvimento do raciocínio lógico, respectivamente. Os beneficiados não são somente os alunos, mas também os professores, pois estes programas visam à melhoria de qualidade da docência.

Como parte do processo de aprendizagem, percebemos que em Balsas/MA os avanços tecnológicos e sociais ainda são pequenos e há muitos desafios, o que torna relevante um estudo mais aprofundado sobre a aplicação desses programas de inclusão digital nas escolas do estado. Assim, o presente trabalho justifica-se pela importância de mostrar a aplicação desses programas e de verificar se, de fato, eles promovem a inclusão digital dos envolvidos.

Outro ponto importante consiste no fato de que as escolas são fortes aliadas inclusivas e sociais e o seu papel também está diretamente ligado à inserção dos indivíduos na universidade, para que estes futuramente tornem-se formadores de opinião. Com isso, sua participação na sociedade tornar-se-á mais efetiva, condição



básica para o exercício pleno da cidadania.

Este trabalho se divide em três partes, cuja primeira discute sobre a Inclusão Digital e a Escola; a segunda aborda as Bases Legais da Inclusão Digital; e a terceira sobre os Programas de Inclusão Digital do Governo Federal. Por fim, apresentamos os resultados e as considerações finais.

INCLUSÃO DIGITAL

Em termos históricos, pode-se afirmar que a inclusão digital surgiu no período pós-Segunda Guerra Mundial, na década de 1965, com o intuito de reestruturar as organizações, as cidades e as empresas. Como afirmam Bolaño e Mattos (2004), essas reestruturações são decorrentes das transformações tecnológicas e do aumento das exigências de conhecimento das tarefas realizadas pelos trabalhadores, numa conjuntura onde as alterações na estrutura de emprego, mudanças estruturais e institucionais eram resultantes do longo período pós-guerra. Esta modificação substancial estaria sendo comandada por mudanças tecnológicas favorecidas pelas TIC's, as quais, por sua vez, promoviam significativos ganhos de produtividade. Ainda no âmbito empresarial, as organizações passaram a operar em rede permitindo às mesmas aproveitarem-se das inovações tecnológicas de maneira mais ágil, contribuindo também, para a coordenação da cadeia produtiva de forma mais integrada.

O termo inclusão digital está ligado ao esforço ou à busca de ações eficazes que conduzam a sociedade a usufruir do acesso ao mundo digital, gerado pela disseminação das TIC's, ao exercício da cidadania já que com ela e por meio dela, os indivíduos possuem um amplo acesso à informação por meio de computadores, celulares, e toda gama de tecnologia existente, promovendo a melhoria das condições de vida de uma determinada região ou comunidade, assegurando-lhes maior liberdade social, gerando conhecimento e troca de informações.

Sabe-se que a inclusão digital é uma vertente da “*digital divide*”, um conceito norte-americano, que redefine a exclusão digital, passando a tratá-la como desigualdade virtual. Porém, existem controvérsias quanto ao real significado deste conceito, já que não se trata propriamente de exclusão (Demo, 2005). Há que se comentar que exclusão digital diz respeito ao não acesso às TIC's, ou seja, o não



acesso ao computador, à internet e aos demais meios de comunicação. Sendo assim, a desigualdade virtual existe, de fato, entretanto, de maneira menos significativa, uma vez que há o acesso, mesmo que de forma segregada (Demo, 2005).

Além de se verificar a chamada desigualdade virtual, podemos perceber, conforme Demo (2007), outras formas de desigualdade, que são: “*skills divide*” (discriminação de habilidades), “*economic opportunity divide*” (discriminação de oportunidade econômica), “*democratic divide*” (discriminação democrática).

Essas categorias para a exclusão digital são propriamente adotadas no Brasil, porém, divididas apenas em duas: “os que têm” e “os que não têm”. Contudo, avaliar o acesso às TIC’s não é tão simples, pois teorias do tipo “acesso” e “não acesso” são pouco adequadas à realidade. Gurstein (2003, *apud* Silveira, 2011) afirma que há várias esferas de acesso, tendo em vista que não existe apenas uma tecnologia da informação, mas várias. Ao considerar essa variedade das TIC’s, percebe-se a existência de diferentes níveis que qualidade de acesso a essas tecnologias e, também, nota-se uma distinção entre o singelo “acesso” e o “uso” fidedigno, uma vez que “acesso” se refere à funcionalidade técnica ou vincula-se à infraestrutura, enquanto “uso”, em sua amplitude, está ligado à aptidão de aplicar as TIC’s para envolver objetivos individuais e coletivos.

A Inclusão Digital e a Escola

Como mencionado anteriormente, a inclusão digital tem sua importância nos diversos aspectos sociais. Warschauer (2006, p. 21) afirma que para oportunizar o acesso expressivo às TIC’s, alguns elementos devem ser considerados: a língua, a educação, o letramento, o conteúdo e as estruturas coletivas. A língua como componente essencial para a comunicação, a educação para abrir portas e gerar oportunidades baseadas no que se aprende, o letramento por incorporar as capacidades funcionais condizentes a ler e escrever e as estruturas coletivas para propiciarem um bom ambiente para disseminação da inclusão.

Analisando os aspectos econômicos da sociedade em que estamos inseridos, é de grande valia mencionar as desigualdades sociais, onde o poder aquisitivo ainda determina o quanto incluído o indivíduo é, pois os mais favorecidos possuem maior contato com as tecnologias e seus benefícios, enquanto para os menos favorecidos,



muitas vezes, o primeiro contato é intermediado pelas instituições de ensino. Deste modo, temos como grande aliada deste conceito a escola, que passou a se utilizar dessas TIC's para a melhoria da qualidade de ensino, ao passo que se usa desde uma lousa interativa até softwares que auxiliam os indivíduos e os educadores na prática do ensino-aprendizagem. A inclusão digital requer uma conjuntura de independência e maestria intelectual para assimilar e atuar na sociedade da informação.

Nas escolas, em sua maioria, nota-se que os laboratórios funcionam, infelizmente, de maneira precária. Porém, existem escolas que dispõem da inclusão digital de maneira substancial, isso porque a rede pública de ensino possui subsídio do Governo Federal para apropriação das TIC's por alunos e professores. O Governo disponibiliza a assistência técnica e os investimentos nos programas.

Embora existam todos esses recursos para o auxílio no ensino, algumas barreiras ainda não foram ultrapassadas, sendo uma delas a resistência por parte de alguns docentes na utilização das TIC's no processo de ensino, pois muitos destes trazem consigo a concepção de que entre o aluno e o professor não pode haver interferências externas, acreditando no modelo clássico de ensino-aprendizagem onde o caderno e o lápis são insubstituíveis. Além disso, outro ponto crucial é a capacitação desses profissionais que é possibilitada por um setor responsável em cada cidade, no caso de Balsas – MA, o Núcleo de Tecnologias Educacionais (NTE). Mas nem sempre estes profissionais possuem esta capacitação e tampouco o interesse por ela, o que dificulta o processo de adaptação e mesmo de uso das novas tecnologias na sala de aula.

O NTE tem como principal objetivo introduzir o uso das TIC's nas escolas públicas como ferramenta de apoio ao processo de ensino-aprendizagem. Suas principais funções são: capacitação dos técnicos e/ou professores de suporte, auxílio pedagógico às escolas, pesquisas, sensibilização do professor quanto à importância da utilização das TIC's, acompanhamento do processo instaurado nas escolas, para que assim possa haver a inclusão digital.

Outra barreira existente é o *déficit* estrutural encontrado nas escolas, pois, muitas vezes, os equipamentos necessários são disponibilizados pelo Governo, mas os laboratórios que abrigam estes, pouco contribuem para sua utilização eficaz. Falta



um apoio da assistência técnica já que o NTE não supre totalmente essa necessidade, e também a estrutura física dos laboratórios nem sempre comporta a demanda. Em alguns casos, nota-se a ocorrência da situação inversa, onde a instituição possui a estrutura adequada, porém há o atraso na disponibilização dos instrumentos tecnológicos e/ou lentidão na chegada dos profissionais responsáveis.

Contudo, o aluno é um membro de grande importância no processo de implementação das TIC's na área da educação, sendo este um dos principais motivos pelos quais se buscam melhorias no processo de ensino e de aprendizagem. Por isso, é necessário explicar sobre as particularidades que envolvem o aluno, isto é, há desigualdades de oportunidades sociais, econômicas e educacionais, enfim, uma gama de fatores que podem refletir de forma pouco positiva quanto ao resultado esperado na implementação dessas tecnologias na sala de aula.

Programas de Inclusão Digital do Governo

Dentre os inúmeros conceitos de Inclusão Digital, pode-se citar o de que ela consiste no uso de tecnologias para melhores condições de vida em sociedade com o uso das TICs. A inclusão digital também deve ser vista sob o ponto de vista ético, sendo considerada como uma ação que promoverá a conquista da “cidadania digital” e contribuirá para uma sociedade mais igualitária, com a expectativa da inclusão social (Silva, 2005).

O Governo Federal, em busca de soluções criativas para que a inclusão englobe um grande número das pessoas, disponibiliza vários programas de inclusão digital. Todos estes programas estão disponíveis no *site* do Governo Eletrônico (<http://www.governoeletronico.gov.br>), e qualquer cidadão pode ter acesso à definição, aos objetivos e às demais informações a respeito de cada programa. Há 15 programas ligados à inclusão digital, dentre estes, um está temporariamente desativado, o programa Casa Brasil. Apresentam-se, a seguir, os programas: Banda Larga nas Escolas; Casa Brasil; Centros de Recondicionamento de Computadores (CRC's); Cidades Digitais; Computadores para Inclusão; Inclusão digital da juventude rural; Oficina para Inclusão Digital e Participação Social; Projeto Cidadão Conectado - Computador para Todos; Governo Eletrônico - Serviço de Atendimento ao Cidadão (Gesac); Implantação de Salas de Recursos Multifuncionais; Telecentros; Redes



Digitais da Cidadania; Territórios Digitais; Programa um computador por aluno (PROUCA); Programa Nacional de Formação Continuada em Tecnologia Educacional (ProInfoIntegrado)

O ProInfo Integrado é um programa de formação focado para o uso didático-pedagógico das TICs no ambiente escolar. Ele é associado à distribuição dos equipamentos nas escolas e à oferta de recursos multimídia e digitais disponibilizados pelo Portal do Professor, DVD Escola e TV Escola. Este programa, por sua vez, está presente no município de Balsas-MA. Por esta razão e por ser objeto de nossa investigação, dedica-se um subitem à sua descrição.

ProInfo Integrado

Dentre todos os programas disponibilizados pelo Governo Federal que promovem a inclusão digital, um deles está inserido nas escolas estaduais de Balsas-MA: o ProInfo (ProInfo Integrado).

O ProInfo surgiu por meio do Programa Nacional de Informática na Educação e foi formado pelo Ministério da Educação, em 09/04/1997, pela Portaria de nº 522. Ele tem o propósito de promover a tecnologia e seu uso como instrumento de enriquecimento pedagógico nos ensinos fundamental e médio das redes públicas de educação. O seu andamento é de forma descentralizada, assim, em cada estado existe uma coordenação estadual e o NTE. Os profissionais que trabalham no NTE são treinados e capacitados para dar assistência às escolas em todos os processos que envolvam tecnologia. A partir de 2007, com a criação do Decreto de nº 6.300, o ProInfo passou a ser Programa Nacional de Tecnologia Educacional, com o objetivo fundamental de promover o uso pedagógico das TICs nas redes públicas de educação básica.

O ProInfo ou ProInfo Integrado em Balsas-MA, disponibiliza cursos semipresenciais de formação para professores e gestores. Em média, são quatro encontros presenciais e os demais feitos a distância. Tais cursos são disponibilizados na plataforma do ProInfo (encontrada no *site* do Ministério da Educação). São eles:

- Introdução à informática educacional: prepara os professores e gestores para a melhor utilização dos recursos dos computadores juntamente com o sistema operacional Linux Educacional;



- Tecnologias na educação - ensinando e aprendendo com a TIC's: disponibiliza subsídios teórico-metodológicos e práticos para que os gestores e professores consigam entender o potencial pedagógico das TIC's e de seus recursos no ensino-aprendizagem;
- Elaboração de projetos: capacita professores e gestores para que eles se habilitem a identificar as colaborações das TIC's no desenvolvimento de projeto;
- Redes de aprendizagem: o objetivo deste é a preparação dos professores para o melhor entendimento da escola como cultura digital.

Amicro do Peito

O Amicro do Peito é um *software* adquirido pelo Governo Federal por meio da Secretaria de Estado de Educação do Maranhão (SEDUC). Seu principal objetivo é desenvolver competências e habilidades nas disciplinas de matemática e língua portuguesa com aplicativos pedagógicos, pois ao mesmo tempo em que aprende, o aluno também se diverte. Em matemática, o intuito do programa é trabalhar com situações e problemas por meio do cálculo mental, com grau de complexidade gradativa. Em língua portuguesa, o programa trabalha o desenvolvimento da produção textual. As atividades do programa são desenvolvidas em duplas ou em trios.

Este programa, estruturado em 04 módulos de conteúdos, além de atividades complementares, foi implantado pelo Grupo Actcon, em parceria com o Governo Estadual, e com a Rede Educar Brasil, com início em 2013, em vinte escolas, dentre elas, duas localizadas em Balsas. O grupo Actcon consiste em um grupo de parceiros e empresas com especialização em respostas que incluem as TIC's interligadas à educação e à modernização da administração pública.

METODOLOGIA

Esta pesquisa é de caráter exploratório e tem como base a pesquisa bibliográfica e de campo. Na pesquisa bibliográfica, utilizam-se artigos que trazem a temática da inclusão digital. A pesquisa de campo foi realizada em três etapas em duas escolas estaduais de Balsas.

Na primeira etapa da pesquisa de campo, um questionário foi aplicado aos



gestores de cada escola, cujo intuito foi fazer um levantamento de quantas escolas estaduais de Balsas/MA dispunham de programas de Inclusão Digital.

Na segunda etapa, realizou-se também a aplicação de um questionário, mas apenas nas escolas em que havia programas de inclusão digital do Governo Federal. Este questionário foi aplicado aos alunos participantes dos programas, com objetivo de observar a satisfação destes em relação ao trabalho com os programas e se realmente eles se sentem incluídos digitalmente ou não. Ao final do questionário, constituído majoritariamente por questões objetivas, havia duas perguntas subjetivas, uma correspondente a uma justificativa acerca das mudanças ou não provocadas na vida de cada estudante, depois da participação nos programas e a outra acerca de sugestões sobre a aplicação dos programas.

A terceira etapa da pesquisa de campo consistiu na observação da estrutura dos laboratórios onde foram realizadas a aplicação do programa em que os pesquisadores registraram todas as atividades desenvolvidas durante a aula, desde a atuação do professor até a participação do aluno.

Os dados coletados foram analisados qualitativa e quantitativamente de maneira a demonstrar se, de fato, os programas analisados promovem a inclusão digital dos alunos que deles participam.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise que se segue, refere-se especificamente ao Programa Amicro do Peito, pois este envolve professores e alunos.

A maior quantidade de alunos beneficiados com o Programa Amicro o Peito concentra-se nos três últimos anos do ensino fundamental maior, especialmente no 7º e 8º ano da Escola 1 e no 9º ano da Escola 2.

Em seguida, buscamos conhecer o quão satisfeitos estavam os alunos de ambas as escolas participantes desse programa, sendo assim, elaboramos um questionário que continha uma escala de notas variando de 0 a 10, onde zero representava grande insatisfação e dez grande satisfação em relação ao programa.

A maior parte das notas dadas pelos alunos ao Amicro do Peito concentram-se na faixa de 5 a 10. 12,7% dos alunos dão nota 5; 32,7% dão nota 8; e 18% dão nota dez. Se considerarmos o quantitativo de alunos que deram nota de 7 a 10 (76%),



podemos afirmar, grosso modo, que os alunos das duas Escola estão satisfeitos com o programa Amicro do Peito.

Como justificativa das notas dadas, os alunos apresentaram as seguintes ponderações sobre o programa: melhoria no conhecimento; aumento de notas nos componentes curriculares vinculados; facilidade na resolução de problemas em sala de aula; melhor manuseio de computadores; incentivo ao apreço pelas disciplinas; evolução e estímulo dos alunos; interação entre professores e alunos; melhor desempenho em sala de aula; criatividade do programa; abertura de caminhos para o mundo digital; novas estratégias de aprendizado; diversificação nas aulas; auxílio no raciocínio lógico; interatividade das aulas; contração durante as aulas; maior aprendizado quanto ao uso das mídias digitais;

Ainda analisando os questionários, indagamos os alunos se houve melhoria no seu convívio em sociedade quanto ao uso de mídias digitais, e 62% dos alunos afirmam que o Programa de inclusão do qual eles participam provocou melhoria em sociedade na vida deles; e 38% dos alunos afirmaram não ter acontecido nenhuma melhoria com o resultado da participação no programa.

59% dos alunos consideram que alcançaram melhoria na participação em sociedade por meio dos benefícios proporcionados pelo Programa Amicro do Peito; porém 40% afirmam não terem percebido melhoria nenhuma; e 1% dos alunos não se manifestou.

Justificando a opção sim, condizente com a melhoria na vida em sociedade quanto ao uso das mídias digitais, os estudantes disseram que as melhorias foram: melhor desempenho nos estudos; maior compromisso do aluno; raciocínio mais rápido; digitação mais rápida; melhoria significativa de leitura; contato e utilização de outros tipos tecnológicos; novos avanços e aproximação ao mundo digital; conhecimento mais vasto sobre as tecnologias; rapidez na digitação de textos; maior entendimento sobre um computador; mais atenção; facilidade no manuseio das mídias digitais; melhor interação do aluno com a internet; maior comunicação; melhor convivência com as pessoas; maior raciocínio e compreensão; percepção de que futuramente estarão mais preparados para empregos que dependam de informática;

Os últimos elementos do questionário aplicado aos alunos foram as sugestões. Neste tópico, os alunos puderam expor suas ideias e opiniões, visando à melhoria do



programa Amicro do Peito. As sugestões citadas foram: mais computadores para a aplicação do programa ou um computador por aluno, pois muitas vezes, os laboratórios não suportam a quantidade de aluno, precisando assim que quatro pessoas usem o mesmo computador; englobar mais componentes curriculares no programa, como Biologia, Inglês, Artes, entre outros; incluir o Ensino Médio no Amicro do Peito; mais jogos; mais tempo para a aplicação do programa; programa deve ser aplicado em mais dias da semana; jogos mais interessantes; maior capacitação dos professores; melhor estrutura do laboratório de informática; mais desafios para desenvolver a competitividade; maior incentivo dos professores; aumentar a quantidade de horas do programa; é preciso ter internet de qualidade; abranger questões do dia a dia; contemplar mais escolas; professores mais capacitados e preparados para a aplicação do programa; melhoria no acesso ao programa com informações mais detalhadas; aumentar o nível do programa quanto à complexidade do *software*; aumentar a quantidade de professores em sala de aula para fiscalizarem as aulas; maior organização; adaptação do Amicro do Peito para *smartphones* e *tablets*; continuidade do programa; mais conteúdo aplicado no programa; mudança do sistema operacional (mudar de *Linux* para *Windows*).

Embora a quantidade de alunos que já foi contemplada pelo Amicro do Peito seja expressiva, percebemos que de 743 alunos que já participaram do programa, apenas 34,4% permanecem na escola devido à mobilidade estudantil (alguns alunos contemplados com o programa não estudam mais nas referidas escolas).

Quanto às notas dadas ao programa Amicro do Peito, quase 100% dos alunos classificaram o programa como satisfatório. A justificativa das notas foi desde a criatividade do programa até a melhoria de notas nas aulas regulares de Língua Portuguesa e de Matemática.

Na melhoria na vida em sociedade quanto ao uso de mídias digitais, a maioria dos alunos considerou que houve uma mudança positiva. Embora alguns se contraponham a essa ideia, alegando que o uso das mídias digitais pouco influenciou socialmente, isto ocorre porque na concepção desses alunos, a linguagem do programa e a estrutura dos dados são inferiores ao conhecimento que eles já possuem.

A partir dos dados obtidos e com as devidas informações fornecidas pelo NTE e



pelos gestores das escolas contempladas, percebemos que os alunos, em grande maioria, sentem-se satisfeitos com o programa, porém, apresentam sugestões relacionadas à qualidade na aplicação das atividades do programa.

É importante ressaltar que o ProInfo representou uma mudança significativa quanto ao uso de mídias digitais, pois por meio dele, as escolas receberam os equipamentos eletrônicos e os professores passaram por treinamento visando à qualidade na docência, além disso, os alunos vivenciaram uma evolução nas aulas ministradas.

Em suma, pode-se notar que a aplicação dos programas Amicro do Peito e ProInfo Integrado foi satisfatória, porém, necessita de alguns ajustes para que os alunos sejam incluídos na sociedade da informação.

Levando em conta as bases legais da inclusão digital e a inclusão vista nas escolas de Balsas-MA, notamos que nem todas as leis são realmente colocadas em prática. Alguns dos princípios que ainda não são totalmente trabalhados são os princípios da igualdade, princípio da obrigatoriedade e o princípio da neutralidade tecnológica.

CONCLUSÃO

Diante dos dados apresentados, percebemos que as esferas governamentais têm se preocupado com a qualidade do ensino nas escolas, buscando a implantação de programas que visem à melhoria social e digital. Contudo, o governo ainda precisa encontrar uma maneira eficaz de expandir os programas nas escolas não contempladas de Balsas-MA, para que futuramente esses alunos tornem-se indivíduos conscientes de sua atuação em sociedade. Muitos professores sugeriram que o Amicro do peito seja implantado em mais escolas, para que uma maior quantidade de alunos seja beneficiada.

Os alunos contemplados pelo programa Amicro do Peito, em sua maioria, avaliam o programa como satisfatório, mas também apresentam algumas ressalvas para melhoria deste. Eles percebem melhorias em sociedade e no raciocínio.

Finalmente, avaliamos os programas ProInfo Integrado e Amicro do Peito como auxiliares na inclusão digital na cidade de Balsas/MA, embora, necessitem de modificações estruturais e pedagógicas que deem continuidade de forma efetiva à



aplicação dos programas e à inclusão digital de fato.

REFERÊNCIAS

AMIGO MICRO. Disponível em:

http://www.redeeducarbrasil.net/Materia_especifica/5997/Grupo-Actcon-e-Rede-Educator-Brasil. Acesso em: 02 abr., 2015.

BOLAÑO, C.; MATTOS, F. Conhecimento e Informação na atual Reestruturação Produtiva: para uma crítica das teorias da Gestão do Conhecimento. **Revista de Ciência da Informação**, v. 5, n. 3, 2004. Disponível em:

<https://www.brapci.inf.br/index.php/article/download/7619>. Acesso em: 23 nov. 2023.

DEMO, P. Inclusão digital: cada vez mais no centro da inclusão social. **Inclusão Social**, Brasília, v. 1, n. 1, p. 36 – 38, out./mar., 2005. Disponível em:

https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/9652/1/ARTIGO_InclusaoDigital.pdf.

Acesso em: 22 nov. 2015.

DEMO, P. Marginalização digital: digital divide. **Boletim Técnico Do Senac**, v. 33, n. 2, p. 5-19, 2007. Disponível em: <https://www.bts.senac.br/bts/article/view/295>.

Acesso em: 23 nov. 2023.

IBGE. **Cidades**. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br>. Acesso em: 21 fev. 2015.

SILVA FILHO, A. M. da. Os três pilares da inclusão digital. **Revista espaço acadêmico**, n. 24, 2003. Disponível em:

<http://www.espacoacademico.com.br/024/24amsf.htm>.

Acesso em: 25 fev. 2015.

SILVA, H. *et al.* Inclusão digital e educação para competência informacional: uma questão de ética e cidadania. **Ci. Inf.**, Brasília, v. 34, n. 1, p. 28 – 36, jan./abr., 2005. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/ci/a/R75CxrQRQsGM8fyGCwgjZKD/?format=pdf&lang=pt>.

Acesso em: 28 fev. 2015.

SILVEIRA, S. A. da. **Inclusão digital, software livre e globalização contra hegemônica**. 2005. *In*: Seminários temáticos para a 3ª Conferência Nacional de C, T&I), Brasília, 2005.

WARSCHAUER, M. **Tecnologia e inclusão social**: a exclusão digital em debate. Senac: São Paulo, 2006.



APOIO





Realizado o Depósito legal na Biblioteca Nacional conforme a Lei nº 10.994, de 14 de dezembro de 2004.

Título	Semana Acadêmica do Centro de Ciências de Balsas: sustentabilidade, tecnologia e desenvolvimento
Organização	Cláudio Luis de Araújo Neto Leandro Gomes Domingos
Projeto gráfico e capa	Carla Caroline Alves Carvalho David Almeida Sousa
Logotipo comemorativa	Carla Caroline Alves Carvalho
Revisão e diagramação	Leandro Gomes Domingos
Suporte	Digital
Páginas	217
Tipografias	Parte externa Monteserrat Classic logotipo do evento Bitter título Monteserrat Classic subtítulo Monteserrat organizadores Parte interna Arial



EDUFMA