

Altem Nascimento Pontes
Edmir dos Santos Jesus
Jéssica Herzog Viana | **Org.**

BIODIVERSIDADE e MEIO AMBIENTE



BIODIVERSIDADE e MEIO AMBIENTE



Universidade do Estado do Pará

Reitor

Clay Anderson Nunes Chagas

Vice-Reitora

Ilma Pastana Ferreira

Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação

Jofre Jacob da Silva Freitas

Pró-Reitora de Graduação

Maria Célia Barros Virgulino Pinto

Pró-Reitora de Extensão

Vera Regina Menezes Palácios

Pró-Reitor de Gestão e Planejamento

Carlos José Capela Bispo



Editora da Universidade do Estado do Pará

Coordenador e Editor-Chefe

Nilson Bezerra Neto

Revisão

Marco Antônio da Costa Camelo

Design

Flávio Araujo

Web-Page e Portal de Periódicos

Bruna Toscano Gibson

Livraria

Arlene Sales

Bibliotecária

Rosilene Rocha

Estagiária de Design

Rebecka Milenna Nascimento Barroso

Conselho Editorial

Francisca Regina Oliveira Carneiro

Hebe Morganne Campos Ribeiro

Jofre Jacob da Silva Freitas (Presidente)

Joelma Cristina Parente Monteiro Alencar

Josebel Akel Fares

José Alberto Silva de Sá

Juarez Antônio Simões Quaresma

Lia Braga Vieira

Maria das Graças da Silva

Maria do Perpétuo Socorro Cardoso da Silva

Marília Brasil Xavier

Núbia Suely Silva Santos

Robson José de Souza Domingues

Pedro Franco de Sá

Tânia Regina Lobato dos Santos

Valéria Marques Ferreira Normando

Altem Nascimento Pontes |
Edmir dos Santos Jesus |
Jéssica Herzog Viana | **Org.**

BIODIVERSIDADE e MEIO AMBIENTE



Realização

Universidade do Estado do Pará - UEPA
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais -PPGCA
Editora da Universidade do Estado do Pará-Eduepa



Normalização e Revisão

Marco Antônio da Costa Camelo
Nilson Bezerra Neto

Capa

Flávio Araujo

Diagramação

Odivaldo Teixeira Lopes

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) Sistema de Bibliotecas da UEPA – SIBIUEPA

B615 Biodiversidade e meio ambiente / Altem Nascimento Pontes;
Edmir dos Santos Jesus ; Jéssica Herzog Viana (Orgs.). – Belém:
EDUEPA, 2021.

246 p. : il.

Inclui bibliografias

ISBN: 978-65-88106-31-0

1. Biodiversidade. 2. Fungo - ferrugem. 3. Copaíba - óleo. 4. Diatomáceas. 5. Sistema de manejo. 6. Climatologia. 7. Nascente urbana. 8. Epidemiologia. I. Pontes, Altem Nascimento. II. Jesus, Edmir dos Santos. III. Viana, Jéssica Herzog. IV. Título.

CDD 363.7 – 22.ed.

Ficha Catalográfica: Rosilene Rocha CRB-2/1134

Editora filiada



Editora da Universidade do Estado do Pará - EDUEPA
Travessa D. Pedro I, 519 - CEP: 66050-100
E-mail: eduepa@uepa.br/livrariadauepa@gmail.com
Telefone: (91) 3222-5624

   @eduepaoficial

SUMÁRIO

VARIABILIDADE GENÉTICA DE UM FUNGO CAUSADOR DE FERRUGEM (*COLEOSPORIUM VERNONIAE*, PUCCINIALES) EM TRÊS BIOMAS BRASILEIROS A PARTIR DE UMA ABORDAGEM FILOGENÉTICA.....13

Alcindo da Silva Martins Junior

Cássia Mônica Sakuragui

Aníbal Alves de Carvalho Junior

ÓLEO E DERIVADOS DE COPAÍBA: REQUISITOS DE QUALIDADE, CONHECIMENTOS E USOS NA COMERCIALIZAÇÃO EM BELÉM, PARÁ.....30

Matheus Lima Cavalcante

Geysiane Costa e Silva

Janaira Almeida Santos

Seidel Ferreira dos Santos

Flávia Cristina Araújo Lucas

AS DIATOMÁCEAS COMO BIOINDICADORAS DA QUALIDADE DA ÁGUA NA REGIÃO NORTE DO BRASIL....57

Antônio Pereira Júnior

Gundisalvo Piratoba Morales

Edmir dos Santos Jesus

Pryiscila Denise Almeida da Silva

BIOATIVIDADE DE BRIÓFITAS CONTRA INSETOS: UM RECURSO VALIOSO PARA A BIOPROSPECÇÃO?.....94

Raynon Joel Monteiro Alves

Thyago Gonçalves Miranda

Edson Nazareno de Souza dos Santos Júnior

Dalila Leal Pereira

Alcindo da Silva Martins-Junior

Ana Cláudia Caldeira Tavares-Martins

A GEOGRAFIA DA EPIDEMIOLOGIA DA COINFEÇÃO DA TUBERCULOSE (TB)-HIV NO BRASIL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA DE LITERATURA.....120

Carla Quaresma Durães de Sousa

Thais Scerni Antunes

José Augusto Carvalho de Araújo

Altem Nascimento Pontes

PERFIL EPIDEMIOLÓGICO DOS CASOS DE DOENÇAS DIARREICAS AGUDAS EM IGARAPÉ-MIRI, PARÁ, AMAZÔNIA.....135

Beatriz Oliveira Miranda

Lucas Henrique da Silva e Silva

Marcelo Coelho Simões

Kelma Brena de Lima Wanzeler

Cléa Nazaré Carneiro Bichara

Jéssica Herzog Viana

DIVERSIDADE DE HELMINTOS E PROTOZOÁRIOS INTESTINAIS EM CRIANÇAS E PRÉ-ADOLESCENTES EM UM MUNICÍPIO DA MESORREGIÃO DO MARAJÓ.....149

João Raimundo Alves Marques

Ana Lúcia Nunes Gutjahr

Carlos Elias de Souza Braga

DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE MANEJO DE UM POSTO DE
COMBUSTÍVEIS DA CIDADE DE MARABÁ, NO ESTADO DO
PARÁ.....166

Ângelo Max Silva Figueiredo Damasceno

Rafael Morais Bezerra

Edina Silva Almeida

Silmara Neves da Silva

Gleidson Marques Pereira

Ana Cláudia Caldeira Tavares Martins

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE NASCENTES URBANAS: O
CASO DO PARQUE MUNICIPAL DA ILHA DE MOSQUEIRO EM
BELÉM/PA.....192

Alberto Carlos de Melo Lima

Leonardo Santiago da Costa

Marco Valério de Albuquerque Vinagre

Elzelis Muller da Silva

Darci Augusto Moreira

AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DA EXPANSÃO
URBANA NO IGARAPÉ SANTA BÁRBARA EM IGARAPÉ-MIRI/
PARÁ.....214

Sebastião da Cunha Lopes

Manoela da Silva Cunha

Tatiane Alves Lobato

Luzinês de Jesus Costa Ferreira

PRECIPITAÇÃO EM PARAGOMINAS-PA: CLIMATOLOGIA,
TENDÊNCIA E MUDANÇAS CLIMÁTICAS.....227

Edmir dos Santos Jesus

Altem Nascimento Pontes

Nilzele de Vilhena Gomes Jesus

Antônio Pereira Júnior

Prefácio

A presente obra intitulada “Biodiversidade e Meio Ambiente” surgiu da necessidade de ampliar as discussões voltadas para essa temática, diante do aumento da produção científica na área. Pesquisadores de diferentes áreas do conhecimento têm trabalhado de forma colaborativa em equipes multidisciplinares e interdisciplinares, com fulcro na resolução de problemas cada vez mais complexos, com forte associação à questões sociais, econômicas e ambientais. A questão ambiental, subjacente à maioria desses trabalhos, tem adquirido um papel cada vez mais importante diante das mudanças climáticas que se avolumam e ameaçam a sustentabilidade na Terra. Os capítulos que compõem essa importante obra, em diferentes vertentes, reiterem as problemáticas ambientais inerentes à biodiversidade, mas também, apresentam caminhos para tomadores de decisão no sentido de mitigá-las.

É fato que o desenvolvimento econômico do país gera forte pressão sobre os recursos da natureza e a economia associa a degradação ambiental resultante do aumento da produção como uma externalidade do processo produtivo. Daí surge a questão: É possível promover o desenvolvimento econômico de um país com sustentabilidade? Talvez uma resposta para esse questionamento possa ser dada a partir dos resultados da Conferência das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas (COP-26), realizada entre os dias 1 e 12 de novembro de 2021, em Glasgow, na Escócia, em

que os maiores geradores de gases de efeito estufa sequer se comprometeram com uma data para ter carbono neutro e outros países estenderam o prazo para meados do século 21 para atingirem a neutralidade.

O Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Estado do Pará, em níveis de mestrado e doutorado acadêmicos, por meio de seus professores, alunos e colaboradores, tem, ao longo dos anos, disponibilizado para a sociedade uma relevante produção científica relacionada à questões que envolvem, inclusive, o meio ambiente e a biodiversidade. Nessa perspectiva, essa obra se junta às demais, com um grande diferencial, que é ser atual e estar ancorada em problemas recorrentes que afetam a sociedade. O mundo vive uma crise ambiental sem precedentes na história, por isso a presente obra foi construída com o objetivo de informar e de promover o conhecimento de temas ambientais.

Nesse sentido, convido você (leitor, leitora) a se juntar conosco nessa jornada em busca do sonho da sustentabilidade, que só vai se tornar real quando o sonho for de todos.

Boa leitura!

Prof. Dr. Altem Nascimento Pontes

Professor e Pesquisador do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais
Universidade do Estado do Pará

Apresentação

A Amazônia abriga uma enorme diversidade de flora e fauna que ainda necessita ser amplamente estudada por ser grandemente influenciada pelo seu regime de águas sofrendo modificações com a ação humana que habita e explora esse ambiente. Há uma preocupação internacional e nacional crescente acerca do futuro e conservação desse ambiente, o que gera uma sede de dados e conhecimento sobre a sua biodiversidade e o meio ambiente. Assim, entender o passado, o atual momento e projetar futuros cenários geram dados mais concretos para se pensar na conservação e no uso sustentável dos diferentes recursos amazônicos. Com isso, esse ebook visa difundir o conhecimento nas Ciências Ambientais, que envolvem a Biodiversidade e o Meio Ambiente. São apresentados trabalhos com as temáticas de Botânica e seus usos, Epidemiologia e Avaliação e modelagem ambiental, com o viés interdisciplinar na área de Ciências Ambientais.

Na temática de Botânica e seus usos, são abordados a variabilidade genética em três biomas (incluindo o Amazônico) de um fungo causador de doença em culturas de interesse agrônômicos, o conhecimento sobre o óleo e derivados do óleo de copaíba em Belém, além dos estudos sobre diatomáceas como bioindicadoras na região Norte do Brasil, e também sobre o de bioprospecção de briófitas contra insetos praga. O conjunto desses trabalhos mostra as diferentes frentes de pesquisas as quais os conhecimentos

de fungos, algas e plantas podem ser úteis e serem aplicadas na agricultura, na avaliação ambiental e também ser diretamente exploradas pela população.

Os trabalhos sobre Epidemiologia abrangem um estudo de revisão sobre a coinfeção da tuberculose e HIV no Brasil, e pesquisas em crianças e pré-adolescentes sobre o perfil epidemiológico de doenças diarréicas e a diversidade de parasitas intestinais em cidades do interior do estado do Pará. A região Norte do Brasil enfrenta grandes problemáticas referentes à saúde pública e doenças, em especial as tropicais negligenciadas. Nesse sentido, estudos sobre como a população nessa região é afetada fornece subsídios para formulação de políticas públicas de combate às doenças das quais essas populações são acometidas.

Com relação aos trabalhos de avaliação ambiental e modelagem hidrológica, são apresentados trabalhos com foco no estado do Pará, sendo dois diagnósticos, um do sistema de manejo de um posto de combustíveis em Marabá e outro nas nascentes urbanas no Parque Municipal da Ilha de Mosqueiro na capital Belém, além de um trabalho sobre os impactos ambientais da expansão urbana em um igarapé na cidade de Igarapé-Miri e um trabalho de modelagem hidrológica da precipitação e mudanças climáticas em Paragominas. Percebe-se nesses trabalhos algumas atuações antrópicas no ambiente, as consequências, formas de mitigação, estudos de mudanças ao longo do tempo e projeções do nosso impacto como espécie, se tornando trabalhos que podem servir de referência para elaborações de políticas públicas de conservação na Amazônia.

Como um todo, os conhecimentos aqui apresentados nas diversas temáticas e trabalhos contribuem para que se amplie a discussão na área de Ciências Ambientais, contribuindo com estratégias para superar os desafios da conservação e o desenvolvimento sustentável da Amazônia.

Jéssica Herzog Viana

Pesquisadora da Universidade do Estado do Pará

CAPÍTULO 1

VARIABILIDADE GENÉTICA DE UM FUNGO CAUSADOR DE FERRUGEM (*COLEOSPORIUM VERNONIAE*, PUCCINIALES) EM TRÊS BIOMAS BRASILEIROS A PARTIR DE UMA ABORDAGEM FILOGENÉTICA

Alcindo da Silva Martins Junior

Escola Nacional de Botânica Tropical/Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro; Rua Pacheco Leão 2040, Solar da Imperatriz, CEP: 22460-036, Horto, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Universidade do Estado do Pará. Campus XIX – Salvaterra. Rodovia PA-154 s/n, CEP: 68860-000 – Caju, Salvaterra, Pará, Brazil. E-mail: alcindo@uepa.br

Cássia Mônica Sakuragui

Universidade Federal do Rio de Janeiro/Departamento de Botânica - Laboratório de Taxonomia e Evolução Vegetal. Av. Carlos Chagas Filho 373 – Centro de Ciências da Saúde, bloco A, sala A1-88, CEP: 21941-902, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. E-mail: cmsakura12@gmail.com

Aníbal Alves de Carvalho Junior

Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro- Laboratório de Micologia. Rua Pacheco Leão 915, CEP: 22460-030, Horto, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. E-mail: anibal@jbrj.gov.br

RESUMO

Coleosporium vernoniae é uma espécie circunscrita morfológica e amplamente distribuída pela América. Possui ciclo de vida pleomórfico, sendo os estágios gaméticos e zigóticos encontrados sobre *Pinus* spp., e os estágios clonal e meiótico sobre gêneros de Asteraceae (*Elephanthopus* e *Vernonia*, principalmente). No Brasil, esta espécie ocorre em áreas de diferentes biomas e podem constituir complexos fisiológicos ou mesmo de espécies. Assim, o objetivo deste trabalho foi coletar espécimes de *C. vernoniae* nos três maiores biomas brasileiros, acessar informações moleculares do fragmento ITS2-28S do nuc rDNA e recuperar linhagens correspondentes à Amazônia, Cerrado

e Mata Atlântica. Amostras de *Elephantopus mollis* parasitadas por *C. vernoniae* foram coletadas em áreas representativas dos três biomas mencionados. O fragmento do nuc rDNA ITS2-28S das amostras coletadas foi acessado e comparado com um conjunto de dados composto por sequências de espécies de *Coleosporium* e uma espécie de *Chrysomyxa* (grupo externo), disponíveis em banco de dados online. As análises de Máxima Verossimilhança e Inferência Bayesiana foram utilizadas para recuperar as relações entre os espécimes coletados. Ambas as análises apresentam as amostras de *C. vernoniae* agrupados em um único clado e sem definição de linhagens correspondentes aos biomas. Portanto, no mesmo hospedeiro e com a definição que permite o marcador molecular, trata-se de uma espécie com predominância do estágio clonal do ciclo de vida, alta capacidade de dispersão e que acompanha a distribuição do hospedeiro.

Palavras-chave: Ferrugem, Uredinales, Coleosporiaceae, Filogenia.

ABSTRACT

Coleosporium vernoniae is a morphologically circumscribed species widely distributed throughout America. It has a pleomorphic life cycle, and the gametic and zygotic stages are found on *Pinus* spp. and the clonal and meiotic stages on genera of Asteraceae (*Elephantopus* and *Vernonia*, mainly). In Brazil, this species occurs in areas of different biomes and may constitute physiological or even species complexes. Thus, the objective of this work was to collect specimens of *C. vernoniae* in the three largest Brazilian biomes, access molecular information of the ITS2-28S fragment of the rDNA nuc and recover lineages corresponding to the Amazon, Cerrado and Atlantic Forest. Samples of *Elephantopus mollis* parasitized by *C. vernoniae* were collected in representative areas of the three biomes mentioned. The fragment of the nuc rDNA ITS2-28S of the collected samples was accessed and compared with a data set composed of sequences of *Coleosporium* species and a species of *Chrysomyxa* (external group), available in online database. Maximum Likelihood and Bayesian Inference analyses were used to recover the relationships between the collected specimens. Both analyses present the samples of *C. vernoniae* grouped in a single

clade and without definition of lineages corresponding to the biomes. Therefore, in the same host and with the definition that the molecular marker allows, it is a species with predominance of the clonal stage of the life cycle, high dispersion capacity and that accompanies the distribution of the host.

Keywords: Rust fungus, Uredinales, Coleosporiaceae, Phylogeny

1. INTRODUÇÃO

Popularizado na notável conferência da Biodiversidade RIO 92, o termo “biodiversidade” abrange não só a diversidade de seres vivos, mas também seus complexos ecológicos dos quais fazem parte, além das variações ocorrentes em seu material genético (RIEGER; CAMPOS; DOS SANTOS, 2006). Entre tantos organismos habitantes do planeta Terra, os fungos ocupam lugar de destaque devido aos importantes papéis ecológicos que desempenham, bem como as suas diversas possibilidades de utilização pelo homem (MONEY, 2016).

Não diferente de outros organismos, os fungos vêm sendo exaustivamente estudados na perspectiva molecular e estimativas apontam para algo em torno de 5,1 milhões de espécies destes organismos existentes em nosso planeta (BLACKWELL, 2011). O desenvolvimento de métodos moleculares de acesso ao material genético destes organismos, associados às análises filogenéticas, ajudam a elucidar a taxonomia do grupo, além de contribuir para um aumento no número de novas linhagens e para a redução de distribuições geográficas de espécies crípticas ou complexo de espécies (LUMBSCHE et al., 2008).

Fungos da ordem Pucciniales, causadores de uma doença de plantas conhecida como ferrugem, possuem como suas principais características biológicas o fato de serem considerados como parasitas ecológicamente obrigatórios, com alta especificidade por seus hospedeiros, nos quais se desenvolvem a partir de ciclo de vida complexo e pleomórfico¹ (CUMMINS; HIRATSUKA, 2003). Naturalmente, sua distribuição geográfica está sobreposta a de seus hospedeiros, e como

¹ Fungo que apresenta duas ou mais formas distintas, ocorrendo no mesmo ciclo de vida. Em outras palavras, fungo que se conhece a fase imperfeita (anamórfica) e a fase perfeita (teleomórfica), essa oriunda do processo sexual (PUTZKE; PUTZKE, 2004).

parasitam representantes de todos os grupos de plantas vasculares, a ordem pode ser considerada como globalmente distribuída (PARDO-CARDONA, 2000).

Com relação à diversidade das Pucciniales, sabe-se que a exemplo do que acontece com outros grupos de fungos (LUMBSCH et al., 2008), estudos de sistemática molecular tem mostrado que algumas espécies morfológicamente circunscritas são, de fato, complexo de espécies (AIME; TOOME; MCLAUGHLIN, 2014), sobretudo aquelas com ampla distribuição (BENNETT; AIME; NEWCOMB, 2011; BEENKEN; ZOLLER; BERNDT, 2012). Nestes estudos, a variabilidade genética tem utilizado marcadores moleculares de sequência do DNA nuclear como principal ferramenta na construção de hipóteses filogenéticas.

O Brasil é um país de dimensão continental, com alta diversidade de fungos e as ferrugens estão entre os seus grupos mais bem estudados (MAIA et al., 2015). Entre as muitas espécies de Pucciniales com ampla distribuição e consideradas comuns em muitas áreas e fitofisionomias que foram mencionadas por Hennen et al. (2005), *Coleosporium vernoniae* aparece como recorrente nos inventários realizados nos mais diversos biomas do país, apresentando-se como um possível modelo para estudos de variabilidade genética.

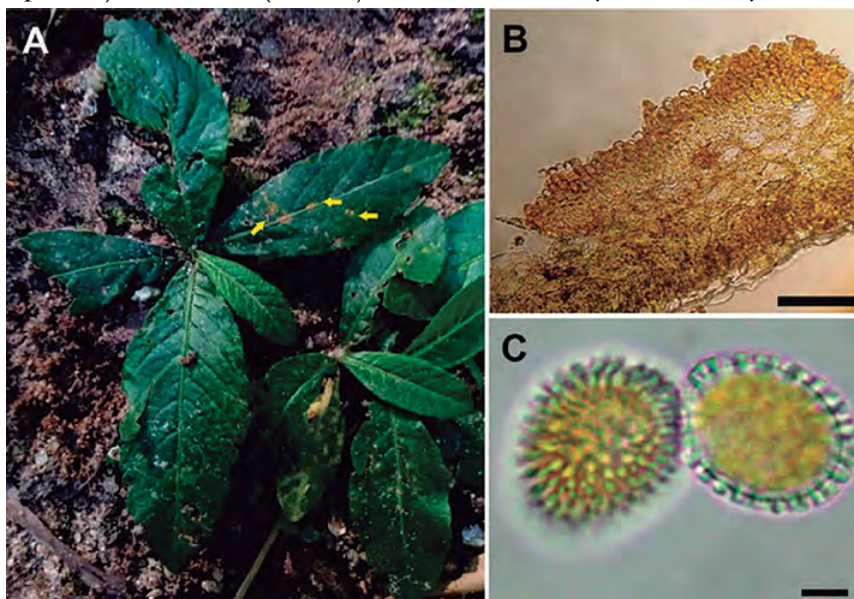
A ferrugem *C. vernoniae* é uma espécie heteroécia¹, que apresenta os estágios gamético e zigótico sobre *Pinus* spp. (Pinaceae) e sobre algumas espécies *Elephantopus* e *Vernonia* spp os estágios clonal e meiótico (CUMMINS, 1978). Trata-se de uma espécie fitopatogena amplamente distribuída nas Américas e que no Brasil é registrada somente sobre *Elephantopus* spp., em áreas de todos os biomas nos quais se possuem informações acerca do registro de Pucciniales (HENNEN et al., 2005).

Estudos demonstram que *C. vernoniae* é encontrado em áreas características dos biomas brasileiros Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica (SOTÃO et al., 2009; CARVALHO JR et al., 2008; SALAZAR-YEPES; CARVALHO JR, 2010) sobre um hospedeiro em comum, *Elephantopus*

¹ Fungo que precisa de dois hospedeiros para completar seu ciclo de vida (PUTZKE; PUTZKE, 2004).

mollis (Figura 1A), espécie considerada como planta daninha, mas também utilizada como erva medicinal de uso popular (LORENZI et al., 2008). Por ocasião da execução do projeto de tese do primeiro autor, amostras de plantas infectadas com o fungo (Figura 1B e 1C) foram coletadas em áreas representativas dos três biomas mencionados.

Figura 1. Espécie hospedeira e fitopatógeno. **A.** Hospedeiro *Elephantopus mollis* infectado com *Coleosporium vernoniae* (setas). **B.** Seção transversal do soró (uredínio) sobre o hospedeiro em microscopia óptica. **C.** Esporos (urediniósporos) de *C. vernoniae* em vista superficial (esquerda) e mediano (direita). Barras: B = 200 μ m. C = 10 μ m.



Com base na perspectiva da existência de linhagens de *C. vernoniae* sobre *E. mollis* correspondentes à Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica, objetivou-se analisar a variabilidade genética dessa espécie fitopatogena, a partir de uma abordagem filogenética.

2. MATERIAL E MÉTODOS

ÁREAS E PROCEDIMENTOS DE COLETA E PRESERVAÇÃO

Amostras de *C. vernoniae* foram coletadas em áreas características dos biomas Amazônia (Floresta Nacional de Caxiuanã, Pará),

Cerrado (Mogi Guaçu, Mogi Mirim e Luiz Antônio, em São Paulo) e Mata Atlântica (Parque Nacional de Itatiaia), no Brasil. Para cada área, foram estabelecidas subáreas representadas por locais mais específicos onde as amostras foram coletadas (Tabela 1). Cada amostra foi coletada nas áreas com distância mínima de 50m, sendo considerada amostra o indivíduo de *E. mollis* infectado. A coleta e a preparação do voucher foram executadas conforme sugestão de Cummins; Hiratsuka (2003). Ainda no campo, com o material ainda fresco, parte das folhas contendo os soros da ferrugem foram seccionados e armazenados em de papel filtro e, então armazenados em sacos plásticos hermeticamente fechados contendo sílica gel. Todos os vouchers estão depositados no herbário do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (RB). Informações sobre o local de coleta, data de coleta e número de registro no herbário estão sumarizadas na Tabela 1.

Exame morfológico

O exame morfológico de todas as amostras coletadas consistiu da análise de uredinósporos, único estado esporico encontrado, que foram raspados dos soros e montados em lâminas semipermanentes contendo solução de lactofenol e, gentilmente, aquecidas para incorporação do meio de montagem. As amostras foram, então, visualizadas com microscópio Zeiss Axioscope 40 acoplado à câmera fotográfica Axiocan MRc, para registros fotográficos e tomada de medidas - como largura, comprimento, e espessamento das suas paredes - no programa Axiovision Rel 4.6. Para identificação morfológica das amostras, literatura de referência como Hennen et al. (2005) e Cummins (1978) foram utilizadas. A espécie hospedeira foi confirmada por comparação com material herborizado do acervo do RB.

EXTRAÇÃO DE DNA, AMPLIFICAÇÃO E SEQUENCIAMENTO

A extração do DNA seguiu Doyle; Doyle (1987). Após este procedimento, quando ambas as moléculas do hospedeiro e do parasita constituíam o DNA total extraído, todas as amostras foram diluídas a 1:50. Para amplificação da região ITS2-28S foram utilizados os primers específicos para Pucciniales Rust2inv (AIME, 2006) e ITS4rust

(BEENKEN; ZOLLER; BERNDT, 2012), além do Kit 2x PCR Mix da LGC Biotecnologia (Brasil), obedecendo as recomendações do fabricante quanto às quantidades, e acrescentando 0,2 µl de Bovine Serum Albumin (BSA) para cada 25 µl de volume total da reação. A ciclagem de amplificação seguiu Aime (2006), porém com temperatura de anelamento de 59°C. Os produtos de PCR foram enviados para Macrogen Inc. (Coreia do Sul) para purificação e sequenciamento, utilizando para este último procedimento os mesmos primers da amplificação. As sequências foram editadas com Bioedit (HALL, 1999).

ANÁLISES FILOGENÉTICAS

O conjunto de dados reunido para as análises foi composto pelas sequências de *C. vernoniae* geradas neste estudo (Tabela 1) acrescido daquelas de outras espécies de *Coleosporium* disponíveis no GenBank, e uma espécie de *Chrysomyxa* (grupo externo), compiladas por Aime (2006), Beenken; Lutz; Sholler (2017) e McTaggart; Aime (2018), e que compreendem a região 5.8S-ITS2-28S parcial do DNA ribossomal nuclear (nuc rDNA) (Tabela 2). No total, o conjunto de dados constituído neste estudo foi composto por 46 terminais. Tal matriz de caracteres foi automaticamente alinhada com o algoritmo Muscle (EDGAR, 2004) no programa Seaview 4.6 (GOUY; GUINDON; GASCUEL, 2010), sendo corrigida manualmente quando necessário. GBlocks (CASTRESANA, 2000) foi utilizado para eliminar posições desalinhadas e regiões divergentes entre as sequências.

Tabela 1. Informações das amostras a partir das quais foram obtidas as sequências ITS2-28S neste trabalho.

Registro RB	Número de coleta	Acesso no GenBank	Coletores	Data da Coleta	Localização específica da coleta	Sub-área	Bioma
RB 757201	52/15	MK 296474	A Martins Jr & R. Vaz	19/11/2015	Estação Científica Ferreira Penna, ao redor da base física	A1	Amazônia
RB 757199	75/15	MK 296475	A Martins Jr & R. Vaz	24/11/2015	Sede do ICMBIO	A2	Amazônia

RB 756909	159/16	MK 296498	A Martins Jr & R. Vaz	14/07/2016	Estação Científica Ferreira Penna, ao redor da base física	A1	Amazônia
RB 756929	166/16	MK 296499	A Martins Jr & R. Vaz	15/07/2016	Roça do Sr. Calafate	A3	Amazônia
RB 756930	169/16	MK 296500	A Martins Jr & R. Vaz	15/07/2016	Sede do ICMBIO	A2	Amazônia
RB 756923	170/16	MK 296501	A Martins Jr & R. Vaz	15/07/2016	Sede do ICMBIO	A2	Amazônia
RB 756928	185/16	MK 296502	A Martins Jr & R. Vaz	16/07/2016	Sede do ICMBIO	A2	Amazônia
RB 756934	206/16	MK 296503	A Martins Jr & R. Vaz	18/07/2016	Estação Científica Ferreira Penna, ao redor da base física	A1	Amazônia
RB 772159	111/17	MK 296504	A Martins Jr & T. Miranda	18/05/2017	Estação Científica Ferreira Penna, ao redor da base física	A2	Amazônia
RB 772176	130/17	MK 296499	A Martins Jr & T. Miranda	19/05/2017	Sede do ICMBIO	A2	Amazônia
RB 772179	133/17	MK 296500	A Martins Jr & T. Miranda	29/05/2017	Sede do ICMBIO	A2	Amazônia
RB 772197	155/17	MK 296501	A Martins Jr & T. Miranda	21/05/2017	Vila Vigor	A4	Amazônia
RB 772199	157/17	MK 296502	A Martins Jr & T. Miranda	21/05/2017	Vila Vigor	A4	Amazônia
RB 772200	159/17	MK 296503	A Martins Jr & T. Miranda	21/05/2017	Vila Vigor	A4	Amazônia

RB 772265	174/17	MK 296504	A Martins Jr & T. Miranda	22/05/2017	Estação Científica Ferreira Penna, ao redor da base física	A1	Amazônia
RB 756991	85/15	MK 296476	A Martins Jr. A. A. Carvalho Jr & A. Riguetf	07/12/2015	Entre o Km 5 e o Km 7 de BR-485	At1	Mata Atlântica
RB 757230	98/15	MK 296477	A Martins Jr. A. A. Carvalho Jr & A. Riguetf	08/12/2015	Hotel Simom (hotel abandonado) - Trilha para três picos	At2	Mata Atlântica
RB 757214	117/15	MK 296478	A Martins Jr. A. A. Carvalho Jr & A. Riguetf	09/12/2015	Trilha Ruy Braga (Rio Campo Belo - Prateleiras)	At3	Mata Atlântica
RB 757036	135/15	MK 296479	A Martins Jr. A. A. Carvalho Jr & A. Riguetf	09/12/2015	Trilha Ruy Braga (Rio Campo Belo-Prateleiras)	At3	Mata Atlântica
RB 757224	148/15	MK 296480	A Martins Jr. A. A. Carvalho Jr & A. Riguetf	10/12/2015	Travessia Hotel Donati - Hotel Simon	At4	Mata Atlântica
RB 757129	09/17	MK 296486	A Martins Jr. & A. A. Carvalho Jr.	20/03/2017	Entre o Km 5 e o Km 7 de BR-485	At1	Mata Atlântica
RB 757160	37/17	MK 296487	A Martins Jr. & A. A. Carvalho Jr.	21/03/2017	Trilha Ruy Braga (Rio Campo Belo-Prateleiras)	At3	Mata Atlântica
RB 757139	41/17	MK 296488	A Martins Jr. & A. A. Carvalho Jr.	21/03/2017	Trilha Ruy Braga (Rio Campo Belo-Prateleiras)	At3	Mata Atlântica

RB 757015	49/17	MK 296489	A Martins Jr. & A. A. Carvalho Jr.	21/03/2017	Trilha Ruy Braga (Rio Campo Belo-Prateleiras)	At3	Mata Atlântica
RB 757021	199/17	MK 296490	A Martins Jr. & A. A. Carvalho Jr.	19/06/2017	Fazenda Campininha, Trilha T1 até trilha T2	C1	Cerado
RB 757319	206/17	MK 296491	A Martins Jr. & A. A. Carvalho Jr.	19/06/2017	Fazenda Campininha, Trilha T1 até trilha T2	C1	Cerado
RB 756962	263/17	MK 296492	A Martins Jr. & A. A. Carvalho Jr.	21/06/2017	Horto Florestal de Mogi mirim	C2	Cerado
RB 757295	263/17B	MK 296493	A Martins Jr. & A. A. Carvalho Jr.	21/06/2017	Horto Florestal de Mogi mirim	C2	Cerado
RB 757322	264/17	MK 296494	A Martins Jr. & A. A. Carvalho Jr.	21/06/2017	Horto Florestal de Mogi mirim	C2	Cerado
RB 757306	309/17	MK 296495	A Martins Jr. & A. A. Carvalho Jr.	22/06/2017	Estação experimental de Luiz Antônio	C3	Cerado
RB 757309	313/17	MK 296496	A Martins Jr. & A. A. Carvalho Jr.	22/06/2017	Estação experimental de Luiz Antônio	C3	Cerado
RB 757327	316/17	MK 296497	A Martins Jr. & A. A. Carvalho Jr.	22/06/2017	Estação experimental de Luiz Antônio	C3	Cerado

O conjunto de dados moleculares foi submetido a dois critérios filogenéticos, Máxima Verossimilhança (MV) e Inferência Bayesiana (IB). O software MEGA 7 (KUMAR; STECHER; TAMURA, 2016)

foi utilizado para o cálculo do modelo de substituição de bases mais adequado e para conduzir a MV. Esta análise considerou o modelo evolutivo General Time Reversible com variação Gamma, escolhido a partir do critério de Akaike, e valores de Bootstrap (BP) foram obtidos a partir de 1000 réplicas sob o mesmo modelo. A IB foi executada no programa MrBayes v.3.2.6 (HUELSENBECK; RONQUIST, 2001; RONQUIST; HUELSENBECK, 2003), utilizando o método Markov Chain Monte Carlo (MCMC), a partir de modelos de substituição de bases GTR+G+I e tendo a Probabilidade posterior (PP) como medida do suporte dos ramos. Para execução da BI foram definidos os seguintes parâmetros: três corridas, quatro cadeias de Markov, com 10.000.000 de gerações amostradas a cada 500 gerações e cálculo de diagnose a cada 5000 gerações. Após descarte de 25% das corridas, com burn-in, foi obtida árvore consenso da regra de maioria 50 %.

Tabela 2. Informações das sequências ITS2-LSU incluídas nas análises Filogenéticas. Grupo externo marcado de cinza.

Espécies de Pucciniales	Hospedeiro	Família hospede	País	Publicação	LSU (Acesso GenBank)
<i>Chrysomyxa arctostaphyli</i> Dietel	<i>Picea</i> sp	Pinaceae	USA	Unpublished	EF 561640
<i>Coleosporium delicatulum</i> (Arthur & F. Kern) Hedgc. & Long	<i>Solidago</i> sp.	Asteraceae	USA	McTaggart et al. (2018)	MF769637
<i>Coleosporium delicatulum</i> (Arthur & F. Kern) Hedgc. & Long	<i>Symphotrichum novae-angliae</i> (L.) G.L. Nesom	Asteraceae	USA	McTaggart et al. (2018)	MF769638
<i>Coleosporium ipomoeae</i> (Schwein.) Bumill	<i>Ipomoea</i> sp.	Convolvulaceae	USA	McTaggart et al. (2018)	MF769639
<i>Coleosporium ipomoeae</i> (Schwein.) Bumill	<i>Ipomoea</i> sp.	Convolvulaceae	USA	McTaggart et al. (2018)	MF769640

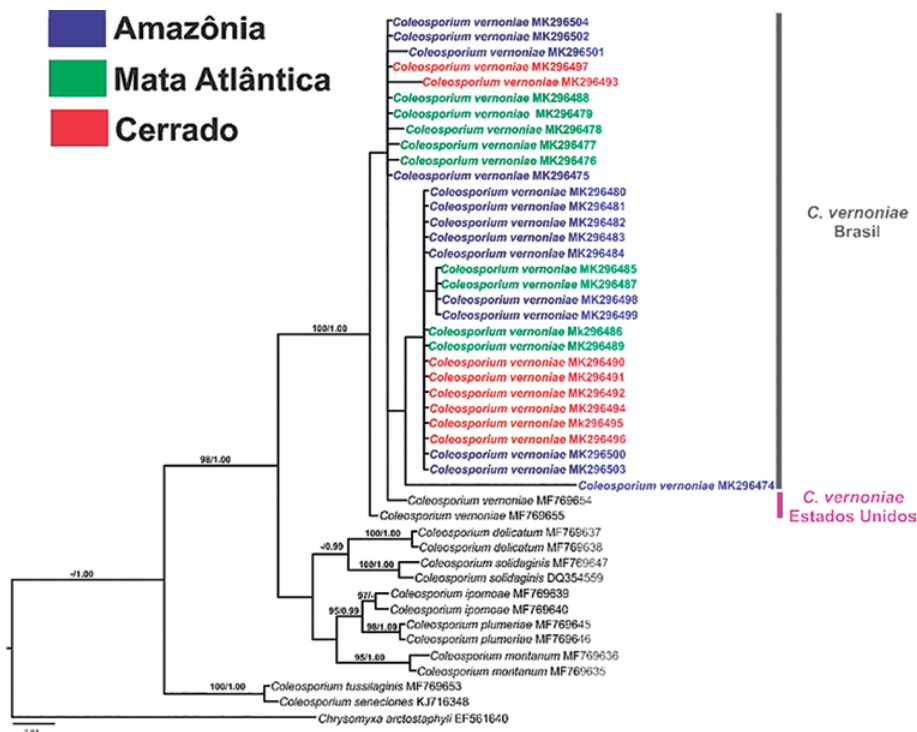
Coleosporium montanum (Arthur & F. Kern) McTaggart & Aime	Solidago sp.	Asteraceae	USA	McTaggart et al. (2018)	MF769635
Coleosporium montanum (Arthur & F. Kern) McTaggart & Aime	Solidago sp.	Asteraceae	USA	McTaggart et al. (2018)	MF769636
Coleosporium plumeriae Pat.	Plumeria sp.	Apocynaceae	Guayana	McTaggart et al. (2018)	MF769645
Coleosporium plumeriae Pat.	Plumeria rubra L.	Apocynaceae	Nigeria	McTaggart et al. (2018)	MF769646
Coleosporium solidaginis (Schwein.) Thum.	Solidago sp.	Asteraceae	USA	McTaggart et al. (2018)	MF769647
Coleosporium solidaginis (Schwein.) Thum.	Solidago sp.	Asteraceae	USA	Aime (2006)	DQ354559
Coleosporium tussilaginis (Pers.) Lév.	Senecio triangularis Hook.	Asteraceae	USA	McTaggart et al. (2018)	MF769653
Coleosporium vernoniae Berk. & M. A. Curtis	Elephantopus tomentosus L.	Asteraceae	USA	McTaggart et al. (2018)	MF769654
Coleosporium vernoniae Berk. & M. A. Curtis	Vernonia sp.	Asteraceae	USA	McTaggart et al. (2018)	MF769655
Coleosporium senecionis (Schumach.) Rabenh.	Senecio sp.	Asteraceae	New Zeland	Beenken et al. (2017)	KJ716348

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a análise morfológica de 31 indivíduos de *C. vernoniae* coletados nos três biomas brasileiros (Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica) não foram detectadas diferenças quando comparadas àquelas apresentadas nas literaturas de referências. Ambas as topologias oriundas das análises de MV e IB foram similares, sendo escolhida a árvore do

consenso da regra de maioria de 50% para ilustrar as relações filogenéticas entre os componentes do conjunto de dados (Figura 2). O clado referente à *C. vernoniae* foi recuperado como um grupo monofilético, em um único ramo bem suportado (BP=100 e PP=1.00). O clado de *C. vernoniae*, além das espécies coletadas nos três biomas brasileiros, também foi formado por amostras Norte Americanas. Nesta ocasião, o mesmo aparece como grupo irmão de um agrupamento do qual fazem parte as espécies *C. delicatum*, *C. solidaginis*, *C. montanum*, *C. plumeriae* e *C. ipomoeae*. Esta relação é bem suportada pelos valores de suporte dos ramos em ambas as análises, com BP=99 e PP=1.00.

Figura 2. Topologia recuperada da análise de Inferência Bayesiana (árvore do consenso da regra de maioria de 50%). Os valores de suporte de Bootstrap/Probabilidade posterior são mostrados sobre os ramos. Foram amostrados valores de suporte de bootstrap sempre que estes foram maiores ou iguais a 80 e, da mesma forma, quando probabilidade posterior foi maior ou igual à 0.95.



Os primers utilizados neste estudo (Rust2inv/ITS4-F) amplificaram basicamente a porção 5.8S-ITS2-28S parcial. Uma característica deste fragmento é a capacidade de discriminar espécies podendo ser utilizado como um barcode para muitas espécies de fungos, correlacionando-se muito bem com conceitos atuais de espécies (SOCH et al., 2012). McTaggart; Aime (2018) mencionam que a região ITS2-28S parcial tem a habilidade de resolver complexos taxonômicos, além de fornecer identificação de espécies.

Neste estudo, o marcador molecular utilizado apresentou pouca variabilidade genética e não foi possível verificar a separação de linhagens correspondentes aos biomas, ou mesmo das amostras brasileiras em relação as Norte-americanas. De acordo com Buriticá (2000) em espécies de gêneros típicos das regiões temperadas, encontradas no trópico, como por exemplo *C. vernoniae*, os estágios anamórficos são predominantes e embora oportunizem a infecção de novos hospedeiros (BURITICÁ, 2000), normalmente não respondem pela variabilidade genética das espécies (CUMMINS; HIRATSUKA, 2003).

Considerando o conceito de espécie proposto por Cai et al. (2011), podemos inferir com base nos dados moleculares analisados e na morfologia, sem variações em relação à descrição da espécie, que *C. vernoniae* encontrada nos três maiores biomas brasileiros é uma espécie amplamente distribuída pelo país. De acordo com Fröhlich-Nowoisky et al. (2012) a dispersão dos esporos é um mecanismo imprescindível para compreensão da biogeografia dos fungos. As Pucciniales possuem ampla distribuição global, sendo o vento o principal agente de dispersão dos esporos a longas distâncias (HELFER, 2014). Nagarajan; Singh (1990) descrevem algumas das evidências e rotas pelas quais se processam as distribuições à longas distâncias (LDD) das ferrugens. O sucesso deste processo está correlacionado à resistência de seus esporos aos possíveis danos ambientais (ROTEM; WOODING; AYLOR, 1985). Helfer (2014) reporta que alguns estágios do ciclo de vida são mais eficientes que outros para a dispersão das espécies e enfatiza que urediniósporos, o estágio clonal, o mesmo encontrado em todas as amostras de *C. vernoniae* neste trabalho, possui maior potencial de dispersão.

De acordo com Brown; Hovmöller (2002) a dispersão de fitopatógenos pode ocorrer pelo resultado da propagação gradual de inóculos a partir de uma fonte, normalmente mediada pelo vento, ou de maneira estocástica, onde as longas distâncias continentais alcançadas ocorrem de uma vez, mediada por outros agentes que não o vento. Neste estudo, ambos os eventos, dispersão não-estocástica e estocástica, são passíveis de terem acontecido. Barrès et al. (2008) analisando o mecanismo de dispersão da ferrugem do álamo, *Melampsora larici-populina*, conseguiram perceber, baseando-se na estrutura genética das suas populações, que no continente europeu há evidências da mencionada propagação gradual, no entanto, quando comparados com áreas além mar, onde a ferrugem também ocorre, o mecanismo de dispersão mais adequado para explicar a distribuição é o estocástico. A técnica do referido estudo, utilizando marcadores moleculares baseados em microsatélites, pode melhorar a compreensão do processo de dispersão que ocorreu com *C. vernoniae* através dos diversos biomas brasileiros.

A distribuição de *C. vernoniae* acompanha a distribuição de seu hospedeiro nos diferentes biomas brasileiros, demonstrando que assim como esse, possui alta capacidade de adaptação a condições ambientais diferentes. Neste caso, Lumbsch et al. (2008) menciona que a ideia de dispersão à longas distâncias em detrimento da vicariância pode explicar distribuições disjuntas.

O hospedeiro *E. mollis* é uma planta perene, amplamente distribuída pelo Brasil, considerada medicinal (manejada pelo homem) e invasora em áreas degradadas (pastagem, gramados, carreadores, beira de estradas e terrenos baldios), de grande rusticidade, tolerando solos de baixa fertilidade e luz difusa (LORENZI, 2008). A sobreposição das distribuições patógeno-hospedeira demonstra que apesar da agrestia de *E. mollis*, a mesma sofre com os efeitos do ambiente, ao ponto de tornar-se susceptíveis às infecções de *C. vernoniae*, o qual neste contexto torna-se um importante controlador destas daninhas.

4. CONCLUSÃO

O marcador molecular utilizado para as análises moleculares demonstrou pouca variabilidade, mostrando que as amostras de *C.*

vernoniae coletadas na Amazônia, no Cerrado e na Mata Atlântica não são linhagens diferentes, mas uma única espécie distribuída por estes biomas. Presume-se que a ampla distribuição desta espécie pode ser resultado da combinação de mecanismos de dispersão por curta e longa distância, da sua eficiente estratégia reprodutiva quando da sua presença nas regiões tropicais, da quase inexistência de *Pinus* spp. - hospedeiro no qual ocorre o mecanismo de trocas genéticas entre indivíduos compatíveis - nas áreas visitadas e da ampla distribuição de *E. mollis*. De toda forma, sugere-se que futuros estudos utilizem outras técnicas moleculares para demonstrar tanto a variabilidade genética de amostras de *C. vernoniae* oriundos de áreas de biomas diferentes, bem como as estratégias de ocupação das áreas nas quais essa espécie é registrada.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Dr. Rodrigo Moura do laboratório de Biologia Forense da Universidade Federal do Rio de Janeiro pela disponibilização de equipamentos para execução das técnicas de biologia molecular. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Código de Financiamento 001 - e ao Governo do Estado do Pará pelo apoio financeiro.

5. REFERÊNCIAS

- AIME, M.C. Toward resolving family-level relationships in rust fungi (Uredinales). **Mycoscience** v. 47. p. 112–122. 2006.
- AIME, M.C.; TOOME, M.; MCLAUGHLIN, D.J. Pucciniomycotina. In: MCLAUGHLIN, D.J.; SPATAFORA, D. (ed). **The Mycota VII Part A: systematics and evolution**. 2th edition. Springer, Berlin, pp. 271–294. 2014.
- BARRÈS, B.; HALKETT, F.; DUTECH, C.; ANDRIEUX, A.; PINNON, J.; FREY, P. Genetic structure of the poplar rust fungus *Melampsora larici-populina*: evidence for isolation by distance in Europe and recent founder effects overseas. **Infection, Genetics and Evolution**. v. 8. p. 577–587. 2008.

BEENKEN, L.; ZOLLER, S.; BERNDT, R. Rust fungi on Annonaceae II: the genus *Dasympora* Berk. & M.A. Curtis. **Mycologia**. v. 104. p. 659–681. 2012.

BEENKEN, L.; LUTZ, M.; SCHOLLER, M. DNA barcoding and phylogenetic analyses of the genus *Coleosporium* (Pucciniales) reveal that the North American goldenrod rust *C. solidaginis* is a neomycete on introduced and native *Solidago* species in Europe. **Mycological progress**. v. 16:1073–1085. 2017.

BENNETT, C.; AIME, M.C.; NEWCOMB, G. Molecular and pathogenic variation within *Melampsora* on *Salix* in western North America reveals numerous cryptic species. **Mycologia**. v. 103. p. 1004–1018. 2011.

BLACKWELL, M. The Fungi: 1, 2, 3...5.1 million species? **American Journal of Botany**. v. 98. p. 426–438. 2011.

BROWN, J.K.M.; HOVMØLLER, M.S. Aerial Dispersal of Pathogens on the Global and Continental Scales and Its Impact on Plant Disease. **Science**. v. 297. p. 537–541. 2002.

BURITICÁ, P. Adaptacion al ambiente de Uredinales Neotropicales. **Biológico**. v. 62. p. 127–141. 2000.

CAI, L.; GIRAUD, T.; ZHANG, N.; BEGEROW, D.; CAI, G.; SHIVAS, R.G. The evolution of species concepts and species recognition criteria in plant pathogenic fungi. **Fungal Diversity**. DOI 10.1007/s13225-011-0127-8. 2011.

CARVALHO JR, A.A.; HENNEN, J.F.; HENNEN, M.M.; FIGUEIREDO, M.B. Fungos causadores de ferrugens (Uredinales) em áreas de Cerrado no Estado de São Paulo, Brasil. **Rodriguésia**. v. 59. p. 1–55. 2008.

CASTRESANA, J. Selection of conserved blocks from multiple alignments for their use in phylogenetic analysis. **Molecular Biology and Evolution**. v. 17. p. 540–552. 2000

CUMMINS, G.B. **Rust Fungi on Legumes and Composites in North America**. USA, Arizona: University Arizona Press, 424 p. 1978.

CUMMINS, G.B.; HIRATSUKA, Y. **Illustrated Genera of Rust Fungi**. 3th edition. USA, St. Paul: APS press. 2003.

DOYLE, J.J.; DOYLE, J.L. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. **Phytochemical Bulletin**. v. 19. p. 11–15. 1987.

EDGAR, R.C. Muscle: multiple sequence alignment with high accuracy and high throughput. **Nucleic Acids Research**. v. 32. p. 1792–1797. 2004.

FRÖHLICH-NOWOISKY, J.; BURROWS, S.M.; XIE, Z.; ENGLING, G.; SOLOMON, P.A.; FRASER, M.P.; MAYOL-BRACERO, O.L.; ARTAXO, P.; BEGEROW, D.; CONRAD, R.; ANDREAE, M.O.; DESPRÉS, V.R.; PÖSCHL, U. Biogeography in the air: fungal diversity over land and oceans. **Biogeosciences**. v. 9. p. 1125–1136. 2012.

GOUY, M.; GUINDON, S.; GASCUEL, O. SeaView version 4: a multiplatform graphical user interface for sequence alignment and phylogenetic tree building. **Molecular Biology and Evolution**. v. 27. p. 221–224. 2010.

HALL, T.A. Bioedit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. **Nucleic Acid Symposium Series Number**. v. 41. p. 95–98. 1999.

HELFER, S. Rust Fungi and Global Change. 2014. **New Phytologist**. v. 201. p. 770–780. 2014.

HENNEN, J.F.; FIGUEIREDO, M.B.; CARVALHO JR, A.A.; HENNEN, P.G. Catalogue of plant rust fungi (Uredinales) of Brazil. Brazil, Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2005. Disponível em <http://www.jbrj.gov.br/sites/all/themes/corporateclean/content/publicacoes/catalogue.pdf> Acesso em 10 de Agosto de 2017.

HUELSENBECK, J.P.; RONQUIST, F. MRBAYES: Bayesian inference of phylogenetic trees. **Bioinformatics**. v. 17. p. 754–755. 2001.

KUMAR, S.; STECHER, G.; TAMURA, K. MEGA7: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 7.0 for bigger datasets. **Molecular Biology and Evolution**. v. 33. p. 1870–1874. 2016.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas e parasitas**. 4^a ed. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora. 2008.

LUMBSCH, H.T.; BUCHANAN, P.K.; WAY, T.W.; MUELLER, G.M. Phylogeography and Biogeography of Fungi. **Mycological Research**. v. 112. p. 423–424. 2008

MAIA, L.C.; CARVALHO JR, A.A.; CAVALCANTI, L.H.; GUGLIOTTA, A.M.; DRECHSLER-SANTOS, E.R.; SANTIAGO, A.L.M.A.; CÁCERES, M.E.S.; GIBERTONI, T.B.; APTROOT, A.; GIACHINI, A.J.; SOARES, M.A.S.; SILVA, A.C.G.; MAGNAGO, A.C.; GOTO, B.T.; LIRA, C.R.S.; MONTOYA, C.A.S.; PIRES-ZOTTARELLI, C.L.A.; SILVA, D.K.A.; SOARES, D.J.; REZENDE, D.H.C.; LUZ, E.D.M.N.; GUMBOSKI, E.L.; WARTCHOW, F.; KARSTEDT, F.; FREIRE, F.M.; COUTINHO, F.P.; MELO, G.S.N.; SOTÃO, H.M.P.; BASEIA, I.G.; PEREIRA, J.; OLIVEIRA, J.J.S.; SOUZA, J.F.; BEZERRA, J.L.; ARAUJO, N.E.T.A.L.S.; PFENNING, L.H.; GUSMÃO, L.F.P.; NEVES, M.A.; CAPELARI, M.A.; JAEGER, M.C.W.; PULGARÍN, M.P.; MENOLLI JUNIOR, N.; MEDEIROS, P.S.; FRIEDRICH, R.C.S.; CHIKOWSKI, R.S.; PIRES, R.M.; MELO, R.F.; SILVEIRA, R.M.B.; URREA-VALENCIA, S.; CORTEZ, V.A.; SILVA, V.F. Diversity of Brazilian Fungi. **Rodriguésia**. v. 66. p. 1033–1045. 2015.

MCTAGGART, A.R.; AIME, M.C. The species of *Coleosporium* (Pucciniales) on *Solidago* in North America. **Fungal Biology**. DOI: 10.1016/j.funbio.2018.04.007. 2018.

MONEY, N.P. **Fungi a very short introduction**. United Kingdom: Oxford University Press. 130p. 2016.

NAGARAJAN, S.; SINGH, D.V. Long-Distance Dispersion of Rust Pathogens. Annual Review of **Phytopathology**. v. 28. p. 139–153. 1990.

PARDO-CARDONA, V.M. Relaciones florísticas y altitudinales de los Uredinales Colombianos en Poaceae. **Biologico**. v. 62. p. 89–105. 2000.

PUTZKE, J; PUTZKE, M.T.L. **Glossário Ilustrado de Micologia**. Brasil: EDUNISC. 152 p. 2005.

RIEGER, T.T.; CAMPOS, S.R.C.; DOS SANTOS, J.F. A biologia molecular como ferramenta no estudo da biodiversidade. **Floresta e ambiente**. v. 13. p. 11-24. 2006.

RONQUIST, F.; HUELSENBECK, J.P. MrBayes 3: Bayesian phylogenetic inference under mixed models. **Bioinformatics**. v. 19. p. 1572-1574. 2003.

ROTEM, J.; WOODING, B.; AYLOR, D.E. The role of solar radiation, especially ultraviolet, in the mortality of fungal spores. **Phytopathology**. v. 75. p. 510-514. 1985.

SALAZAR-YEPES, M.; CARVALHO JR, A.A. **Ferrugens: diversidade de Uredinales do Parque Nacional do Itatiaia, Brasil**. Technical Books, Rio de Janeiro. 2010.

SOCH, C.L.; SEIFERT, K.A.; HUHNDORF, S.; ROBERT, V.; SPOUGE, J.L.; LEVESQUE, C.A.; CHEN, W. FUNGAL BARCODING CONSORTIUM. Nuclear ribosomal transcribed spacer (ITS) regions as a universal DNA barcode marker for Fungi. **PNAS**. v. 109. p. 6241-6246. 2012.

SOTÃO, H.M.P.; HENNEN, J.F.; FRANÇA, I.; FREIRES, E.; MOURA, M.F.; MARTINS JUNIOR, A.; MEDEIROS, O.S.; SILVA, M.F.F. Ferrugens (Uredinales – Basidiomycota) da Flona de Caxiuanã. *In*: LISBOA, P.L.B. (org.). **Caxiuanã. Desafios para a conservação de uma Floresta Nacional na Amazônia**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi. pp. 371-380. 2009.

CAPÍTULO 2

ÓLEO E DERIVADOS DE COPAÍBA: REQUISITOS DE QUALIDADE, CONHECIMENTOS E USOS NA COMERCIALIZAÇÃO EM BELÉM, PARÁ

Matheus Lima Cavalcante

Graduado em Licenciatura Plena em Ciências Naturais
- Biologia. matheus_lca13@yahoo.com.br

Geysiane Costa e Silva

Doutoranda em Biodiversidade e Biotecnologia. Rede
Bionorte. geysianecosta18@hotmail.com

Janaira Almeida Santos

Mestre em Ciências Ambientais. Universidade do Estado do
Pará. janairaalmeida14@gmail.com

Seidel Ferreira dos Santos

Doutor em Biodiversidade e Biotecnologia - Rede Bionorte.
Universidade do Estado do Pará. seidelsantos@uepa.br

Flávia Cristina Araújo Lucas

Doutora em Ciências Biológicas. Universidade do Estado do
Pará. copaldoc@yahoo.com.br

RESUMO

Copaifera L. (Fabaceae Lindl.) está representado por 26 espécies distribuídas em todas as regiões brasileiras, com sete localizadas no norte do país. Conhecidas popularmente como copaíbas, apresentam forma de vida predominantemente arbórea, podendo atingir cerca de 40 m de altura. Se destacam no comércio e na indústria pelo elevado interesse por conta do óleo resina empregado na medicina popular como anti-inflamatório, antibiótico, cicatrizante, dentre outros. O trabalho objetivou investigar a comercialização e usos tradicionais do óleo de copaíba e seus derivados em estabelecimentos na cidade de Belém, Pará, avaliando qualidade, tipos de produtos e usos culturais com a finalidade de identificar lacunas que comprometem seu uso medicinal e colocam

em risco a saúde do público consumidor. Foram feitas visitas nas zonas da cidade onde se concentram as lojas de ervas e produtos medicinais. Por meio da técnica bola de neve (*Snow Ball*) foram selecionados oito estabelecimentos, onde foi feita observação e conversas com lojistas e clientes a fim de averiguar o conhecimento do produto e sua procedência. Foram adquiridos 41 produtos sendo estes analisados conforme as normativas da Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Os resultados revelaram lacunas de informação frente aos critérios estabelecidos pela ANVISA além de nomenclatura científica duvidosa, ausência de contraindicações e de procedência do óleo. Sendo um recurso da natureza de elevado valor biocultural, e grande apelo de venda, principalmente pelos usos historicamente validados, há um mercado paralelo que precisa ser avaliado em seu controle de qualidade, para fins de segurança ao público consumidor.

Palavras-chave: Fitoterápicos. Comércio. Plantas Medicinais. ANVISA.

ABSTRACT

Copaifera L. (Fabaceae Lindl.) is represented by about 26 species distributed in all Brazilian regions, with seven located in the north of the country. Popularly known as copaíbas, they have a predominantly arboreal form of life, reaching up to 40 m in height. They stand out in commerce and industry for the high interest due to the resin oil used in folk medicine as an anti-inflammatory, antibiotic, healing, among others. The study aimed to investigate the commercialization and traditional uses of copaiba oil and its derivatives in establishments in the city of Belém, Pará, evaluating quality, types of products and cultural uses in order to identify gaps that compromise its medicinal use and put at risk the health of the consuming public. Visits were made in the areas of the city where the herb and medicinal product stores are concentrated. Through the snowball technique, eight establishments were selected, where observation and conversations were made with shopkeepers and customers in order to ascertain knowledge of the product and its origin. 41 products were purchased and analyzed according to the regulations of the National Health Surveillance Agency. The results revealed gaps in

information regarding the criteria established by ANVISA, in addition to dubious scientific nomenclature, absence of contraindications and the origin of the oil. As a natural resource of high biocultural value, and great sales appeal, mainly due to its historically validated uses, there is a parallel market that needs to be evaluated in its quality control, for the purpose of safety for the consumer public.

Keywords: Herbal Medicines. Business. Medicinal plants. ANVISA.

1. INTRODUÇÃO

O nome copaíba tem origem no tupi *cupa-yba* que significa a árvore que tem jazida fazendo alusão a riqueza do óleo medicinal. Chamado de *Copaiva* ou *Copahu* pelos indígenas, esse óleo e suas propriedades medicinais eram bastante utilizados pelos povos nativos no século XVI. De acordo com a descrição do holandês Gaspar Barléu, essa sabedoria veio da observação do comportamento de certos animais que, quando feridos, esfregavam-se nos troncos das copaibeiras para cicatrizar suas feridas. O poder medicinal das espécies era tão apreciado pelos índios que estes fizeram com que os portugueses as descrevessem no início das suas crônicas, além de também estimularem trocas do óleo e outros vegetais por artefatos industrializados oriundos das colônias portuguesas (MONTES, 2009; PEZUTI; CHAVES, 2009; VEIGA JÚNIOR; PINTO, 2002).

O óleo, ricamente apreciado no decorrer da história, apresenta vasta composição química, uma parte é constituída por óleo essencial e outra resinosa, composta principalmente por sesquiterpenos (α -Copaeno, β -Cariofileno γ -Elemeno, α -Curcumeno, α -Amorfeno, γ -Cadineno, δ -Cadineno, Óxido de cariofileno, α -Cadinol) e diterpenos (Ácido copálico 3- β -Acetoxy-copalicacidPinifolicacid) (VEIGA JUNIOR, PATITUCCI; PINTO, 1997; COSTA *et al.*, 2017; DE LIMA *et al.*, 2020). Tal padrão químico já é bem conhecido e tem sido comprovado pelos usos validados e conhecimentos de comunidades tradicionais ao longo dos tempos. Os diterpenos, por exemplo, são utilizados por populações do norte do Brasil como combustível na iluminação pública, enquanto os sesquiterpenos são demandados pela indústria de perfumes por serem fixadores de odores. O óleo também é parte

integrante da produção de verniz e cosméticos (cremes, sabonetes, xampus e amaciantes para cabelos) (COSTA *et al.*, 2017).

Outros estudos também apontaram que o óleo é frequentemente empregado no tratamento de infecções e inflamações, uma vez que atua com ação antibiótica, e por isso, tem efeito cicatrizante, combate processos reumatismo e até câncer (BARBOSA *et al.*, 2019; BIAVATTI *et al.*, 2006; BRITO *et al.*, 2001; CARVALHO; MILKE, 2014; COSTA *et al.*, 2015; COSTA *et al.*, 2017; FERRAZ, 2009; FREITAS, 2006; DE VASCONCELOS; GONDINHOS, 2002; MONTES *et al.*, 2009; PIERI, 2009; SILVA; PEREIRA; LIMA, 2008; VEIGA JUNIOR; PINTO, 2002). Por esta amplitude de intervenções terapêuticas, sejam profiláticas ou de atuação imediata, nos sintomas de doença, ou propriamente na doença, é que os diversos usos reportados e/ou publicados do óleo de copaíba, abrangem as 11 categorias de doenças, de acordo com a Classificação Internacional de Doenças (CID-11).

O mercado crescente por produtos naturais precisa levar em consideração a variabilidade inerente, bastante comum em produtos vegetais e também aos crescentes problemas de adulterações que acabam comprometendo a autenticidade. Com o óleo de copaíba, é certo que há grande demanda por consumo e isso pressiona as coletas do óleo em quantidades abundantes e tempo reduzido. Perante a dificuldade em encontrar a espécie correta de copaíba, realizar a extração de forma correta (evitando a retirada de grandes volumes do tronco das árvores), somada a variabilidade dos diferentes tipos de óleo de cada espécie, que possuem colorações distintas, contribuem como um conjunto de fatores que fragiliza a credibilidade deste medicamento medicinal, que é virtuoso por excelência. Ademais, as lacunas na identificação botânica das espécies terminam por misturar óleos distintos, de espécies diferentes, como um produto único, por vezes adulterado, no qual o objetivo principal é vendê-lo com o nome “copaíba” inscrito nos rótulos. A consequência destas condutas repercute de forma perigosa para a sociedade, uma vez que expõe os compradores a uma série de riscos, a desvalorização do produto e descrédito do poder de cura da planta (BIAVATTI, 2006; COSTA, 2017; VEIGA JUNIOR; PINTO, 2002).

Dada a importância do óleo nos mais diversos setores da sociedade, e também pelo valor de exportação de agregado aos nomes “produtos

da Amazônia”, “óleo de copaíba” etc., como uma propaganda nos rótulos, é fundamental o cumprimento das normativas de vigilância já existentes, que além de monitorar a qualidade do produto vendido, buscam o atendimento com segurança à população que utiliza fitoterápicos. Há uma preocupação atual com o consumo de fitoterápicos relacionados à saúde humana, e estas discussões são altamente relevantes no continente europeu, principalmente com o incremento do volume de trocas comerciais no mercado de óleos entre o Brasil e a Europa (MARTINS *et al.*, 2011).

De Vasconcelos, Godinho (2002) e Veiga Júnior, Patitucci e Pinto (1997) observaram lacunas no patrulhamento da vigilância com os remédios naturais, e sugeriram o desenvolvimento de métodos analíticos de verificação de parâmetros de qualidade e pureza para que sejam empregados em pequenos estabelecimentos comerciais que não têm acesso a análises laboratoriais. Quanto à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, vinculada ao Ministério da Saúde, há grande preocupação em instituir e regulamentar padrões de procedimentos para fabricação e venda de medicamentos (ANVISA, 2006), essa normatização é de grande importância para reduzir os casos de remédios com qualidade duvidosa:

Considerando que a saúde é direito de todos e dever do Estado, garantido mediante políticas sociais e econômicas que visem à redução do risco de doença e de outros agravos e ao acesso universal e igualitário às ações e serviços para sua promoção, proteção e recuperação, nos termos do art. 196 da Constituição da República Federativa do Brasil, de 5 de outubro de 1988 (ANVISA, 2006, p.1).

O nome copaíba virou uma “marca”, de forte poder de venda, e muito procurado tanto na região metropolitana de Belém, quanto nos municípios do interior do estado (BIAVATTI, 2006; COSTA, 2017). Nesse contexto, o conhecimento do uso do óleo de copaíba e seus derivados devem convergir para analisar o cumprimento de normas que assegurem a sua originalidade e pureza, agregando valores de venda junto ao comércio regional, nacional e internacional, fortalecendo os conhecimentos tradicionais associados à planta.

Este trabalho objetivou investigar a comercialização e usos tradicionais do óleo de copaíba e seus derivados em estabelecimentos na cidade de Belém, Pará, avaliando a qualidade segundo parâmetros téc-

nicos da ANVISA, tipos de produtos e usos culturais com a finalidade de identificar lacunas que comprometem seu uso medicinal e colocam em risco a saúde do público consumidor.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no período de fevereiro de 2018 a março de 2020. Inicialmente houve visita exploratória à região que compreende a Cidade Velha de Belém, onde foram avaliados e selecionados os estabelecimentos comerciais a serem investigados para este estudo. Essa fase representou os primeiros contatos com o público participante, procurando criar os diálogos iniciais e a construção das observações (GIL, 2008; MARCONI; LAKATOS, 2010; ALBUQUERQUE *et al.*, 2010). Para auxiliar a observação no campo, foi elaborado um diário de visitas com anotações sobre o espaço, os produtos e falas dos clientes, além de registros fotográficos dos produtos.

Foi escolhida a região que compreende o complexo Ver-o-Peso, sendo selecionados aleatoriamente quatro (04) estabelecimentos comerciais, conhecidos como “Casa de Ervas”. Esta escolha foi intencional pelo fato desta área simbolizar um polo de venda de mercadorias e produtos com identidade amazônica, atraindo diariamente grande fluxo de consumidores locais e turistas. A escolha das outras lojas seguiu por amostragem não probabilística, por meio da técnica bola de neve (BAILEY, 1982) que consistiu em solicitar à comerciantes e clientes informações a respeito de outros estabelecimentos que comercializavam ervas e produtos naturais. Ao todo, foram visitadas sete (07) lojas, identificadas e codificadas como: Cuiá Preta (L1), Deus é Fiel (L2), Ervas Nativas (L3), Moinho Central (L4), Monte Sinai (L5), Natural com Saúde (L6) e Pontos das Ervas Medicinais (L7).

Para todas as lojas visitadas foram formulados parâmetros avaliativos de nível de satisfação conforme os padrões do Manual de Saneamento da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2006) e Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2006), os quais foram caracterizados por escala de valores de pontuação; e de cumprimento de requisitos para as categorias limpeza e espaço físico (Tabela 1).

Tabela 1. Nível de Satisfação e seus valores.

Nível de Satisfação	Valores	Limpeza	Espaço Físico
Totalmente Insatisfatório	1	Chão sujo, gôndolas sujas e produtos indevidamente vedados.	Gôndolas sem padrão de organização, estoque disperso pela loja, mal localizado e sem circulação de ar.
Insatisfatório	2	Chão sujo, gôndolas limpas e produtos indevidamente vedados.	Gôndolas sem padrão de organização, estoque em depósito, mal localizado e sem circulação de ar.
Regular	3	Chão limpo, gôndolas limpas e produtos indevidamente vedados	Gôndolas organizadas por setor, estoque em depósito, mal localizado e sem circulação de ar
Satisfatório	4	Chão sujo, gôndolas limpas e produtos devidamente vedados.	Gôndolas organizadas por setor, estoque em depósito, mal localizado e com circulação de ar
Totalmente Satisfatório	5	Chão limpo, gôndolas limpas e produtos devidamente vedados.	Gôndolas organizadas por setor, estoque em depósito, bem localizado e com circulação de ar

Após a atribuição dos níveis de satisfação para cada loja visitada, foi obtida a média geral dos quesitos *Limpeza* e *espaço físico*, o cálculo foi feito com base na soma dos valores dos itens citados e a divisão dos mesmos por 2, para verificar qual delas segue mais adequadamente os padrões da ANVISA (Tabela 2).

Tabela 2. Média por Categoria.

Média	Categorias
1 e 1,5	Totalmente Insatisfatório
2 e 2,5	Insatisfatório
3 e 3,5	Regular
4 e 4,5	Satisfatório
5	Totalmente Satisfatório

Além disso, foram compradas 41 mercadorias que continham óleo de copaíba, classificando-as em tipologias de produtos: *Simple* (que possui apenas o óleo de copaíba na sua composição); *Misturado* (além do óleo da copaíba, possui derivados de outras plantas e/ou animais). As mercadorias adquiridas foram incorporadas à “Coleção Biocultural” do Herbário MFS Profa. Dra Marlene Freitas da Silva da Universidade do Estado do Pará onde foram acervadas com suas devidas informações, como nome do produto, classificação conforme a ANVISA (Droga, Derivado e Produto), local de obtenção, coordenadas geográficas, parte usada, nome científico sugerido, data de coleta modo de uso.

Juntamente com a compra dos produtos foram realizadas conversas informais, dialogadas, com os lojistas e clientes, a respeito do tema (ALBUQUERQUE, 2019). O momento foi conduzido conforme o tempo disponível de cada pessoa, privilegiando dessa forma, a espontaneidade e a vontade de cada um de tratar o assunto de seu interesse. Esses diálogos versaram sobre as afinidades com plantas medicinais e algumas normas básicas da ANVISA, sendo estas: Você usa medicamentos com plantas medicinais? Você sabe de onde vem o produto que é comprado na loja? Você conhece as normas da ANVISA? O que você observa em um produto ao compra-lo?

Para avaliar os produtos comprados nas lojas foi construído um formulário baseado nas normas de Produtos Tradicionais Fitoterápicos (PTF) da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) no RDC 26/14, Art. 24 e Art. 25, que trata do controle de qualidade dos rótulos e do comércio de fitoterápicos. Nessa etapa sete questionamentos foram formulados e passaram a ser os parâmetros de análise, portanto, são estes: 1. Identificação da nomenclatura científica; 2. Informação parte da planta utilizada; 3. Alegações de uso; 4. Formas de administração; 5. Modo de preparo; 6. Concentração da droga vegetal e/ou derivado e; 7. Existência de selo (autenticação) pela vigilância sanitária.

As informações dos formulários de avaliação dos fitomedicamentos foram organizadas em planilha Excel para posterior tabulação pelo método de estudo de caso (BRESSAN, 2004), que analisa através dados arquivados, entrevistas, observação direta e artefatos físicos. Para tabular os dados foi indicado o valor de 1 para presença

de umas dessas categorias e 0 para ausência, portanto, o resultado variou de 0 a 7 na análise de cada produto (Tabela 3). Para todos os produtos foi executada análise de comparação para os seguintes tópicos: forma farmacêutica, nome científico, composto/simples, presença de embalagem, tipo de embalagem, se possui parte da planta utilizada, informação de origem do produto, a origem do produto, indicações e posologia, via de uso, modo de uso, concentração do composto bioativo, características organolépticas, contraindicações, precauções, efeitos colaterais, validade e número de registro da ANVISA, frente aos exigidos pela normativa RDC 26/14.

Tabela 3. Qualidade do Produto segundo as Normas da ANVISA.

Valor Atribuído	Qualidade
0	Péssima
1 e 2	Ruim
3 e 4	Regular
5 e 6	Boa
7	Ótima

Informações etnobotânicas relacionadas aos sistemas médicos de saúde com o óleo de copaíba, relatadas por comunidades tradicionais, foram obtidas por meio de levantamento em artigos científicos, que compreendeu o período de 2000 a 2019, tendo como filtros os marcadores *Copaifera*, *Ethnobotany* e *Phytotherapy*. Para as pesquisas em biotecnologia foram investigadas as plataformas PUB-MED, Scielo, Scopus e WEB of Science. Como forma de comparar a indicação de uso tradicional (dos produtos de copaíba coletados em estudos etnobotânicos em comunidades da Amazônia paraense), em relação a indicada nos estabelecimentos comerciais, foi consultado o acervo Biocultural do Herbário MFS Prof.^a Dr.^a Marlene Freitas da Silva, da Universidade do Estado do Pará.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A planta copaíba

Conhecida popularmente como “copaíba”, “copaíba angelim”, “copaíba branca”, “copaíba branca”, copaúba”, “pau-de-óleo”, dentre

outras denominações, geralmente é árvore de grande porte, encontrada em todos os trópicos e com maior incidência no Brasil (Figura 1) (DUCKE, 1925; CORRÊA, 1931; SHANLEY *et al.*, 1998; SILVA *et al.*, 1977, 2004). As copaíbas estão distribuídas por todas as regiões do Brasil, além de serem encontradas em outros países da América do Sul como Peru, Colômbia, Venezuela e Bolívia (VEIGA JUNIOR, 2002).

Figura 1. Árvore da copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.). **A.** *Copaifera langsdorffii* Desf. Nativa. Fonte: Herbário Sérgio Tavares, 2017. **B.** *Copaifera coriacea* Mart. cultivada em área de Dunas. Fonte: Herbário Vale do São Francisco, 2012.



De acordo com o Flora do Brasil existem ao todo 26 espécies sendo essas: *Copaifera arenicola* (Ducke) J.Costa & L.P.Queiroz, *Copaifera cearensis* Huber ex Ducke, *Copaifera coriacea* Mart., *Copaifera depilis* Dwyer, *Copaifera duckei* Dwyer, *Copaifera elliptica* Mart., *Copaifera glycyarpa* Ducke, *Copaifera guyanensis* Desf., *Copaifera krukovii* (Dwyer) J.A.S. Costa, *Copaifera langsdorffii* Desf., *Copaifera lucens* Dwyer, *Copaifera luetzelburgii* Harms, *Copaifera magnifolia* Dwyer, *Copaifera majorina* Dwyer, *Copaifera malmei* Harms, *Copaifera marginata* Benth., *Copaifera martii* Hayne, *Copaifera multijuga* Hayne, *Copaifera nana* Rizzini, *Copaifera oblongifolia* Mart. ex Hayne, *Copaifera officinalis* (Jacq.) L., *Copaife-*

ra paupera (Herzog) Dwyer, *Copaifera piresii* Ducke, *Copaifera pubiflora* Benth., *Copaifera reticulata* Ducke, *Copaifera sabulicola* J. Costa & L.P. Queiroz, *Copaifera trapezifolia* Hayne e *Copaifera venezuelana* F. Ritter & Harms (REFLORA, 2020).

Morfologicamente, a copaíba pode ser encontrada como árvores ou arbustos, raramente subarbusto. Estípulas precocemente caducas, mas em geral opostas; lineares, lanceoladas, ovais ou falciformes; membráceas a cartáceas. Folhas 2 - 12 pares de folíolos. Panículas axilares e/ou terminais; pedúnculo ou raque da inflorescência (3,5-) 5 - 20 (-35) cm compr., glabras a densamente hirsutas; unidades secundárias cerca. 1-5 cm compr., espiciformes com flores dispostas alterna e disticamente. Flores, sésseis ou subsésseis, raramente pediceladas; sépalas 4, em geral uma, duas ou três mais larga que as demais; ovais, elípticas ou oblongas; 3-5 mm compr.; pétalas 0; androceu (8 -) 10 estames, livres entre si, filetes glabros, 4-9 mm compr.; anteras dorsifixas, rimosas, 1-2 mm compr.; gineceu estipitado, ovário orbicular, elíptico-orbicular, ou oblongo-orbicular, glabro, pubescente ou hirsuto; estilete glabro, estigma capitado, óvulos 2. Fruto legume curto, elíptico-orbicular, em geral com estilete persistente formando um “apêndice”; bivalvado, suculentos no processo de amadurecimento, seco após a dispersão da semente; semente 1, raramente 2, com testa preta, oblonga a orbiculares; arilo carnoso branco, amarelo, laranja, vermelho ou purpúreo. (FLORA, 2020).

A maioria das espécies deste gênero tem expressiva importância biocultural para comunidades tradicionais, tanto em tempos históricos quanto na contemporaneidade. Por sua ampla utilização como medicinal, vários trabalhos já foram realizados sobre o gênero abordando suas diversas aplicações. Apesar dos mais de 200 artigos publicados em diversas línguas, muitos dados sobre a composição química, atividade farmacológica do óleo, etnobotânica e identificação botânica são insuficientes e muitas vezes contraditórios (VEIGA JUNIOR; PINTO, 2002).

Perfis das lojas visitadas

Os estabelecimentos visitados demonstraram forte interesse de expandir o mercado com produtos ditos “naturais”, mostrando sempre o desejo de introduzir novas mercadorias à base de copaíba para

serem expostos nas prateleiras. Esse modelo de comportamento das sociedades atuais e dos estabelecimentos que atuam no ramo das ervas tem ocupado cada vez mais espaço e buscam a valorização de produtos ecológicos, com preparações de origem vegetal e usos de plantas como recurso terapêutico no mercado (ETHUROU *et al.*, 2011).

As lojas “competem” pela quantidade de produtos à base de copaíba e as variedades destes, nas mais variadas tipologias, como shampoos, cápsulas, óvulos, bebidas, dentre outros. A despeito disso, critérios relacionados à limpeza de boa qualidade, espaço físico adequado, em conformidade com as regras de armazenamento dos próprios produtos, são colocados como padrões secundários, de menor importância, em que grande parte (88%) das lojas descumpru as normativas nesses quesitos (Tabela 4).

Tabela 4. Avaliação geral das Lojas.

Loja	Limpeza	Espaço Físico	Média	Geral
L1	2	4	3	Regular
L2	2	2	2	Insatisfatório
L3	4	3	3,5	Regular
L4	5	4	4	Satisfatório
L5	3	3	3	Regular
L6	3	3	3	Regular
L7	4	3	3,5	Regular

Observa-se na Tabela 4 que duas lojas (L1 e L2) obtiveram as médias mais baixas de satisfação no quesito limpeza, principalmente pela apresentação inadequada dos artigos, que ficam empilhados em prateleiras empoeiradas, além do mais, a infraestrutura das lojas, com espaços reduzidos e, na maioria das vezes, com apenas uma porta de saída, corredores estreitos e poucas áreas de ventilação, comprometem o ambiente, que fica abafado e quente, portanto, inadequado para o armazenamento dos produtos. Souza e Maciel (2010) alertaram para o aumento da demanda nestas lojas, associado à falta de fiscalização efetiva que garanta o acesso a produtos muitas vezes sem condições de comercialização e uso, sem garantia da qualidade, segurança e eficiência, que são importantes para a saúde do consumidor.

Outro fator que compromete o padrão de qualidade destes locais é a proximidade com as calçadas, esgotos, trânsito, comércio de calçada e a circulação de grande número de pessoas, pois é uma área de feira e comércio tradicional da cidade de Belém (Figura 2). A exposição inadequada de itens nas casas de produtos medicinais expõe a altos níveis de contaminação por diversos agentes, por vezes, patogênicos (MARCONDES; ESMERINO, 2010). Essas condutas rotineiras conflitam com as normas vigentes e comprometem a qualidade da embalagem do produto (isso quando há embalagem) e do seu conteúdo.

Figura 2. Área de feira e comércio tradicional da cidade de Belém, Pará.

A. Imagem da Calçada. **B.** Ervas próximas a sujeiras externas. **C.** Ervas sem vedação.



Conhecimentos do público consumidor

Das conversas estabelecidas nos estabelecimentos, 56 pessoas mostraram grande conhecimento acerca de produtos a base de copaíba e este perfil variou em níveis de escolaridade, tendo 54% destes relatos pessoas cursando ou concluído seu ensino superior, 41% o ensino médio e 5% o ensino fundamental. Para todos os participantes verificou-se o costume de comprar ervas, muitas vezes por tradição familiar, e preparar medicamentos com copaíba. A frequência de visita as casas de ervas criaram vínculos de amizade que fidelizaram o cliente/amigo nesses espaços. Os clientes estão na faixa etária de 23 a 67 anos de ida-

de e deste público que consome medicamentos com plantas, a grande maioria (98,7%) foi influenciada por tradição cultural, como saberes que circularam na história familiar. Emperaire (2016) analisou que esse tipo de relação envolve o acervo biológico e cultural como bases sistêmicas de intercâmbios, doações e transmissão entre indivíduos, famílias ou comunidades.

O público que consome os produtos e conhece as indicações terapêuticas demonstrou pouca ou nenhuma preocupação com a procedência deles devido a fé no poder curativo das copaibeiras. Informações do tipo: “Onde são comprados ou obtidos os produtos?”; “Quem os cultivava, em que região do estado?” etc., não se mostraram relevantes no ato da compra. Nesta seletividade, 22,2% tem o cuidado de olhar com mais detalhe a embalagem, ou data de validade; 61,7% alegaram saber como utilizar o produto corretamente pela experiência familiar e por esse motivo não veem a necessidade de procurar informações em rótulos.

Quanto às normatizações dos produtos, 23,5% compreende a importância das normas da ANVISA, mas não procuram essas informações técnicas. A motivação da compra destas pessoas acontece geralmente com a propaganda “boca a boca” (de cliente para cliente), ou aquela feita pelo vendedor; em cada relato destas propagandas são ressaltados os usos bem sucedidos e as melhoras evidenciadas. As principais informações e verificadas pelos consumidores nos produtos são: prazo de validade, a embalagem e o modo de uso.

Tipos de produtos vendidos a base de copaíba

Entre as lojas foram adquiridos 41 fitomedicamentos (Figura 3), classificados segundo a ANVISA em 33 produtos, feitos por grandes laboratórios, 06 derivados¹ e 02 drogas vegetais (que representa a casca da copaibeira desidratada). Quanto à pureza desses fitomedicamentos, 23 são compostos (ou seja, possuem duas ou mais matérias primas, podendo ser vegetais e/ou animais) e 18 simples (que são apenas de copaíba).

¹ Produto da extração da planta medicinal fresca ou da droga vegetal, que contenha as substâncias responsáveis pela ação terapêutica, podendo ocorrer na forma de extrato, óleo fixo e volátil, cera, exsudato e outros.

De acordo com a tipologia dos produtos, foi possível encontrar 16 géis, 09 óleos, 06 pomadas, 04 cápsulas, 02 sabonetes, 02 drogas vegetais, 01 creme e 01 óvulo. Tal variedade de produtos procedente de uma mesma matéria prima se dá pelo grande valor cultural e medicinal que certifica o nome “Copaíba”, visto que a planta possui diversas propriedades curativas e, sabendo disso, os comerciantes disponibilizam várias opções de produtos para atender os clientes “fiéis” às copaibas (ALVES, 2007; VEIGA JUNIOR, 2002; SALGUEIRO, 2016).

Figura 3. Materiais incorporados na Coleção Biocultural do Herbário MFS.



Do total de fitomedicamentos de copaíba, as tipologias que mais se adequavam à normativa foram os géis, cremes e pomadas (Tabela 5), pois ao serem analisados segundo os 7 protocolos técnicos da ANVISA (1. nomenclatura científica; 2. parte da planta; 3. uso; 4. administração; 5. preparo; 6. concentração da droga vegetal e/ou derivado e; 7. selo/autenticação pela vigilância sanitária) observou-se que os géis contemplaram todas estas exigências. Cremes e pomadas atenderam de 5 a 6 regras, resultando em boa qualidade normativa, e os demais produtos seguiram menos de 4 das categorias propostas. Óleos e drogas, apesar da qualidade insatisfatória (Tabela 5), são as tipologias mais vendidas, visto que tem a maior força de propaganda devido a ideia de pureza da matéria-prima original, e que a partir dela outros medicamentos podem ser feitos.

Tabela 5. Atributos de qualidade por tipologia do produto a base de copaíba.

Tipologia	Média Geral	Qualidade
Gel	7	Ótima
Creme	6	Boa
Pomada	5	Boa
Cápsula	4	Regular
Óvulo	4	Regular
Óleo	2	Ruim
Sabonete	1	Ruim
Droga	1	Ruim

Análise dos rótulos

Dos rótulos analisados verificou-se que as amostras com mais qualidade de informação são adquiridas em outros estados, sendo Goiás o principal. Dos 27 produtos analisados procedentes de Goiás, 22 apresentaram qualidade maior em relação aos demais devido à validação laboratorial que certificou tais produtos; enquanto os óleos e outros produtos com qualidade normativa inferior (Figura 5) são de procedência artesanal, principalmente de comunidades ribeirinhas que realizam a extração do óleo e o comercializam na cidade de Belém.

A identificação do nome científico foi encontrada para três espécies e alguns dos produtos: *Copaifera officinalis* (15 produtos), *Copaifera reticulata* (sete) e *Copaifera langsdorffii* (três), contudo, segundo estudos de Martins-da-Silva (2008), que realizou ampla revisão taxonômica para o gênero, dessas três espécies, somente a *C. reticulata* é encontrada na Amazônia. Este dado ratifica a compra de fitomedicamentos de outras regiões, com as espécies típicas de seus locais de origem.

Apenas a metade dos produtos obtidos apresentou a identificação botânica no rótulo, o que é bastante preocupante, pois estas realidades comprometem a prática segura da fitoterapia. A esse respeito, Silva (2016) apontou uma série de dificuldades com os fitoterápicos ou fitofármaco, que vão, desde a identificação correta do material botânico utilizado na produção do fármaco, até a inexistência de estudos de se-

gurança, eficácia e qualidade de grande parte das plantas.

Figura 4. Resultados da avaliação da qualidade de produtos quanto a adequação às normatizações. **(A)** Produto mais adequado a normatização e **(B)** Produto menos adequado a normatização.



Usos comprovados na literatura especializada

Os produtos naturais são caminhos ou rotas de investigação que levam a estratégias bem-sucedidas na descoberta de novos fármacos, e isso tem sido comprovado pela maioria das inovações produzidas pelas indústrias farmacêuticas transnacionais nos últimos 50 anos. Na região que compreende as casas de ervas de Belém, pessoas de diversas idades transitam diariamente, como algo que é parte da rotina e próprio da cultura local; e fazem uso contínuo de plantas medicinais, incluindo o óleo de copaíba. A aplicação do óleo em muitos casos significa uma ação concomitante com o remédio dado pelo médico que atuará juntamente com o medicamento de copaíba, desta forma ocorre uma junção de sistemas de cura que mistura os sistemas biomédicos ocidentais e os tradicionais.

Para o presente estudo foram pesquisados 12 trabalhos científicos que informaram usos e recomendações dos produtos de copaíba, com as indicações terapêuticas, as quais foram comparadas com aquelas indicadas nos rótulos dos produtos comprados (Quadro 1).

Quadro 1. Comparação de usos entre rótulos e artigos científicos. Legenda: SI=Sem Informação

Uso Indicado nos Rótulos	Propriedade medicinal publicada na literatura científica	Referência
Alívio na sensação de cansaço	O óleo pode ser utilizado através de massagem como um calmante para a pele por ter uma boa penetração.	(SOUSA, 2018)
Amigdalite	Misturando com o mel, o óleo é recomendado para doenças e inflamações na garganta.	(SOUSA, 2018)
Antibiótico	O óleo (<i>Copaifera reticulata</i> Ducke) pode ser empregado como medicamento para combater diversos microbióticos resistentes, sejam eles fungos ou bactérias.	(VEIGA JUNIOR, 2002; BARBOSA, 2018)
Anti-inflamatório	O óleo tem potencial anti-inflamatório devido os metabólitos secundários (α -Copaeno, β -Cariofileno γ -Elemeno, α -Curcumenol, α -Amorfenol, γ -Cadineno, δ -Cadineno, Óxido de cariofileno, α -Cadinol, ácido copálico-3- β -Acetoxy-opalacidPini-folicacid), recomendado para o tratamento de diversos sistemas corpóreos humanos.	(BRITO, 2001; VEIGA JUNIOR, 2002; ARRUDA, 2019)
Anti-micótico	O óleo tem ação no combate a diversos microbióticos resistentes, sejam fungos ou bactérias.	(VEIGA JUNIOR, 2002; BARBOSA, 2018)
Antiséptico	O óleo é indicado como antisséptico por ter propriedades que degradam e inibem a proliferação de microorganismos.	(VEIGA JUNIOR, 2002; SALGUEIRO, 2016)
Bronquite	O óleo é recomendado para o tratamento de bronquite, com ação anti-inflamatória e analgésica.	(BARBOSA, 2018)

Cicatrizante	O óleo de copaíba possui metabólitos (α -Copaeno, β -Cariofileno γ -Elemeno, α -Curcumeno, α -Amorfeno, γ -Cadineno, δ -Cadineno, Óxido de cariofileno, α -Cadinol, ácido copálico β -Acetoxy-opalicacid Pinifolicacid) que aceleram o processo de cicatrização cutânea.	(VEIGA JUNIOR, 2002; SALGUEIRO, 2016)
Cistite	O óleo de copaíba é uma arma poderosa contra <i>Escherichia coli</i> , bactéria causadora de cistite.	(SALGUEIRO, 2016)
Depurativo sanguíneo	S.I.	X
Dermatose	Devido sua facilidade de penetrar a pele e suas propriedades anti-inflamatória, antibióticas e analgésica, o óleo pode ser usado para alívio e tratamento de Dermatoses e Reumatismos.	(SOUSA, 2018)
Disenteria	S.I.	X
Diurético	Sua propriedade anti-inflamatória é altamente recomendada para tratamento de infecções diuréticas.	(SALGUEIRO, 2016)
Dores causadas por doenças reumáticas	Devido sua facilidade de penetrar a pele e suas propriedades anti-inflamatória, antibióticas e analgésica, o óleo pode ser usado para alívio e tratamento de Dermatoses e Reumatismos.	(SOUSA, 2018)
Eczema	Devido suas propriedades cicatrizantes e sua alta penetração na pele, o óleo de copaíba pode ser utilizado no tratamento de Eczemas.	(VEIGA JUNIOR, 2002; BIAVATTI, 2006; SOUSA, 2018)

Furúnculo (anti-inflamatório)	S.I.	X
Higiene	S.I.	X
Incontingência Urinária	Sua propriedade anti-inflamatória e cicatrizante é recomendada para tratamento Incontingência Urinária, por dar reforço os músculos pélvicos.	(BIAVATTI, 2006)
Leucorréia	A propriedades do óleo de copaíba auxiliam no processo de reduzir inflamações e melhora a preserva a flexibilidade dos tecidos.	(BRITO, 2001; BIAVATTI, 2006)
Massagem Corporal/Hidratação	Recomendado por penetrar bem a pele e provocar uma sensação de relaxamento cutâneo.	(SOUSA, 2018)
Normaliza funções Intestinais	A propriedade anti-inflamatória do óleo é extremamente eficaz no tratamento e normalização das funções gastrointestinais.	(BRITO, 2001)
Problemas de fertilidade	S.I.	X
Psoríase	Devido suas propriedades anti-inflamatórias, cicatrizantes e sua alta penetração na pele, o óleo de copaíba pode ser utilizado no tratamento de Psoríase.	(VEIGA JUNIOR, 2002; BIAVATTI, 2006; SOUSA, 2018)
Refrescância na epiderme	Recomendado por ter boa penetração na pele e provocar sensação de relaxamento cutâneo.	(SOUSA, 2018)
Sangramento abundante do útero	Suas propriedades cicatrizantes e anti-inflamatórias auxiliam na restauração do útero e reduzem sangramento.	(VEIGA JUNIOR, 2002; COSTA, 2019)

Sífilis	Suas propriedades antibióticas são eficazes no combate ao <i>Treponema pallidum</i> .	(VEIGA-JUNIOR, 2002; COSTA, 2019)
Suplemento	O óleo auxilia na otimização da absorção de nutrientes no organismo.	(LIMA, 2018)
Urticária	As propriedades medicinais da copaíba são penetrantes na pele sendo um medicamento eficaz no tratamento de Urticária.	(VEIGA JUNIOR, 2002; BIAVATTI, 2006)

Como visto no Quadro 01 são reportadas investigações pré-teritas e recentes que validaram indicações de tratamentos que vão além da validação tradicional, há também validações científicas que apoiam tais usos. Diante disso, das 30 indicações encontradas nos rótulos dos medicamentos, 22 foram ratificadas nos artigos científicos que validaram estes usos por meio de experimentos. Quanto as 8 restantes, não citadas, estas consistiam de medicamentos compostos, ou seja, misturados com outra matéria prima presente na composição. Estes resultados consolidam o valor do saber tradicional que abre caminhos para pesquisas futuras em biotecnologia com a copaíba.

Recomendações para o uso de medicamentos naturais

No Brasil e em todo o mundo a venda de produtos medicinais tem gerado benefícios econômicos potenciais a uma grande rede de circulação de produtos à base de copaíba. Esse panorama reflete certo movimento em torno da vida mais “natural” com uso de remédios menos nocivos a vida. Em face disso, outras reflexões suscitam como um problema, que tem alertado a população consumidora a condutas que exigem um mínimo de cautela no ato da compra. Eficácia, segurança, controle de qualidade, dentre outros atributos, nem sempre são ressaltados nas vendas das lojas e feiras.

Com o óleo de copaíba, sua comercialização tem demonstrado descumprindo das boas práticas de fabricação e falta de controle, que tem levado as prateleiras dos estabelecimentos produtos fora dos pa-

drões de qualidade exigidos. Por conta disso é necessário atentar para a compra ou uso de um produto, considerando suas especificidades de acondicionamento, armazenamento, posologia etc., uma vez que foi constatado neste estudo que o óleo de copaíba puro deve estar conservado em recipientes não reciclados, de vidro escuro/âmbar, bem diferente do que foi observado no comércio, em que são vendidos em garrafas de plástico transparentes (AMBIENTE, 2017). Seguindo esta tendência, a ampliação do consumo das plantas medicinais exige a normatização do setor, com a implantação e a constante revisão de normas técnicas para a produção e comercialização destas plantas medicinais, visando garantir a segurança no uso e a sua eficácia aliada a qualidade do produto (FREITAS, 2016).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo considerou o conhecimento taxonômico da espécie como o ponto de partida para qualquer pesquisa com o óleo de copaíba, principalmente em função da variedade de nomenclaturas populares para as diferentes espécies. A identificação correta do nome científico, os coletores e a incorporação em herbário são essenciais para agregar segurança à indicação terapêutica de produtos considerados naturais. Associado a isto, à falta de fiscalização efetiva nos estabelecimentos, que garanta ao consumidor a aquisição de uma matéria prima, ou produto acabado, original e sem adulterações, contribui para a continuidade de práticas de comercialização que não garantem qualidade, segurança e eficácia no uso dos mesmos.

No presente trabalho, os fatos discutidos acima ressaltaram: o ambiente biocultural amazônico dos estabelecimentos que habitam o Complexo do Ver-o-Peso e toda diversidade de opções uso com o óleo de copaíba; mas, ao mesmo tempo, alertas para a “popularidade” deste óleo que, por excelência, é bem recebido e de ampla aceitação na população. Sem restrições de faixa etária, dosagens e tempo de uso, vendedores ampliam suas narrativas de curas milagrosas, eficácia garantida a baixo custo.

5. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Consulta Pública nº 51, de 1º de setembro de 2006. **Diário Oficial da União**, 2006. Disponível em: <http://www.saude.sp.gov.br/resources/ses/legislacao/2006/setembro/informe-eletronico-de-legislacao-em-saude-n-170-05.09.06/legislacaofederal/consultapublicams-anvsn51de0109.06.pdf>. Acesso em: 9 set. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Resolução-RDC nº 47, de 08 de setembro de 2009. **Diário Oficial da União**, 2009. Disponível em: <http://www.crfsp.org.br/orientacao-farmaceutica/legislacao/113-juridico/legislacao/1699-resolucao-rdc-no-47-de-08-de-setembro-de-2009.html>. Acesso em: 22 set. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Resolução-RDC nº 71, de 22 de dezembro de 2009. **Diário Oficial da União**, 2009. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2009/res0071_22_12_2009.html. Acesso em: 22 set. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Resolução-RDC nº 63, de 28 de dezembro de 2012. **Diário Oficial da União**, 2012. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2012/rdc0063_28_12_2012.html. Acesso em: 15 jan. 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Resolução-RDC nº 26, de 14 de maio de 2014. **Diário Oficial da União**, 2014. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2014/rdc0026_13_05_2014.pdf. Acesso em: 8 mar. 2020.

ALBUQUERQUE, Ulisses. P de; LUCENA, Reinaldo F. P de; ALENCAR, Néelson L. Métodos e técnicas para coleta de dados etnobiológicos. **Métodos e técnicas na pesquisa etnobiológica e etnoecológica**, v.1, New York, USA, 2010.

ALBUQUERQUE, Ulisses. *et al.* Métodos e técnicas para coleta de dados etnobiológicos. **Métodos e técnicas na pesquisa etnobiológica e etnoecológica**, v.2, New York, USA, 2019.

ARRUDA, Caroline *et al.* Occurrence, chemical composition, biological activities and analytical methods on *Copaifera* genus—A review. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 109, p. 1–20, 2019.

BAILEI, Kenneth.D. **Methods of social research**. Free Press, New York, 1982.

BARBOSA, Anna *et al.* Antimicrobial and cytotoxic effects of the *Copaifera reticulata* oleoresin and its main diterpene acids. **Journal of ethnopharmacology**, Kolkata, India. v. 233 n.1, p. 94–100, novembro, 2019.

BIAVATTI, Maique *et al.* Análise de óleos-resinas de copaíba: contribuição para o seu controle de qualidade. **Revista Brasileira Farmacognosia**, v. 16, n. 2, p. 230–5, Curitiba, PR, Junho, 2006.

BRITO, Marcus *et al.* Análise gástrica após administração de copaíba: estudo experimental em ratos. **Gastroenterologia Endoscopia Digestiva**, v. 20, p. 78–82, São Paulo, SP, Junho, 2001.

CARVALHO, Leonardo; MILKE, Leidy. Importância terapêutica do óleo-resina de copaíba: enfoque para ação antiinflamatória e cicatrizante. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 11, n. 2, p. 12, Goiás, GO, Janeiro 2014.

COSTA, Ana *et al.* *Copaifera langsdorffii* supercritical fluid extraction: Chemical and functional characterization by LC/MS and in vitro assays. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 100, p. 86–96, Valence, France, March, 2015.

COSTA, Ulisses Carlo *et al.* **Caracterização e uso de métodos de separação para autenticidade de óleos de copaíba**. Brasília, 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Química Tecnológica) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2017.

COSTA, Thaniara *et al.* Estudo fitoquímico dos extratos das cascas dos frutos secos da *Copaifera langsdorffii* Desf. 2019.

DE LIMA, Milena *et al.* Quantificação do β -cariofileno e óxido de cariofileno para o controle de qualidade dos óleos de copaíba (*Copaifera multijuga* Hayne). **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 1, p. 608–623, 2020.

DE VASCONCELOS, Francisco; GODINHO, Espirito Santo. Uso de métodos analíticos convencionados no estudo da autenticidade do óleo de copaíba. **Química Nova**, v. 25, n. 6/B, p. 1057-1060, 2002.

ETHUROU, L. Z. *et al.* Comércio formal e perfil de consumidores de plantas medicinais e fitoterápicos no município de Itaquí – RS. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.13, n.2, p.121-128, 2011.

FERRAZ, João *et al.* Perfumes da floresta Amazônica: em busca de uma alternativa sustentável. **Ciência e Cultura**, v. 61, n. 3, p. 40-43, Campinas, SP, Julho, 2009.

Fabaceae in Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB115218>>. Acesso em: 04 dez. 2020

FREITAS, Adriana *et al.* Atividade antagonista de bactérias endofíticas de plantas da Amazônia contra o fungo simbionte *L. gongylophorus*, e dos fungos associados presentes nos ninhos de *Atta sexdens*. **Scientia Amazonia**, v. 5, n.1, 1-14, 2016

FREITAS, Helemi. **Efeitos da administração do óleo de copaíba sobre o desenvolvimento da fibrose pulmonar induzida por bleomicina em camundongos: aspectos morfológicos**. Brasília, 2006. Dissertação (Mestre em Ciências da Saúde) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2006.

Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). **Manual de saneamento**. 3. ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2008.

LIMA, Fabiola *et al.* Inclusão de óleo de copaíba (“*Copaifera* sp.”) como aditivo em suplementos para bovinos em pastagens. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 19, n. 2, p. 178-192, 2018.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina. **Fundamentos de Metodologia Científica**. São Paulo: Atlas, 2010.

MARCONDES, Nhara Soraya; ESMERINO, Luís Antônio. Qualidade microbiológica de plantas medicinais cultivadas em hortas domésticas. **Publicações Biológicas**, v. 16, n. 2, p. 133-138, 2010.

MARTINS, Ana Paula *et al.* Requisitos de qualidade em óleos essenciais: a importância das monografias da Farmacopeia Europeia e das normas ISO. **Revista de Fitoterapia**, p. 35-50, 2011.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Secretaria de Extrativismo e Desenvolvimento Rural Sustentável, Departamento de Extrativismo. **Copaíba: boas práticas para o extrativismo sustentável orgânico**. Brasília, DF, 2017.

MONTES, Livia *et al.* Evidências para o uso da óleo-resina de copaíba na cicatrização de ferida—uma revisão sistemática. **CEP**, v. 29102, p. 770, 2009.

OLIVEIRA, Elaine; LAMEIRA, Osmar; ZOGHBI, Maria das Graças. Identificação da época de coleta do óleo-resina de copaíba (*Copaifera* spp.) no município de Moju, PA. **Embrapa Amazônia Oriental**, Belém, PA, 2006.

PEZZUTI, Juarez; CHAVES, Rodrigo. Etnografia e manejo de recursos naturais pelos índios Deni, Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 39, n. 1, p. 121-138, Manaus, AM, Março, 2009.

PIERI, Fabio *et al.* Óleo de copaíba (*Copaifera* sp.): histórico, extração, aplicações industriais e propriedades medicinais. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 11, n. 4, p. 465-472, Paulina, SP, Abril, 2009.

SALGUEIRO, Mariane; TYIO, Rogério. Óleo de copaíba: aspectos gerais e suas aplicações. **Revista Uningá Review**, v. 27, n. 2, 2016.

SHANLEY, Patricia; CYMERYYS, Margaret; GALVÃO, Jurandir. **Frutíferas da mata na vida amazônica**. 1998.

SILVA, Bianca *et al.* Avaliação da qualidade microbiológica de lambedores comercializados no município de Cuité – PB. **Revista saúde e ciência**, v. 5, n.1, p.05– 22, 2016.

SILVA, Regina; PEREIRA, Jorge Fontella; LIMA, Haroldo. O gênero *Copaifera* (Leguminosae—Caesalpinioideae) na Amazônia Brasileira. **Rodriguésia**, v.59, n.3, p. 455-476, Rio de Janeiro, RJ, Abril, 2008.

SOUSA, Keylla; CARDOSO, Mara. EFEITO ANTIMICROBIANO DE ÓLEOS DE ORIGEM NATURAL SOBRE MICRORGANISMOS DOS CANAIS RADICULARES. 2018.

SOUZA, Fernando; MACIEL, Carla. Produtos fitoterápicos e a necessidade de um controle de qualidade microbiológico. **Revista Eletrônica de Ciências**, v.3, n.2, p. 22-30, 2010.

VEIGA JUNIOR, Valdir; PATITUCCI, Maria Lúcia; PINTO, Angelo. Controle de autenticidade de óleos de copaíba comerciais por cromatografia gasosa de alta resolução. **Química Nova**, v. 20, n. 6, p. 612-615, São Paulo, SP, Julho, 1997.

VEIGA JUNIOR, Valdir; PINTO, Angelo. O gênero *Copaifera* L. **Química Nova**, v. 25, n. 2, p. 273-286, São Paulo, SP, Julho, 2002.

VEIGA JUNIOR, Valdir; PINTO, Angelo; MACIEL, Maria Aparecida. Plantas medicinais: cura segura. **Química nova**, v. 28, n. 3, p. 519-52528, São Paulo, SP, Fevereiro 2005.

CAPÍTULO 3

AS DIATOMÁCEAS COMO BIOINDICADORAS DA QUALIDADE DA ÁGUA NA REGIÃO NORTE DO BRASIL

Antônio Pereira Júnior

Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais.
Universidade do Estado Pará. antonio.junior@uepa.br

Gundisalvo Piratoba Morales

Prof. Docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. Universidade do Estado Pará. gundymorales@gmail.com

Edmir dos Santos Jesus

Pós-Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais.
Universidade do Estado Pará. edmir.jesus@uepa.br

Pryscila Denise Almeida da Silva

Profª. Docente na Universidade Federal do Oeste do Pará. pryalmeida@gmail.com

RESUMO

A qualidade da água é o assunto em pauta no mundo, pois os métodos de análise para tal, ainda não são tão eficazes. O objetivo dessa revisão foi buscar respostas à indagação quanto ao uso das diatomáceas associada a qualidade da água na região Norte do Brasil. O método empregado foi o de revisão bibliográfica, com abrangência quantitativa e qualitativa de natureza observacional. Os dados secundários foram obtidos a partir de literaturas acadêmicas publicadas entre 2000 e 2021 em repositórios das instituições de ensino superior federal e estadual, Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD), Portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoa de Nível Superior (CAPES), *Science Direct*, *Scientific Eletronic Library Online* (SciELO), dentre outros. Os dados obtidos e analisados o uso para análise da qualidade da água tem como base a resolução CONAMA 357/2005, mas foram poucos os estudos que usaram as diatomáceas nesse sentido (17,7%). Logo, é necessário estimular o uso das diatomáceas associada aos parâmetros físico-químicos constantes na normativa brasileira para que se

tenham mais dados informativos acerca da qualidade da água e que se elaborem, nesses municípios, políticas ambientais mais efetivas e com base em dados científicos.

Palavras-chave: Bacillariophyceae; *Eunotia*; Microfitoplâncton; *Pinnularia*.

ABSTRACT

Water quality is the subject on the agenda of the world because the methods of analysis for this are still not as effective. The objective of this review was to seek answers to the question regarding the use of diatoms associated with water quality in the North region of Brazil. The method used was a bibliographic review, with quantitative and qualitative coverage of an observational nature. Secondary data obtained from academic literature published between 2000 and 2021 in repositories of federal and state higher education institutions, Digital Library of Theses and Dissertations (BDTD), Periodical Portal of the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES), Science Direct, Scientific Electronic Library Online (SciELO), among others. The data obtained and analyzed the use for analysis of water quality is based on the resolution CONAMA 357/2005, but there were few studies that used diatoms in this sense (17.7%). Therefore, it is necessary to encourage the use of diatoms associated with the physical-chemical parameters contained in the Brazilian regulations to have more informative data about water quality and to develop more effective environmental policies based on scientific data in these municipalities.

Keywords: Bacillariophyceae; *Eunotia*; Microphytoplankton; *Pinnularia*.

1. INTRODUÇÃO

A qualidade da água é um dos determinantes para a saúde pública equilibrada, quando se aplicam as normativas contidas na Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), n.º 357 (BRASIL, 2005), e se complementa essa análise com o uso de diatomáceas como bioindicadores daquela qualidade. Isso ocorre em função da sensibilidade às mudanças nos parâmetros limnimétricos como, por exemplo,

turbidez, potencial hidrogeniônico, dentre outros. Essas modificações, em geral, ocorrem em função das ações antrópicas provocadas pelo crescimento populacional, a geração e disposição final inadequada dos efluentes domésticos e/ou industriais, associados a deficiência/ausência do saneamento básico (TEIXEIRA et al., 2018).

O uso de diatomáceas para indicar essas alterações prende-se ao fato de que esses organismos vivos apresentam reações rápidas às diferentes modificações ocorridas nos corpos hídricos, como por exemplo, eutrofização, e isso não só relacionado ao momento atual, mas também com uma escala temporal paleolimnológica, e isso em rios urbanos ou localizados em reservas biológicas, parques estaduais e municipais, dentre outros (ALMEIDA; BICUDO, 2014).

Outra aplicação desses seres vivos está relacionada ao tratamento de águas residuais, mesmo que não haja um conhecimento profundo acerca desses seres vivos. Isso porque existem gêneros como, por exemplo, *Stauros* cuja presença em corpos d'água indicam que existem resíduos ferrosos nele, ou ainda *Stephanodiscus* que é extremamente sensível a presença de sulfato de Cobre (CuSO_4), presente em produtos para limpeza doméstica (BRANCO et al., 1963).

Os estresses imprevisíveis como, por exemplo, o excesso de deposição de efluentes em corpos hídricos são inúteis na indicação desses fatos, além de variações nictemeral (COSTA, 2010). Mas os biológicos, além de simplicidade, apresentam elevada sensibilidade aos estresses que ocorrem nesse meio e provocam alterações tanto no aspecto abundância quanto na produção fotossintética, e extremamente úteis como parâmetro para que se faça a proteção de um ecossistema aquático (QUEIROZ, 2016).

Quanto à bioindicação, ela tem como princípio a densidade dos organismos componentes do fitoplâncton como, por exemplo, aqueles componentes Classe Bacillariophyceae, em especial as diatomáceas, cujos estudos no Brasil foram iniciados por Zimmermann em 1913 (GOMES et al., 2012). A ação bioindicadora é revelada quando a riqueza de espécies delas mostra-se baixa, o que indica entrada de carga poluidora no corpo hídrico, mas essa entrada pode incrementar a proliferação das denominadas tolerantes a essa poluição (SILVEIRA JÚNIOR, 2012).

Nesse contexto, o estudo desses seres vivos torna-se uma forma complementar de avaliação para a aplicação dessa ação quanto a qualidade da água, seu habitat natural, e as variações antrópicas, que proporcionam ao pesquisador a tradução quanto ao comportamento delas, abrangência qualitativa ambiental e a comunicação estabelecida entre elas e o corpo hídrico (SILVA-LEHMKUHL; LEHMKUHL; BICUDO, 2019).

Tal comunicação ocorre porque as diatomáceas apresentam um grau de sensibilidade às alterações ambientais hídricas, sejam físicas como, por exemplo, variações na temperatura, químicos (Ex.: elevação na concentração da Demanda Biológica de Oxigênio – DBO), ou ainda, biológicos como a elevação do número de coliformes totais. Tudo isso provoca respostas imediatas: 1) a diminuição na comunidade sensível, e 2) crescimento da comunidade tolerante, logo, um indicativo a mais para a qualidade da água (FRANÇA, 2016).

Outra observação acerca da contaminação da água pode ser efetivada pela taxa de mortalidade populacional (90%) por diarreia que, em geral, está atrelada a essa qualidade negativa da água usada. Vale ressaltar que agentes patogênicos como bactérias, vírus, protozoários e helmintos adentram os corpos hídricos devido a deficiência/inadequação do esgotamento sanitário (MARQUES et al., 2020).

Todas essas modificações não são inerentes a um único ambiente aquático, já que a Amazônia apresenta praias, que são sujeitas aos regimes de marés, manguezais, estuários, reservatórios e rios extensos, e as diatomáceas são abundantes e diversas como grupos microplânctônicos nesses ambientes. Além destes, ainda há nessa região, os denominados igarapés (do Tupi, *igara* = aberta, passagem para canoas entre a vegetação aquática; *pé* = caminho) que podem estar urbanizados ou não como, por exemplo, o Igarapé Grande, zona urbana de Boa Vista-RR (PEREIRA JÚNIOR, 2015).

Em relação aos rios, eles refletem alterações paisagísticas quanto ao uso e ocupação do solo na bacia de drenagem, resultantes do assoreamento por perda da mata ciliar, além da homogeneidade que se observa nesses ecossistemas, quando se analisam os leitos deles. Com isso há perda tanto de habitat quanto de microhabitat, além do acúmulo

de nitrogênio e fósforo oriundos dos efluentes domésticos, industriais e agrícolas (GOULART; CALLISTO, 2003).

Todos esses fatos podem comprometer as mensurações físico-químicas, especialmente em rios de florestas tropicais úmidas como ocorrem na Amazônia. Todavia, já se tem a inserção do biomonitoramento para tal, o problema é que, em áreas úmidas, isso ainda não é realidade, e atualmente está em desenvolvimento a criação de um índice de diatomáceas para essas zonas (MATLALA; TAYLOR; HARDING, 2011). Além disso, no contexto das regiões brasileiras, as regiões Sul e Sudeste já fazem uso desses bioindicadores (DURIGON, 2013; HERMANY, 2005; SALOMONI, 2004), embora na região Norte isso ainda é insuficiente (MAGALHÃES, 2011).

Enfim, o uso de diatomáceas como bioindicadoras da qualidade da água ainda não é adotada em todas as cinco regiões brasileiras, especialmente a norte, embora aqui esteja localizada a maior bacia hidrográfica do planeta em extensão e volume de água, por isso efetuou-se essa pesquisa bibliográfica para buscar resposta a seguinte questão: o que dizem as literaturas acerca do uso desses bioindicador quanto à qualidade da água na região Norte do Brasil.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O método empregado foi o de pesquisa bibliográfica de acordo com o sintetizado por Pereira et al (2018). Nesse contexto fez-se o levantamento de dados documentais em endereços eletrônicos dos repositórios das Instituições de Ensino Superior – IES (Quadro 1).

Quadro 1. IES e endereços eletrônicos acessados à pesquisa para obtenção dos dados secundários.

Federais		
IES	Acrônimo	Endereços eletrônicos
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia	INPA	https://www.gov.br/mcti/pt-br/rede-mcti/inpa
Universidade Federal do Acre	UFAC	http://www.ufac.br
Universidade Federal do Amapá	UNIFAP	http://www.unifap.br

Universidade Federal do Amazonas	UFAM	https://ufam.edu.br
Universidade Federal do Pará	UFPA	https://portal.ufpa.br
Universidade Federal de Rondônia	UNIR	https://www.unir.br
Universidade Federal de Roraima	UFRR	https://ufr.br
Universidade Federal do Tocantins	UFT	https://ww2.uft.edu.br
Estaduais	Acrônimo	
Universidade do Estado do Amapá	UEAP	http://www.ueap.edu.br/
Universidade do Estado do Amazonas	UEA	http://www.amazonas.am.gov.br/entidade/universidade-do-estado-do-amazonas-uea/
Universidade do Estado do Pará	UEPA	https://www.uepa.br
Universidade Estadual de Roraima	UERR	https://www.uerr.edu.br
Universidade Estadual do Tocantins	UNITINS	https://www.unitins.br/nPortal

Elaborada a partir de dados contidos nos *links* das IES.

Complementou-se a busca de literaturas acadêmicas em plataformas eletrônicas: *Scientific Electronic Library Online* (SciELO); Portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), *Science Direct*, dentre outras. O recorte temporal estabelecido situou-se entre 2000 e 2021, com exceção de uma literatura pioneira (BRANCO *et al.*, 1963). A justificativa para isso teve como base a Política Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH), Lei, n.º 9.433/1999, e a evolução estabelecida nas Resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), especialmente a de n.º 357/2005, bem como as Políticas Estaduais de Recursos Hídricos dos estados da Região Norte (Quadro 2).

Quadro 2. Legislações estaduais para os recursos hídricos.

Estados	Política Estadual de Recursos Hídricos
Acre	Lei n. 1.500 de 15 de julho de 2003
Amapá	Lei n. 686 de 07 de junho de 2002
Amazonas	Lei n. 2.712 de 28 de dezembro de 2001
Pará	Lei n. 6,381 de 27 de julho de 2001
Rondônia	Lei Complementar n. 255 de 25 de janeiro de 2002
Roraima	Lei n. 547 de 23 de junho de 2006
Tocantins	Lei n. 1,307 de 22 de março de 2002

Elaborada a partir de dados contidos nos *links* eletrônicos dos governos estaduais.

A seleção das literaturas acadêmicas ocorreu em três etapas:

- 1) Pré-seleção = Verificação nas seções Título, Resumo e Palavras-chave, do termo qualidade da água.
- 2) Seleção = 2.1) com o uso de *string* de busca, verificação da presença dos termos: “qualidade da água”, diatomáceas **ou** Família; Classe **e/ou** Família; Família **mais** Filo; Família **mais** Gênero **ou** espécie; diatomáceas **mais** perifíticas; comunidade perifítica **ou** perifíton; diatomáceas epifíticas **ou** epilíticas; algas planctônicas ou fitoplanctônicas; 2.2) A presença de pelo menos um deles.
- 3) a relação com a busca de respostas ao problema, permitiu a seleção final das literaturas utilizadas nesse estudo. A análise estatística dos dados obtidos foi efetuada com o uso de planilhas eletrônicas contidas no *software* Excel, versão 2013 (MICROSOFT CORPORATION, 2013). Em seguida, utilizou-se a Estatística Descritiva para o cálculo da média, desvio padrão, e frequências (absoluta e relativa). A apresentação de Resultados e discussão, foi ordenado alfabeticamente e por ano de publicação para facilitar a leitura e compreensão dos dados obtidos e analisados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Seleção das literaturas

A análise dos dados obtidos indicou que, das 58 literaturas pré-selecionadas, a maioria ($n = 43$; 74,13%), satisfaz as condições pré-estabelecidas. Acerca da eficácia na seletividade como uso de seletores em áreas específicas das literaturas acadêmicas, Galvão e Pereira (2014), esse estabelecimento restritivo para a busca de termos associados a pesquisa, bem como a combinação de dois componentes estratégicos e adicionar outros para promover maior zelo na seleção final. Esses argumentos indicam que o processo seletivo empregado nessa revisão foi essencial e com grande padrão de seletividade.

Os dados analisados em relação as publicações no período estabelecido, indicaram que houve literalmente uma publicação para cada estado da região ($6,1 \pm 8,6$). Sobre os locais do desenvolvimento das pesquisas, análises, estudos e outros na região norte, verificou-se que elas variaram de reservatórios de UHE, rios urbanos, lagos, lagoas, manguezais, ilhas, praias, como pode ser observado a partir da descrição efetuada para cada estado.

ACRE ($n = 3,0$; 6,97%)

Os dados obtidos e analisado para o estado do Acre indicaram que no período compreendido entre 200 e 2021, apenas três publicações utilizaram as diatomáceas como indicadoras da qualidade da água na malha hídrica desse estado (Quadro 3).

Quadro 3 - Publicações acerca do uso de diatomáceas associada a qualidade da água no estado do Acre. Região Norte, Brasil.

Ano da publicação	Tipo	Autor(es)	Título	Origem
2007	D	Dias, M. B.	Composição e abundância do fitoplâncton da Reserva Biológica do Lago Piratuba (Amapá, Brasil).	INPA/UFAM.

2008	D	França, R. C. S.	Colonização e sucessão de algas perifíticas sobre o substrato artificial em um lago raso, Rio Branco, Acre	UFAC.
2011	A	Santiago, R. T.; Keppeler, E. C.	Fitoplâncton de um trecho do rio Japiim em Mâncio Lima- AC.	Ensaio e Ciência, v. 15, n.5, p. 93-100.

Legendas: A – Artigo; D – dissertação; T – Tese; NC – Notas Curtas.

Nesse Quadro, está indicado que a pesquisa realizada Na Reserva Biológica do Lago Piratuba, por Dias (2007) analisou a composição e abundância do fitoplâncton em dois períodos sazonais (seco e chuvoso) e comprovou que essa composição, em relação as diatomáceas, sofreu alteração (21% e 12%, respectivamente) nesses dois períodos. França (2008), estudou a colonização e sucessão de algas perifíticas, em substrato artificial, no Lago do Viveiro, o fator limitante dessa comunidade é a razão molar entre N:P. Nesse caso, essas algas podem indicar se houve arrasto superficial de fósforo por escoamento superficial para o interior do corpo hídrico. Nesse estado, no Alto Juruá, município de Mâncio Lima, no rio Japiim, Santiago e Keppeler (2011), identificaram famílias de diatomáceas (Classe Bacillariophyceae sensu lato) em locais onde a ação antrópica é elevada: Gomphonemataceae, Eunotiaceae, Pinnulariaceae e Amphiphleruaceae, sob baixa concentração de oxigênio dissolvido (0,17 a 4,96 mg/L; temperatura entre 28,8 e 33,8°C).

Como é notório, o montante da pesquisa nesse estado ainda é parco, quando se verifica a composição da sub-bacias (Juruá, Taquara-Envira-Jupuri. Purus, Acre, Iquiri e Abunã) determinadas pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos (ACRE, 2012), e cujas águas podem ser objetos de pesquisas em relação a qualidade, a partir das Instituições de ensino Superior (Federais, estadual e privadas). O estado é composto por 22 municípios, todavia, quase todas as pesquisas (DOMINGOS NETO, 2014; GOMES; RIBEIRO; MOREIRA, 2012; SOUZA; NUNES, 2017) sobre a qualidade da água, contemplam apenas os parâmetros contidos na Resolução CONAMA n.º 357 (BRASIL, 2005).

AMAPÁ ($n=2$; 4,65 %).

Para o estado do Amapá, a análise dos dados obtidos indicou que as publicações sobre a associação entre qualidade da água e as diatomáceas foi muito pequena (Quadro 4), e, surpreendentemente, o inciso VII, das obrigações do Conselho Estadual dos Recursos Hídricos (CERH), que compõe o Sistema Integrado do Recursos Hídricos daquele estado, informa que ele deve aprovar e tornar público, qual é a situação real dos recursos hídricos desse estado.

Quadro 4 – Duas publicações identificadas, no período analisados, que envolveram as diatomáceas e a qualidade da água no estado do Amapá. Região Norte, Brasil.

Ano Publicação	Tipo	Autor(es)	Título	Origem
2012	D	Silveira Júnior, A. M.	Composição e biomassa microfitoplanctônica associadas a variáveis físico e químico em dois transectos da zona estuarina do rio Amazonas (Amapá, Amazônia, Brasil)	UNIFAP.
2018	TCC	Ferreira, A. C. S.	Levantamento de microalgas planctônicas na Área de Proteção Ambiental (APA) do rio Curiaú, Amapá, Amazônia Oriental	UNIFAP

Legendas: A – Artigo; D – dissertação; NC – Notas Curtas; R/RE – Resumo; T – Tese; TCC – Trabalho de Conclusão de Curso.

A análise dos dados também indicou que a pesquisa nesse estado ainda está mínima. Dentre os efetuados no período analisado, destaca-se o de Silveira Júnior (2012) em dois canais (Norte e Sul) na zona estuarina do Rio Amazonas e objetivou a identificação da relação entre temperatura, condutividade elétrica, pH e OD com a biomassa fitoplanctônica, dentre elas, as Bacillariophyta ($n = 11,66\%$), e que não houve interferência daquelas variáveis na composição e riqueza dessa classe. O outro ocorreu no rio Curiaú, onde Ferreira (2018) realizou um levantamento de microalgas planctônicas, e os dados indicaram que a condutividade elétrica foi a variável hídrica com relação negativa

sobre a composição do fitoplâncton, especialmente Bacillariophyceae (*Eunotia* sp.; *Pinnularia* sp.; *Pi. viridis* e *Placoneis* sp.)

Os 16 municípios que constituem esse estado ainda não foram objetos de estudos e/ou pesquisas quanto a qualidade d'água, apesar da extensão hídrica da bacia amazônica, e possui Legislação própria: Lei n.º 0686, Conselho Estadual de Recurso hídricos Lei n.º 4.509, e o Decreto n.º 4.544 (AMAPÁ, 2002, 2009a; 2009b). Em 2019, o Instituto de Meio Ambiente o Ordenamento do Amapá (IMAP) realizou análise da água em cinco dos 16 municípios quanto a balneabilidade, com uso apenas dos parâmetros estabelecidos pela legislação federal em vigor.

AMAZONAS ($n = 8,0; 18,60\%$)

Quanto ao estado do Amazonas, os dados obtidos e analisados, indicaram que, na região Norte do Brasil, foi a segunda IES, em produções acadêmicas sobre o tema dessa pesquisa (Quadro 5).

Quadro 5 – Rol das produções acadêmicas do estado do Amazonas, no período analisado, região Norte, Brasil.

Ano publicação	Tipo	Autor(es)	Título	Origem
2003	T	Gianini, C. E. C.	Estudo paleolimnológico de acidificação antrópica em dois lagos amazônicos utilizando assembleias de diatomáceas como bioindicadoras.	INPA
2004	A	Días-Castro, J. G. et al.	Composição da comunidade de diatomáceas perifíticas do rio Jaú, Amazonas, Brasil.	Acta Amazonica, v. 33, n.4, p. 583-606.
2006	RE	Pereira, A. C.; Melo, S.	Diatomáceas (Bacillariophyceae) associadas a bancos de arroz selvagem (<i>Oryza</i> sp.) no Parque Nacional do Jaú – Amazonas, Brasil.	PIBIC/CNPq/FAPEAM/INPA.

2007	A	Ferrari, F. et al.	Eunotiaceae (Bacillariophyceae) em igarapés da Amazônia Central, Manaus e Presidente Figueiredo, Brasil	Acta Amazonica, v. 37, n. 7, p. 1-16.
2009	RE	Pinto Filho Segundo, W. O.; Melo, S.; Pereira, A. C.	Composição e distribuição de diatomáceas (Bacillariophyta) em três diferentes habitats no lago Tupé (Amazonas – Brasil)	PIBIC CNPq./FAPEAM/INPA.
2009	D	Pereira, A. C.	Pinnulariaceae (Bacillariophyta) de um lago de inundação amazônico (Lago Tupé, Amazonas, Brasil): taxonomia e distribuição espacial e sazonal	INPA
2017	T	Almeida, F. F.	O que as alagas tem a dizer sobre o rio Negro? O uso de algas perifíticas como bioindicadoras de qualidade ambiental do baixo rio Negro, Manaus-AM.	INPA
2017	A	Pereira, A. C.; Torgan, L. C.; Melo, S.	Pinnularia (Bacillariophyta, Pinnulariaceae) dos cursos superior e médio do rio Negro e de tributários, Amazonas, Brasil.	Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, Cienc. Nat. v, v.12, n. 1, p. 49-74.

Legendas: A – Artigo; D – dissertação; NC – Notas Curtas; R/RE – Resumo; T – Tese; TCC – Trabalho de Conclusão de Curso.

Os dados obtidos e analisados indicaram que o volume de pesquisas sobre o tema desse estudo, ainda é baixo, isso em função da extensão hídrica do estado (Ex.: Solimões e Negro = 2.100 km; Madeira = 1.056 km); e do número de instituições de ensino superior que atuam nessa localidade (18). Em um deles, Gianini (2003) realizou pesquisas no Lago Cururu em Manaus onde versaram sobre modificações na acidez da água e o uso de diatomáceas como indicadoras desse fato.

Díaz-Castro et al. (2004), estudaram a flora perifíticas de diatomáceas (Bacillariophyceae), no Rio Jaú e identificaram dois gêneros predominantes: *Eunotia* e *Pinnularia*.

Pereira e Melo (2006), analisaram os gêneros das diatomáceas a partir dos bancos de arroz (*Oryza* sp.) no Lago Cutiuaué e Raimunda e Rio Jaú e, dentre eles, identificaram o gênero *Eunotia*. Ferrari et al. (2007), efetuaram estudos sobre a sensibilidade das diatomáceas para a acidez hídrica, em cinco igarapés localizados entre Manaus e Presidente Figueiredo. Os dados que os autores obtiveram e analisaram, indicaram que a situação de acidez é um fator estimulador da proliferação de diatomáceas pertencentes a Família Eunotiaceae (Bacillariophyceae).

Nas pesquisas realizadas no Lago Tupé, por Pereira (2009) e Pinto Filho Segundo (2009), foram identificados os gêneros *Eunotia* (mais abundante), *Frutulia* e *Gomphonema* nas amostras planctônicas em detrimento das perifíticas. Nesse mesmo Lago, Pereira, Torgan e Melo (2017) analisaram a riqueza do Gênero *Pinnularia* (Bacillariophyta), e verificou que a dinâmica de abastecimento de água na relação Lago – Rio Negro, determina essa riqueza, associado a variação na concentração do fósforo total e, nesse caso, o gênero *Eutonia* foi a identificadora da área de baixa influência antropogênica relacionada a alteração de elemento químico.

No baixo Rio Negro, Almeida (2017) efetuou estudo sobre a qualidade ambiental desse rio a partir das algas perifíticas. Após análise dos dados obtidos a pesquisadora identificou três famílias: Eunotiaceae, Pinnulariaceae e Cymbellaceae. Houve ainda a identificação de uma nova espécie: *Eunotia amazonica* Almeida & Wtezel.

A constituição geopolítica desse estado indica a existência de 62 municípios, com uma bacia hidrográfica de grande extensão territorial ($6,1 \times 10^3$ km²) e vazão equivalente a 203.000 m³/s (MELO, 2012). Porém, as pesquisas acerca da qualidade da água com a associação dos parâmetros físico-químicos biológicos, ainda não contemplam uma associação com a Divisão Bacillariophyceae de forma efetiva, pois apenas um, dentre oito selecionados, promoveu tal relação.

PARÁ ($n = 25$; 58,13%)

Dos sete estados componentes da região Norte, a análise dos dados obtidos indicou que o estado do Pará, foi o mais prolífero em pesquisas que envolveram a qualidade da água associadas as diatomáceas no período pré estabelecido para essa pesquisa, bem como indicaram que a maior quantidade delas foram produzidas na Universidade Federal do Pará (Quadro 6).

Quadro 6 – Publicações das pesquisas envolvendo qualidade da água e diatomáceas no estado do Pará, região Norte, Brasil.

Ano publicação	Tipo	Autor(es)	Título	Origem
2006	A	Paiva, R. S. <i>et al.</i>	Considerações ecológicas sobre o fitoplâncton da baía do Guajará e foz do Rio Guamá, Pará, Brasil.	Bol. Mus. Para. Emilio Goeldi, v. 1, n. 2, 133-146.
2008	D	Costa, S. D.	Variação espaço-temporal do microfitoplâncton na região da foz do rio Guamá (Estuário amazônico), Belém – PA.	UFPA
2008	A	Ribeiro, F. C. P.; Senna, C. S. F.; Torgan, L. C.	Diatomáceas em sedimentos superficiais na planície de maré da praia de Itupanema, estado do Pará, Amazônia	Rodriguésia, v. 59, n. 2, p. 309-324.
2008	A	Sousa, E. B. <i>et al.</i>	Microfitoplâncton de águas costeiras amazônicas: Ilha Canela (Bragança, PA, Brasil).	Acta Bot. Bras., v. 22, n. 3, p. 626-236.
2009	D	Cardoso, F. F.	Dinâmica da comunidade microfitoplanctônica relacionada com os parâmetros físico-químicos do estuário do Rio Guajará-Mirim (Vigia-PA)	UFPA

2009	A	Monteiro, M. D. R. et al.	Composição e distribuição do microfítoplâncton do rio Guamá no trecho entre Belém e São Miguel do Guamá, Pará, Brasil.	Bol. Mus. Para. Emilio Goeldi, v. 4, n. 3, 341-351
2010	D	Bastos, A. S. M.	Diversidade e abundância de algas epilíticas no setor médio do rio Xingu/PA.	UFRA
2010	D	Costa, B. O.	Variação nictemeral do microfítoplâncton em um estuário do nordeste paraense.	UFPA
2010	NC	Costa, V. B. et al.	Microfítoplâncton do Lago Água Preta, Parque Ambiental de Belém, (Pará, Brasil), durante o período chuvoso.	Uakari, v. 6, n. 1, p. 75-86
2012	D	Sena, B. A.	Composição do microfítoplâncton do Rio Arienga (Barcarena-Pará).	UFPA
2013	D	Cunha, C. J. S.	Variação espacial e temporal do fitoplâncton do reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí-Pará	UFPA
2013	A	Matos, J. B. et al.	Diatomáceas cêntricas da zona de rebentação de uma ilha amazônica.	Tropical Oceanography v. 41, n. 1-2, p. 54-56.
2014	A	Vilhena, M. P. S. P. et al.	Chemical composition of phytoplankton from the estuaries of Eastern Amazonia	Acta Amazonica, v.44, n.4, p. 513-525.

2016	A	Melo, S.; Liberal, R. C. R.; Pereira, A. C.	<i>Pinnularia</i> Ehrenberg (Bacillariophyta) em substrato artificial de um lago de inundação amazônico (Lago Verde, Santarém, Pará)	67° CNBOT
2017	R	Fraia, R. S. et al.	Eunotiophycidae (Ochrophyta, Bacillariophyceae) perifíticas do Rio Tapajós na região de Santarém – PA: taxonomia e variação temporal.	UFOPA
2017	R	Freire, R. L. R.; Talgatti, D. M.	Diatomáceas perifíticas em substrato artificial no reservatório de Curuá-Uma, Santarém, Pará: variação da comunidade em um ciclo hidrológico.	UFOPA
2017	R	Sousa, K. A.	Variação anual da comunidade de diatomáceas perifíticas no reservatório de Curuá-Uma, Santarém, Pará: comparação entre substrato natural e artificial	UFOPA
2018	A	Azevedo, J. S. et al.	O gênero <i>Gomphonema</i> (Bacillariophyta) na comunidade perifítica do rio e reservatório de Curuá-Uma (Santarém, Pará, Brasil)	Rodriguésia
2018	A	Canani, L. G. C.; Fraia, R. S.; Melo, S.	Periphytic <i>Actinella</i> Lewis (Ochrophyta, Bacillariophyceae) species from an Environmental Protection Area in the Brazilian Amazon.	Acta Limnologica Brasiliensis

2019	A	Farias, N. S. N. et al.	Sazonalidade, Distribuição dos gêneros, riqueza, abundância das diatomáceas em rios urbanos e as indicações ambientais, Pará, Brasil	Enciclopédia Biosfera, v. 16, n.30. p. 541-555.
2019	D	Vidal, R. G. R.	Diatomáceas perifíticas como bioindicadoras da qualidade da água na microbacia do Urumari, Santarém, (Pará, Brasil.	UFOPA
2020	T	Azevedo, J. S.	Diversidade de diatomáceas (Bacillariophyta) perifíticas no Reservatório de Curuá-Una (Santarém, Amazônia, Brasil)	UFOPA
2020	A	Reis, F. N. et al.	Microphytoplankton dynamics in Curupeté estuary at the Amazonian Mangrove Ecosystem	Boletim do Instituto de Pesca, v. 46, n. 1,
2020	A	Santos, P. R. B. et al.	Variabilidade espacial-temporal da comunidade fitoplanctônica no reservatório Curuá-Una.	Brazilian Journal of Development, v.6, n.7, p. 42969-42958.
2021	A	Sousa, J. S. C. et al.	Taxonomia do gênero <i>Pinnularia</i> Ehrenberg (Bacillariophyceae) no Lago Jurucuí, Belterra, Amazônia, Brasil.	Biota Amazônia, v.11, n.1, p. 41-51

Legendas: A – Artigo; D – dissertação; NC – Notas Curtas; R/RE – Resumo; T – Tese; TCC – Trabalho de Conclusão de Curso

Paiva et al. (2006) efetuaram estudo na Baía de Guajará e Foz do rio Guamá, em Belém, acerca da composição, biomassa e ecologia do fitoplâncton e concluíram que a maioria delas (56,2%) é representada pela diversidade das diatomáceas. Dois anos depois desse estudo, Costa

(2008) analisou a variação espaço-temporal do microfítolâncton na foz daquele rio e concluiu que a maior densidade nele contida, era constituída por diatomáceas (55%) em três Classes: Bacillariophyceae (47 spp.), Coscinodiscophyceae (45 spp.) e Fragillariophyceae (4 spp.), mas com baixa na diversidade durante o período menos chuvoso, ou seja para as diatomáceas, em termos percentuais, os dois estudos foram similares.

Na praia de Itupanema, município de Barcarena, Ribeiro, Senna e Torgan (2008), identificaram as diatomáceas em sedimentos superficiais (2cm³) e associaram a ecologia, se planctônica, bentônica ou epifítica, dos gêneros: *Gomphonema* (9 spp.), *Pinnularia* (4 spp.), *Thalassiosira* (3 spp.) *Cyclotella* (3 spp.), *Dyploneis* (3 spp.) e *Placoneis* (3 spp.). Os autores concluíram que há uma influência da relação areia/argila sobre a composição delas.

No município de Bragança (Microrregião Bragantina), na Ilha Canelas, Sousa et al. (2008) verificaram a ocorrência da Divisão Bacillariophyta (*Asterionellopsis glacialis*, *Demiregramma minor*, *Skeletonema* sp., e *Thalassiosira subtilis*). *A. glacialis* é frequente em praias arenosas e pode se acumular em zonas de arrebentação. No município de Vigia, o estuário do Rio Guajará-Mirim foi objeto de pesquisa por Cardoso (2009), que versou sobre a dinâmica da comunidade microfítolancônica e relação dela com os parâmetros físico-químicos. Ele concluiu que a Divisão Bacillariophyta foi a de maior frequência (99,89%), com floração, em janeiro, da espécie *Skeletonema costatum*.

O trecho hídrico do rio Guamá compreendido entre Belém e São Miguel do Guamá (Microrregião Guamá), foi objeto de estudo por Monteiro et al. (2009) acerca da composição e distribuição do Microfítolâncton, e os autores identificaram o Táxon Bacillariophyta como o mais frequente (75%) quando comparado a Dinophyta (19%), Cyanophyta (4%) e Chlorophyta (20%). Nesse estudo, os autores alertam quanto aos distúrbios ambientais ocorridos em corpos hídricos, que podem comprometer a qualidade da água e, conseqüentemente, as modificações que isso acarreta à comunidade fitoplanctônica.

Já no rio Xingu, em Altamira, nas localidades de Boa Esperança (a montante) e Arroz Cru (A jusante, na região da Volta Grande), teve esses dois ambientes de corredeiras estudados com a pesquisa acerca da di-

versidade e abundância de algas epilíticas efetuada por Bastos (2010). Os dados que o pesquisador obteve, indicaram a Divisão Bacillariophyceae (47,14%), nos dois períodos sazonais analisados. Na Região Metropolitana de Belém (RMB), localiza-se o Parque Ambiental de Belém, onde está situado o Lago Água Preta. Nele, Costa et al. (2010) identificaram os componentes do microfítolâncton durante o período chuvoso, e o filo Bacillariophyta (diatomáceas) representou 17,92% dele.

Em Curuçá, Costa (2010) estudou o comportamento nictemeral do microfítolâncton, ou seja, qual o comportamento dos componentes dele durante o dia, em relação as modificações físico-químicas ocorridas na água. A divisão Bacillariophyta foi a mais frequente (87,6%), incluindo nas análises das enchentes diurnas e noturnas (95 táxons; 101 táxons) e vazantes também nos dois períodos (99 táxons; 86 táxons), quando comparados com Dinophyta e Cyanophyta.

No município de Barcarena, foz do rio Pará, Sena (2012) efetuou estudo sobre a composição, distribuição e abundância relativa do microfítolâncton do rio Arienga e a relação dele com a temperatura, condutividade e potencial hidrogeniônico (pH). Novamente a Divisão Bacillariophyta foi a mais frequente (59,38%) devido ao caráter eurialino, o que determina um estado salobro ao rio em tela, e as turbulências que a presença delas indica.

Já em Tucuruí, o Lago híbrido da Usina Hidrelétrica (UHE) foi objeto de pesquisa por Cunha (2013), sobre a variação espacial e temporal do fitoplâncton nesse corpo hídrico, no período seco e chuvoso. Os dados que ele obteve o permitiu afirmar que a Classe *Bacillariophyceae* foi a de menor frequência (5,26%). No município de Maracanã, praia da Princesa, na ilha de Algodal, Matos et al. (2013) identificaram e relacionaram a ocorrência de diatomáceas cêntricas (Classe *Coscinodiscophyceae*) e as condições eutróficas desse local, pois no início do período chuvoso, a concentração de clorofila foi mais elevada nesse período e, com isso, a espécie mais adaptada a essa condição, *Coscinodiscus perforatus* foi dominante (63%).

No município de Barcarena, Vilhena et al. (2014) realizaram pesquisas acerca do fitoplâncton nos rios Pará e Mocajuba. Os dados que eles obtiveram os permitiram observar que a Classe Bacillariophyceae

tem a maior frequência (85%) fitoplantônica dentre os dois rios, e no período chuvoso, houve o crescimento populacional do gênero *Coscinodiscus*. Esse fato já havia no Maracanã. Eles relataram também que níveis elevados de Alumínio (Al) Ferro (Fe), Potássio (K), Cálcio, e Fósforo (P), foram encontrados nos gêneros *Actinococcus*, *Polimyxus* e *Aulacoseira*.

Também em Barcarena, encontra-se o Lago Verde, onde Liberal *et al* (2021) efetuaram estudos sobre o gênero *Pinnularia*, uma diatomácea penada, portadora de ráfia, que ocorre em águas continentais, e habita em locais classificados como oligossaprobios, que apresentam taxas de oxigênio dissolvido (18,1% a 70%) e condutividade elétrica ($5,2\mu\text{S cm}^{-1}$ a $7,562\mu\text{S cm}^{-1}$) moderadas. Nesse mesmo lago, Fraia *et al*. (2017) realizaram pesquisa acerca variação em relação a três períodos (enchente, cheia e seca) da Subclasse Eunotiophycidae (Bacillariophyceae) que foi a mais frequente (52%), dentre os três gêneros identificados (*Eunotia*, 46%/ *Actinella*, 7%, *Eunotiophormia*, 2%) especialmente no último período analisado, com pH mais baixo e período menos chuvoso.

Na região oeste desse estado, no município de Santarém, margem direita do rio Tapajós, encontra-se a UHE Curuá-Una. Nesse mesmo reservatório, Freire e Talgatti (2017) pesquisaram acerca das diatomáceas perifíticas em substrato artificial e a variação delas em um determinado ciclo hidrológico. A análise dos dados que eles obtiveram, indicaram que os gêneros mais frequentes foram: *Eunotia*, com 18 táxons e *Gomphonema* (8 táxons), todavia, ressaltaram que, para uma distribuição espacial, com o uso de testes de agrupamento e ordenação associados a dados de abundância relativa e composição elas são mais eficazes para indicar a distribuição espacial e temporal para o perifíton. Nessa mesma UHE, Sousa (2017) estudou a associação entre a planta *Utricularia* spp. (Lentibulariaceae), que abriga organismos perifíticos, e identifico três gêneros de algas mais frequentes: *Eunotia* ($n=36$); *Pinnularia* ($n=14$) e *Gomphonema* ($n=13$), e que o tipo de substrato interfere nas comunidades perifíticas.

Nessa mesma linha de pesquisa, Azevedo *et al*. (2018) estudou o gênero *Gomphonema* (Bacillariophyta), haptobentônicas, com o objetivo de conhecer, não só a composição, mas também a riqueza dele, tanto

no período chuvoso quanto no seco, e concluiu que os mais representativos foram: *G. parvuham* var. *lageluna*, *G. naviculoides* e *G. pantropicion*.

Outra área estudada município de Santarém – PA, foi a Área de Proteção Ambiental (APA) de Alter do Chão. Nela, Canani, Fraia e Melo (2018) fizeram uma revisão sobre o gênero *Actinella*. Nesse estudo, o pesquisador associou a baixa condutividade elétrica e pH ácido com a presença de 12 táxons do gênero *Actinella*, além disso, eles afirmaram também o estado de conservação do ecossistema aquático da APA, como “efetivo” e correlacionaram isso com a presença desse gênero que foi identificada e citada pela primeira vez em meados do século anterior.

No contexto do perímetro hídrico urbano em Paragominas - PA, há ocorrência de dois rios: Prainha e Uraim. Eles foram objetos de estudo por Farias et al. (2019), sobre a sazonalidade, os aspectos quantitativos das diatomáceas e as indicações ambientais que elas promovem. Os autores concluíram que os períodos sazonais interferem na distribuição das riquezas (de H' : 1,77, para H' 2,15, Prainha; de H' = 1,89, para H' = 2,15, Uraim).

No igarapé urbano Urumari, Vidal (2019) fez uma avaliação entre a estrutura das diatomáceas perifíticas nesse corpo hídrico, a finalidade foi a identificação de diatomáceas que apresentassem potencial para identificação da qualidade da água, e identificou dois gêneros: *Eunotia* (24%) e *Pinnularia* (10%). Sobre o primeiro, a autora concluiu que as espécies *E. femoriformis*, *E. parasiolli*, *E. conectival* são sensíveis as variações físicas e químicas nos corpos d'água e, com isso, o igarapé em estudo apresenta impacto moderado e de possível recuperação.

Outro estudo efetuado nesse reservatório, teve como objetivo identificar a diversidade das diatomáceas perifíticas. Nele, Azevedo (2018) concluiu que os gêneros *Eunotia*, *Gomphonema*, *Frustulia* Rabenhorst e *Encyonema* Kützing, estavam fortemente associadas a variáveis hídricas como: pH, DBO, temperatura e turbidez, e isso o permitiu afirmar que esse reservatório se encontra com grau leve e moderado de influência antrópica como, por exemplo, uso inadequado solo no entorno dele.

No município de Curuçá - PA, o estuário do rio Curuperé é coberto por vegetação de mangue e recebe uma pequena cota de água doce. Nele, Reis et al. (2020) pesquisaram sobre a dinâmica do microfitorplâncton. Os dados obtidos e analisados indicaram que há 212 táxons, cuja dominância coube ao Bacillariophyta, com 149 taxa, onde *Cymatosira belgica* foi dominante. Escreveu que os valores para clorofila-a foram elevados (13,01 a 112,88 mm.^{m-3}) durante o período analisado. Finalmente, verificou que isso pode ter sido em função dos afluentes advindos da fazenda de camarões marinhos instalada as proximidades dos pontos de coleta. Por isso, ele afirma que há uma associação fortíssima entre esses dados e variáveis ambientais mensuradas: pH, salinidade e precipitação.

Já a pesquisa realiza por Santos et al. (2020) nesse reservatório, versou sobre a variabilidade espacial-temporal da comunidade fitoplanctônica. Os dados por eles obtidos e analisados indicaram que, dos oito grupos taxonômicos identificados, o Bacillariophyta a apresentou maior frequência (32,7%), dentre as 214 espécies ali existentes, e que a densidade dessa comunidade é mais efetiva no período seco porque há maior concentração de clorofila-a e fosforo total.

O lago Jurucuí, no município de Belterra, já possui identificação taxonômica para gênero *Pinnularia*, em pesquisa realizada por Sousa et al. (2021). Com esse objetivo, os pesquisadores identificaram 37 táxons, com cinco novas citações no contexto paraense: *P. brauniana*, *P. interruptiformes*, *P. paradivergens*, *P. subgibba* var. *capitata* e *P. subgibba* var. *undulata*.

Nesse estado, as pesquisas avançam quanto a relação diatomáceas qualidade da água, já que oito das pesquisas selecionadas, três delas já provam essa associação. Porém, como são 144 municípios, e nem todos tem presença de IES ou programas de graduação/técnica, e apresentam empresas de grande porte cuja exploração dos recursos naturais são os mais diversificados e, na maioria deles, há liberação de efluentes que podem contaminar/poluir os corpos hídricos.

Rondônia ($n = 1; 2,32\%$)

A análise dos dados obtidos para o estado do Rondônia, indicou que a produção acadêmica acerca da qualidade da água associada a dia-

tomáceas, em detrimento as bacias hidrográficas (Rio Madeira, Bacia do Guaporé, Bacia do Mamoré, do Abunã, do Jamari, do Machado ou Jiparaná, e do rio Roosevelt) predominantes nessa região, Pessoa (2020), identificou o número de Instituições de Ensino Superior (IES): duas públicas e 33 privadas, as quais são conveniadas ao Programa Universidade para Todos (ProUni) e o Financiamento Estudantil (FIES), porém, apenas uma única pesquisa foi identificada no período analisados (Quadro 7).

Quadro 7 – Publicações acadêmicas sobre qualidade da água e as diatomáceas. Rondônia, Região Norte.

Ano publicação	Tipo	Autor(es)	Título	Origem
2003	T	Gianini, C. E. C.	Estudo paleolimnológico de acidificação antrópica em dois lagos amazônicos utilizando assembleias de diatomáceas como bioindicadoras.	INPA

Legendas: A – Artigo; D – dissertação; NC – Notas Curtas; R/RE – Resumo; T – Tese; TCC – Trabalho de Conclusão de Curso

A pesquisa realizada por Gianini (2003) nesse estado abrangiu o Lago Samauma, que é raso, e promove acumulação e preservação de sedimentos. Ele está integrado a bacia do Rio Jamari, e esse, a Bacia do rio Madeira. O pesquisador utilizou as diatomáceas como indicadoras da acidez, cujas causas diretas foram duas: (1) desmatamento e (2) queimadas na bacia de drenagem do rio principal. Nesse lago, as espécies indicadoras variaram de acordo com a profundidade analisada (Tabela 2)

Tabela 2. Espécies acidófila e Acidobiontes no Lagoa Samauma, Rondônia.

Espécies dominantes		
Profundidades (m)	Acidófilas (%)	Acidobiontes (%)
15-16	<i>G. gracile</i> (4,89)	<i>E. naegalii</i> (2,93)
13-14	<i>G. gracile</i> (1,59)	<i>E. naegalii</i> (3,70)
11-12	<i>E. incisa</i> (0,61)	<i>E. naegalii</i> (1,12)

10-11	<i>E. incisa</i> (0,89)	<i>E. naegalli</i> (2,03)
9-10	<i>F. rhomboides</i> (5,45%)	<i>E. naegalli</i> (3,49)
7-8	<i>E. incisa e F. rhomboides</i> (0,61*)	<i>E. naegalli</i> (1,04)
5-6	<i>G. gracile</i> (2,47)	<i>E. naegalli</i> (2,14)
3-4	<i>E. incisa</i> (2,84)	<i>E. naegalli</i> (0,57)
0-1	<i>G. gracile</i> (1,97)	<i>E. naegalli</i> (3,94)

*Valor para cada uma delas. Elaborada a partir dados coletados em Gianini (2003, p. 69-73)

Os dados indicaram que as espécies *Gomphonema gracile* e *Eunotia incisa*, estão presentes em quatro profundidades, e *E. naegalii* ocorrem em todas elas. Isso de acordo com o escrito por Gianini (2003) modifica-se à medida que as ações na superfície do solo marginal são alteradas (Ex.: pavimentação asfáltica, desmatamento, queimadas, dentre outras).

Os 52 municípios que compõem ainda não foram objetos de estudos. Porém, já ocorreram estudos acerca da qualidade da água em três das sete bacias hidrográficas: Rio Machado (COGO et al., 2005), Jamari (NASCIMENTO et al., 2009), com destaque para o do rio Madeira (BERNARDI et al., 2009; GALVÃO et al., 2009; VERGOTTI et al., 2009), duas hidrelétricas (Santo Antonio e Jirau). Todavia, nelas, não foram identificadas pesquisas acerca associação com as diatomáceas como bioindicadora da qualidade da água.

RORAIMA ($n = 3$; 6,97%)

Os dados obtidos e analisados indicaram que o estado de Roraima, com extensão territorial equivalente a 224.200 km² possui uma malha hidrográfica extensa (204.640 km²), composta por seis rios: Branco (45.530 km²), Uraricoeira (52.184 km²), Catrimani (17.269 km²), Page 2 Mucajáí (21.602 km²), Tacutu (49.904 km²) e Anauá (25.151 km²) e possui três universidades (duas federais e uma estadual) e sete privadas. Todavia o número de publicações é parco (Quadro 8).

Quadro 8 – Pesquisas realizadas acerca da qualidade da água e as diatomáceas, no período analisado, em Roraima, região Norte do Brasil.

Ano publicação	Tipo	Autor(es)	Título	Ori-gem
2000	T	Gomes, N. A.	Estrutura da comunidade de algas perifíticas no Igarapé Água Boa e no rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, Brasil, ao longo de um ciclo sazonal.	INPA
2011	D	Magalhães, F. E. M.	Indicadores biológicos da qualidade da água do Igarapé Caraná, Boa Vista, Roraima.	UFRR
2015	D	Pereira Junior, U.	Caracterização dos parâmetros da qualidade da água do Igarapé Grande, Boa Vista, Roraima.	UFRR

Legendas: A – Artigo; D – dissertação; NC – Notas Curtas; R/RE – Resumo; T – Tese; TCC – Trabalho de Conclusão de Curso

O igarapé Água boca e o rio Cauamé, foi objeto de estudo por Gomes (2000) para identificação da ficoflórula perifítica e a relação com os dejetos do matadouro, efluentes domésticos e a dinâmica das algas do perífiton em caso de modificações de seres vivos e não vivos. A pesquisadora observou que, nesse corpo hídrico, a densidade das diatomáceas ocorreu no período seco, quando houve a proliferação das algas verdes e fitoflagelados, pois estes servem de moradia para elas. Já no rio, isso ocorreu entre diatomáceas e algas verdes. Em outro igarapé, o Caraná, Magalhães (2011) analisou a qualidade da água e as diatomáceas. Os dados obtidos indicaram que os indivíduos das Famílias Eunotiaceae e Pinnulariaceae foram mais representativas, o que isso indica acidez, estado oligotrófico em águas tropicais.

Noutro igarapé, o Grande, que já está urbanizado, Pereira Júnior (2015) pesquisou sobre a qualidade da água para fazer a caracterização dela porque o corpo hídrico está localizado no entorno da estação de tratamento de esgoto de Boa Vista, além da identificação e quantifi-

cação as algas desse corpo hídrico. Os dados obtidos indicaram que, dentre os cinco filos identificados, o Bacillariophyta apresentou apenas dois gêneros: *Eunotia* e *Pinnularia*. Esse último, apresentou abundância nos dois períodos analisados: chuvoso (4.182) e seco (2.931)

O estado de Roraima é composto por 15 municípios, e uma malha hídrica sujeita a enchentes, o que pode comprometer a qualidade da água consumida pelos municípios. Academicamente, a água foi objeto de análise multivariada (SANT'ANA, 2006) que permitiu a identificação de ambientes mais e menos poluídos, todavia, não houve indicações adequadas para o que provocou tais consequências.

TOCANTINS ($n = 1; 2,32\%$).

Para o estado do Tocantins, criado em 1988 (BRASIL, 2010), os dados obtidos e analisados indicaram que, apesar de possuir sete bacias hidrográficas (Balsas e São Valério; Entorno de Lago; Formoso; Lontra e Corda; Manoel Alves; Palma e Tocantins e Araguaia), além de 26 IES (1, pública federal; 1, pública estadual; 11, públicas municipais, e 13, privadas). Todavia, isso não se refletiu em um quantitativo de pesquisas quanto a qualidade da água e as diatomáceas (Quadro 9).

Quadro 9 – Quantitativo de publicações, no período analisado, acerca da qualidade da água e as diatomáceas como bioindicadoras. Estado do Tocantins, região Norte do Brasil.

Ano publicação	Tipo	Autor(es)	Título	Origem
2017	D	Silva, I. G.	Diversidade taxonômica e funcional das assembleias fitoplanctônicas no rio Tocantins, antes e após a implantação da UHE-Estreito.	UFT

Legendas: A – Artigo; D – dissertação; NC – Notas Curtas; R/RE – Resumo; T – Tese; TCC – Trabalho de Conclusão de Curso

No reservatório da UHE Estreito, Silva (2017) realizou análise taxonômica e grupos funcionais da comunidade fitoplanctônica durante as três fases analisadas: (1) de pré-enchimento, (2) enchimento e (3) pós-enchimento do reservatório. O autor do estudo percebeu que a implantação da UHE causou alterações estruturais naquela assem-

bleia. Na primeira fase, houve o domínio do gênero *Aulacoseira* (29% do biovolume), nas três fases que ela analisou. Por isso, a pesquisadora concluiu que a barragem reduziu fortemente o biovolume e a riqueza dos grupos funcionais identificados.

Nesse estado, há 139 municípios, dentre eles Porto Nacional, onde se encontra o Ribeirão São João, cujo estudo do IQA (CARVALHO *et al.*, 2016), não associa as diatomáceas a esse índice. Em outro estudo (AGUIAR; BAUDUINO, 2021), avaliaram novamente a qualidade da água de corpo d'água, mas não foi verificada a associação com diatomáceas. Em recente estudo acerca da qualidade da água e as doenças diarreicas, foi verificado que não se fez associação disso com a presença/ausência de diatomáceas (PEREIRA *et al.*, 2021).

4. CONCLUSÃO

Na região Norte as pesquisas acerca da qualidade da água ainda não contemplam a associação das diatomáceas como bioindicadoras dessa qualidade, embora o volume hídrico disponível seja imenso, a atenção com o que consumido pelos municípios, está atrelado aos parâmetros estabelecidos pelas legislações dos recursos hídricos. Como é uma região de extrativismo madeireiro e mineral, os efluentes produzidos por essas duas atividades econômicas podem ser indicadas com a presença/ausência/diminuição/proliferação das diatomáceas e, dessa forma, elevar a eficácia desse exame, especialmente onde os corpos hídricos sejam mananciais que abastecem a população dessas localidades.

Além disso, os estudos já efetuados foram para identificação taxonômica, o que é vantajoso porque quando se busca promover a associação entre aspectos biológicos e físico-químicos para melhor classificar o estado ambiental da água. Assim, faz-se necessário que se conheça o bioindicador e quais são as vantagens e desvantagens de utilizá-lo em prol da manutenção da qualidade de vida e ambiental da comunidade. Espera-se que os dados aqui contidos, possam embasar futuras pesquisas sobre o uso da diatomáceas como bioindicadoras da qualidade da água a partir das instituições em ensino superiores que se fazem presentes nessa região, e produzam mais pesquisas para o monitoramento da qualidade desse recurso natural, e se possa identificar uma gestão dos recursos hídricos mais eficiente.

5. REFERÊNCIAS

ACRE. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. **Plano Estadual de recursos hídricos do Acre**. Rio Branco: SEMA, 2012.

ALMEIDA, F. F. **O que as algas têm a dizer sobre o Rio Negro? O uso das algas perifíticas como bioindicadoras da qualidade ambiental do baixo Rio Negro, Manaus-AM**. 2017. Tese. (Doutorado em Ciências Biológicas) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPE, Amazonas, 2017.

ALMEIDA, P. D.; BICUDO, D. C. Diatomáceas planctônicas e de sedimento superficial em represas de abastecimento da região metropolitana de São Paulo, SP, Sudeste do Brasil. **Hoehnea**, v. 41, n.º 2, p. 187-207, 2014.

AGUIAR, R. W. S.; BALDUÍNO, A. R. Avaliação da qualidade da água do Ribeirão São João no município de Porto Nacional. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n.º 6, p. 57928-57943, 2021

AMAPÁ. Lei n.º 0686, de 07 de junho de 2020. Dispõe sobre a Política de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Estado do Amapá e dá outras providências. Diário Oficial [do] Estado, 07.06.2002. n.º 2.800. Disponível em: http://www.al.ap.gov.br/ver_texto_lei.php?iddocumento=17698. Acesso em 10 ago. 2021.

AMAPÁ. Decreto n.º 4.544 de 29 de dezembro de 2009a. Regulamenta o Título II, da Lei n.º 0686 de 07 de junho de 2002, que institui a Política de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Estado e dá outras providências. Disponível em: https://editor.amapa.gov.br/arquivos_portais/publicacoes/SEMA_91b7e5b4f103fec09fa8e8b6a34cf81c.pdf. Acesso em 10 ago. 2021.

AMAPÁ. Decreto n.º 4.544 de 29 de dezembro de 2009b. Nomeação do Conselho Estadual de Recursos Hídricos. Disponível em: https://editor.amapa.gov.br/arquivos_portais/publicacoes/SEMA_91b7e5b4f103fec09fa8e8b6a34cf81c.pdf. Acesso em 10 ago. 2021.

AZEVEDO, J. S. *et al.* O gênero Gomphonema (Bacillariophyta) na comunidade perifítica do rio e reservatório Curuá-Una (Santarém, Pará, Brasil). **Rodriguésia**, v. 69, n.º 2, p. 766-776, 2018

BASTOS, A. S. M. **Diversidade e abundância de algas epilíticas no setor do médio rio Xingu/PA.** 2010. Dissertação. (Mestrado em Ecologia aquática e aquicultura) – Universidade Federal do Pará. Pará, 2010.

BERNARDI, J.V.E.; *et al.* Aplicação da Análise das Componentes Principais na Ordenação dos Parâmetros Físico-químicos no Alto Rio Madeira e Afluentes, Amazônia Ocidental. **Geochimica Brasiliensis**, v.23, n.º 1, p.79-90, 2009.

BRANCO, S. G. *et al.* Identificação e importância dos principais gêneros de algas de interesse para o tratamento de água e esgotos. **Revista D.A.E.**, n.º 50, 1963. Disponível em: <http://revistadae.com.br/site/artigo/681-Identificacao-e-importancia-dos-principais-generos-de-algas-de-interesse-para-o-tratamento-de-aguas-e-esgotos>. Acesso em: 22 ago.2021

BRASIL. **Resolução CONAMA N. 357** de 18 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências. Disponível em: <http://conama.mma.gov.br/>. Acesso em: 22 ago.2021.

CANANI, L. G. C.; FRAIA, R. S.; MELO, S. Periphytic Actinella (Ochrophyta, Bacillariophyceae) species from the environmental protection area in the Brazilian Amazon. **Acta Limnologia Brasiliensis**, v. 30, 2018.

CARDOSO, F. F. Dinâmica da comunidade microfítotoplanctônica relacionada com os parâmetros físico-químicos do estuário do rio Guajará-Mirim (Vigia-PA), 2009. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aquática e Pesca) – Universidade Federal do Pará, Pará, 2009.

CARVALHO, A. P. *et al.* Avaliação da poluição em rios utilizando índices de qualidade da água: um estudo de caso no Ribeirão São João em Porto Nacional – TO. **Geociências**, v. 35, n.º 3. P. 472-484, 2016.

COGO, M. C. *et al.* Efeitos das Concentrações de Sedimentos em Suspensão nas Taxas Respiratórias em Rios da Bacia do Rio Ji-Paraná, RO. In: Congresso de Estudantes e Bolsistas do Experimento LBA. 2, 2005. Amazonas. **Anais eletrônicos**. Disponível em: https://daac.ornl.gov/LBA/lbaconferencia/2005_lba_student_conf/abstracts/148_ab.html

COSTA, B. O. **Variação nictemeral do microfitoplâncton em um estuário do nordeste paraense, Brasil.** 2010. Dissertação (Mestrado em Ecologia aquática e de pesca) – Universidade Federal do Pará, Pará, 2010.

COSTA, S. D. **Variação espaço-temporal do microfitoplâncton na região da foz do rio Guamá (Estuarino Amazônico), Belém-PA.** 2008. Dissertação (Mestrado em Ecologia aquática e aquicultura) – Universidade Federal do Pará, Pará, 2008.

Cunha. C.,J. S. **Variação espacial e temporal do fitoplâncton do reservatório da usina hidrelétrica de Tucuruí – PA.** 2013. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aquática e Pesca) – Universidade Federal do Pará, Pará, 2013.

DIAS, M. B. **Composição e abundância do fitoplâncton do sudoeste da Reserva Biológica do Lago Pirituba (Amapá, Brasil).** Dissertação. (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, Amazonas, 2007.

DÍAZ-CASTRO, J. G. *et al.* **Composição da comunidade de diatomáceas perifíticas no Rio Jaú, Amazonas, Brasil.** *Acta Amazonica*, v. 33, n.º 4, p. 583-606, 2004.

DOMINGOS NETO, V. A. **Qualidade da água do Rio Branco no trecho urbano do município de Rio Branco: Fatores físicos e químicos.** 2014. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Acre, Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Acre, 2014.

DURIGON M. **Qualidade da água e comunidades de diatomáceas epilíticas na Bacia Hidrográfica do Rio Vacaria, Santa Maria, Rio Grande do Sul.** 2013. Dissertação (Mestrado em Agrobiologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2013.

FARIAS, N. S. N. *et al.* **Sazonalidade, Distribuição dos gêneros, riqueza, abundância das diatomáceas em rios urbanos e as indicações ambientais. Paragominas, Pará (Brasil).** *Enciclopédia Biosfera*, v. 16, n.º. 30, p. 541 – 555, 2019.

FERRARI, F. *et al.* Eunotiaceae (Bacillariophyceae) em igarapés da Amazônia Central, Manaus e presidente Figueiredo, Brasil. **Acta Amazônica**, v. 37, n.º 1, p. 1 – 16, 2007.

FERREIRA, A. C. S. **Levantamento de microalgas planctônicas na Área De Proteção Ambiental (APA) do rio Curiaú, Amapá, Amazônia Oriental.** 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciências Ambientais) - Universidade Federal do Amapá, Amapá, 2018.

FRAIA, R. S. *et al.* *Eunotiophycidae* (Ochrophyta, Bacillariophyceae) perifíticas do Rio Tapajós na região de Santarém – PA: taxonomia e variação temporal. In: Jornada Acadêmica. 6 . 2017. Pará. **Anais eletrônicos.** Disponível em: <http://www.ufopa.edu.br/anaisdajornada/>

FRANÇA. A. A. **Biodiversidade de diatomáceas (Bacillariophyta) em córregos conservados do Cerrado.** 2016. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade vegetal) – Programa de Pós Graduação em Biodiversidade VEGETAL, Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2016.

FRANÇA, R. C. S. **Colonização e sucessão das algas perifíticas sobre o substrato artificial em um lago raso, Rio Branco, Acre.** 2008. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais) – Universidade Federal do Acre, Acre, 2008.

FREIRE, R. L. R.; TALGATTI, D. M. Diatomáceas perifíticas em substrato artificial no reservatório de Curuá-Uma, Santarém, Pará: variação da comunidade em um ciclo hidrológico. In: Jornada Acadêmica. 6. 2017. Pará. Anais eletrônicos. Disponível em: Disponível em: <http://www.ufopa.edu.br/anaisdajornada/>

GALVÃO, R.C.F. *et al.* Variação Sazonal de Elementos-traço Associados aos Sólidos em Suspensão no Alto Rio Madeira, Amazônia Ocidental. **Geochimica Brasiliensis**, v.23, n.º 1, p. 67-78, 2009.

GALVÃO, T. S.; PEREIRA, M. G. Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. **Epidemiologia, Serviço de Saúde**, v. 23, n.º 1, p. 183-184, 2014.

GIANINI, C. E. C. **Estudo paleolimnológico de acidificação antrópica em dois lagos amazônicos utilizando assembleia de**

diatomáceas como bioindicadoras. 2003. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPE. Amazonas, 2003

GOMES, N. A. Estrutura da comunidade de algas perifíticas no igarapé Água Boa e no rio Cauamé, município de Boa Vista, Estado de Roraima, Brasil, ao longo de um ciclo sazonal. 2000. Tese (Doutorado em Biologia de Água doce e pesca interior – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Amazonas, 2000.

GOMES, D. F. *et al.* Father Zimmerman (1871-1950): the first brazilian diatomist. **Diatom Research**, p. 1-12, 2012.

GOMES, L. M. D.; RIBEIRO, M. R.; MOREIRA, V. S. Avaliação das ações de vigilância da qualidade da água para consumo humano no município de Rio Branco – Acre. In: Congresso Brasileiro de ÁGUAS Subterrâneas. 17. 2012. Mato Grosso do Sul. **Anais eletrônicos**. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/issue/view/1299>. Acesso em: 21.ago.2021

GOULART, M. D. C.; CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da FAPAM**, n.º 1. 2003 Disponível em: http://labs.icb.ufmg.br/benthos/index_arquivos/pdfs_pagina/Goulart%20&%20Callisto-Fapam.pdf. Acesso em: 17 ago.2021.

HERMANY, G. Ecologia da comunidade de diatomáceas epilíticas de um sistema de rio de baixa ordem da região Hidrográfica do Guaíba: subsídios ao monitoramento ambiental de ecossistemas aquáticos sul brasileiros. 2005. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aquática) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul. 2005.

LIBERAL, R. C. R. *et al.* *Pinnularia* Ehrenberg (Bacillariophyta) em substrato artificial de um lago de inundação amazônico (Lago Verde, Santarém – Pará). **Iheringia**, série botânica, v. 76, 2021.

MAGALHÃES, F. E. M. **Indicadores biológicos da qualidade da água no Igarapé Caranã, Boa Vista, Roraima.** 2011. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Roraima, Roraima, 2011.

MARQUES, J. R. A. NUNES-GUTJAHR, A.; BRAGA, C. E. S. Situação sanitária e o uso de água do Igarapé Santa Cruz, município de Breves, Arquipélago de Marajó, Pará, Brasil. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.25, n. 4, jul/ago, 2020.

MATLALA, M. D.; TAYLOR, J. C.; HARDING, W. R. Development of a diatom index for wetland health. **Water Research Commission**. 2011. Disponível em: <http://www.wrc.org.za/wp-content/uploads/mdocs/KV%20270-11.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2021.

MATOS, J. B. *et al.* Diatomáceas cêntricas da zona de rebentação de uma Ilha Amazônica. **Tropical Oceanography**, v. 41, n. 1-2, p. 54-66, 2013.

MELO, E. C. **Fatores de controle dos fluxos fluviais de material em suspensão em diferentes cenários climáticos na Bacia do Rio Solimões**. 2012. Tese (Doutorado em Clima e Ambiente). Programa Integrado de Pós-Graduação do INPA – Universidade do Estado do Amazonas, Amazonas, 2012.

MICROSOFT CORPORATION. Excel 2013. Disponível em: <https://www.microsoft.com/pt-br/microsoft-365/previous-versions/microsoft-excel-2013>. Acesso em: 14 out. 2021.

MONTEIRO, M. D. R. *et al.* Composição e distribuição do microfítolâncton do rio Guamá no trecho entre Belém e São Miguel do Guamá, Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, v. 4, n.º 3, p. 341-351, 2009.

NASCIMENTO, E. L. *et al.* 2009. Mercúrio na Comunidade Planctônica do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Samuel (RO), Amazônia Ocidental. **Geochimica Brasiliensis**, v.23, n.º 1, p.101-116, 2009.

PAIVA, R. S. *et al.* Considerações ecológicas sobre o fitoplâncton da baía do Guajará e foz do rio Guamá, Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, v. 1, n.º 2, p. 133-146, 2006.

PEREIRA, A. *et al.* . **Metodologia da Pesquisa Científica**. Santa Maria: UAB/NTE/UFSM, 2018.

PEREIRA, A. C. **Pinnulariaceae (Bacillariophyta) de um lago de inundação amazônico (Lato Tupé, Amazonas, Brasil): taxonomia**

e distribuição espacial e sazonal. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPE, Amazonas, 2009.

PEREIRA, A. C.; MELO, S. Diatomáceas (Bacillariophyceae) associadas a bancos de arroz selvagem (*Oryza* sp.) no Parque Nacional do Jaú – Amazonas, Brasil. In Jornada de Iniciação Científica. 15. 2006. Amazonas. **Anais.** Disponível em: https://repositorio.inpa.gov.br/bitstream/1/3612/1/pibic_inpa.pdf. Acesso em: 10 ago. 2021.

PEREIRA, M. G.; GALVAO, T. F. Etapas de busca e seleção de artigos em revisões sistemáticas da literatura. **Epidemiologia em Serviço de Saude**, v. 23, n. 2, p. 369-371. 2014.

PEREIRA, M. G. *et al.* Qualidade da água para consumo humano e doenças diarreicas águas no estado do Tocantins. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 13, n.º 2, p. 273., 2021.

PEREIRA, A. C.; TORGAN, L. C.; MELO, S. Variação da riqueza de *Pinnularia* (Bacillariophyta) no Lago Tupé (Bacia Amazônica) e sua relação com o ciclo hidrológico. **Biota Amazônica**, v. 7, n.º 2, p. 8-11, 2017.

PEREIRA JÚNIOR, U. **Caracterização dos parâmetros da qualidade da água do Igarapé Grande. Boa Vista. Roraima.** 2015. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) – Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais. Universidade Federal de Roraima, Roraima. 2015.

PINTO FILHO SEGUNDO, W. O.; MELO, S.; PEREIRA, A. C. Composição e distribuição de diatomáceas (Bacillariophyta) em três diferentes habitats no lago Tupé (Amazonas-Brasil). In Jornada de Iniciação Científica. 18. 2009. Amazonas. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/3455>. Acesso em: 10 ago. 2021.

QUEIROZ, M. E. F. *et al.* Análise das condições ambientais de um córrego urbano utilizando macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores. In; Simpósio de Estudos e Pesquisas em Ciências Ambientais na Amazônia. 5. 2016. Pará. **Anais**, v. 2. , p. 23-33. 2016. Disponível em: https://paginas.uepa.br/pcambientais/simposio/anais_tcompleto_simposio_2016_volume_2.pdf. Acesso em: 21 ago.2021.

REIS, F. N. *et al.* Microphytoplankton dynamics in Curuperé estuary at the Amazonian Mangrove Ecosystem. **Instituto de Pesca**, v. 46, n° 1, 2020.

RIBEIRO, F. C. P.; SENNA, C. S. F. ; TORGAN, L. C. Diatomáceas em sedimentos superficiais de maré na praia de Itupanema, estado do Pará, Amazônia. **Rodriguésia**, v. 59, n.º 2, p. 309-324, 2008.

SALOMONI, S. E. **Diatomáceas epilíticas indicadoras da qualidade de água na bacia do rio Gravataí, Rio Grande do Sul, Brasil.** 2004. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de São Carlos. São Paulo, 2004.

SANTANA, A. C. **Análise multivariada da qualidade da água superficial do município de Boa Vista-RR.** 2006. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) – Universidade federal de Roraima. Roraima, 2006.

SANTIAGO, R. T.; KEPPELER, E. C. Fitoplâncton de um trecho do Rio Japiim em Mâncio Lima-AC. **Ensaio e Ciência. Ciências Agrárias, Biológicas e da Saúde**, v. 15, n° 5, p. 93-100. 2011.

SANTOS, P. R. B. *et al.* Variabilidade espacial-temporal da comunidade fitoplanctônica no reservatório da usina hidrelétrica de Curuá-Una. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n° 7, p. 42969-42985, 2020.

SENA, B. A. **Composição do microfitoplâncton do Rio Arienga (Barcarena – Pará).** Dissertação. (Mestrado em Ecologia Aquática e Aquicultura) – Universidade Federal do Pará, Pará, 2012.

SILBA, I. G. **Diversidade taxonômica e funcional das assembleias fitoplanctônicas no rio Tocantins, antes e após a implantação da UHE-Estreito.** 2017. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Ecótonos) – Universidade Federal do Tocantins, Tocantins, 2017.

SILVA-LEHMKUHL, A. M.; LEHMKUHL, E. A.; BICUDO, D. C. Bioindicadores ambientais: o que as diatomáceas dizem sobre o ambiente urbano. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 51, seção especial, p. 61-83, agosto, 2019.

SILVEIRA JÚNIOR, A. M. **Composição e biomassa microfitoplanctônica associadas a variáveis físico e químicas**

em dois transectos da zona estuarina do rio Amazonas (Amapá, Amazônia Brasil). 2012 Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Universidade Federal do Amapá, 2012.

SOUZA, E. B. *et al.* Microfitoplâncton de águas costeiras amazônicas: Ilha Canela (Bragança, PA, Brasil). **Acta Botanica Brasiliis**, v. 22, n.º 3, p. 626-636, 2008.

SOUSA, H. Y. S.; NUNES, M. R. S. Estudo comparativo da qualidade da água de igarapés na região do Alto Juruá. **Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 4, n.º 1, p. 150-156, 2017.

SOUSA, J. S. C. *et al.* Taxonomia do gênero Pinnularia Ehrenberg (Bacillariophyceae) no Lago Jurucuí, Belterra, Amazônia, Brasil. **Biota Amazonia**, v. 11, n.º 1, p. 41-51, 2021.

SOUSA, K. A. Variação anual da comunidade de diatomáceas perifíticas no Reservatório de Curuá-Una, Santarém, Pará: comparação entre substrato natural e artificial. In: Jornada Acadêmica. 6. 2017. Pará. **Anais eletrônicos**. Disponível em: <http://www.ufopa.edu.br/jornadaacademica2017/trabalhos-apresentados>. Acesso em: 10 ago. 2021.

TEIXEIRA, A. P., *et al.* Diatomáceas bioindicadoras da qualidade dos ambientes aquáticos. **Natureza online**, v.16, n.º2, p. 018-025, 2018.

VERGOTTI, M. *et al.* Influência da Matéria Orgânica na Adsorção de Hg e Outros Elementos em Sedimentos de Lagos da Bacia do rio Madeira (RO). **Geochimica Brasiliensis**, v.23. n.º 1, p.91-100, 2009.

VIDAL, R. G. R. **Diatomáceas perifíticas como bioindicadoras de qualidade da água no rio Urumari, Santarém (Pará, Brasil).** 2019. Dissertação (Mestrado em Recursos Aquáticos Continentais Amazônicos) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Pará, 2019.

VILHENA, M. P. S. P. *et al.* Chemical composition of phytoplankton from the estuaries of Eastern Amazonia. **Acta Amazônica**, v. 44, n.º 4, p. 513-526, 2013.

CAPÍTULO 4

BIOATIVIDADE DE BRIÓFITAS CONTRA INSETOS: UM RECURSO VALIOSO PARA A BIOPROSPECÇÃO?

Raynon Joel Monteiro Alves

Doutorando do Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Biotecnologia, Universidade Federal do Pará. E-mail: raynon_alves@yahoo.com.br

Thyago Gonçalves Miranda

Doutorando do Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Biotecnologia, Universidade Federal do Pará. E-mail: thyagomiran@hotmail.com

Edson Nazareno de Souza dos Santos Júnior

Graduando em Licenciatura Plena em Ciências Biológicas, Universidade do Estado do Pará. E-mail: edson.95suhza@gmail.com

Dalila Leal Pereira

Graduando em Licenciatura Plena em Ciências Biológicas, Universidade do Estado do Pará. E-mail: dalilaleal57@gmail.com

Alcindo da Silva Martins-Junior

Professor/pesquisador do Programa de Pós-graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia, Universidade Federal do Pará. E-mail: alcindo@uepa.br

Ana Cláudia Caldeira Tavares-Martins

Professora/pesquisadora do Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Biotecnologia, Universidade Federal do Pará. E-mail: ana.martins@uepa.br

RESUMO

As briófitas são plantas avasculares que produzem inúmeros compostos bioativos que, dentre uma série de atividades biológicas, destacam-se os efeitos fagoderrentes (*antifeedant*) e inseticidas. Diante disso, objetivou-se com esta revisão reunir informações sobre a bioprospecção de briófitas com potencial para o controle populacional de insetos-praga, em âmbito mundial. Buscaram-se em diferentes bancos de dados trabalhos acadêmico-científicos sobre a temática, durante o período de 2000 a 2020. Dezesete trabalhos demonstraram efeito(s) an-

ti-insetos de 43 espécies de hepáticas e musgos (27 famílias botânicas), cujas atividades biológicas foram testadas, sobretudo, por extratos em lepidópteros, com resultados como *antifeedant*, inseticida e inibidor de desenvolvimento. Treze estudos extraíram, identificaram e isolaram macrocompostos e substâncias específicas que podem ter conferido resultados promissores nos bioensaios. O valor das briófitas consiste no fato de estas plantas serem reservatórios vivos de metabólitos primários e secundários e potencial bioprospecção para o desenvolvimento de defensivos agrícolas contra pragas. Neste contexto, mais estudos biotecnológicos são necessários com o intuito de gerar novos produtos naturais úteis para a sociedade, agregar valor econômico a briófitas e criar estratégias para uma produção sustentável.

Palavras-chave: Amazônia, brioflora, defensivos agrícolas, fitoquímica, hepáticas, musgos.

ABSTRACT

Bryophytes are avascular plants that produce countless bioactive compounds that, among a series of biological activities, include the anti-feedant and insecticide effects. This revision aimed studying the bryophytes bioprospecting with potential for populational control of insects in the word. Papers about this thematic was searched in differents databases between 2000-2020. Seventeen works demonstrated anti-insect effect(s) from 43 species of mosses and liverworts (27 botanical families), with the biological activities tested in lepidopterans, with antifeedant, insecticide and development inhibitor results. Thirteen works extracted, identified and isolated macrocompounds and specific compounds with promising results. The bryophytes importance is because these plants are live reservoirs of primary and secondary metabolites with bioprospecting potential for the development of agricultural defensives against pests. More biotech studies are necessary with the intent of generating new natural products useful for society, aggregate economic importance for bryophytes, and creating strategies for sustainable production.

Keywords: Amazon, bryoflora, pesticides, phytochemical, liverworts, mosses.

1. INTRODUÇÃO

No reino vegetal as briófitas são espécies compreendidas entre algas e pteridófitas, sendo divididas em três grupos: musgos (Bryophyta), hepáticas (Marchantiophyta) e antóceros (Anthocerotophyta) (ASAKAWA; NAGASHIMA; LUDWICZUK, 2020). À medida que as briófitas se desenvolveram em diversos ecossistemas, exceto nos oceanos, juntamente com a sua capacidade de se proteger contra estresses bióticos e abióticos, estas plantas passaram a ser consideradas fontes de compostos bioativos (SANTRA; BANERJEE, 2020), com papéis fisiológicos e ecológicos que as favoreceram no seu processo adaptativo e evolutivo. Apesar de sua morfoanatomia avascularizada e de serem poiquilohídricas (GRADSTEIN *et al.*, 2001), estas plantas são quimicamente complexas, apresentando uma grande variedade de substâncias, como: terpenos, compostos aromáticos, ácidos graxos, ésteres, entre outros, com potencial para a bioprospecção e processos biotecnológicos (ASAKAWA; TADA; HASHIMOTO, 1994; ASAKAWA, 2012; ASAKAWA; LUDWICZUK, 2017).

As plantas avasculares e vasculares possuem uma história evolutiva semelhante, todavia a busca por novos compostos úteis dentro da brioflora ganhou destaque, pois estudos fitoquímicos demonstraram a presença de alguns compostos que não são sintetizados por plantas vasculares (GREESHMA; MANOJ; MURUGAN, 2017). Avanços nas técnicas de mineração de dados moleculares ampliaram a identificação de atributos fitoquímicos e farmacológicos de diferentes espécies de briófitas em todo o globo, possibilitando a descrição de inúmeras bioatividades com utilidade para o homem (NANDY; DEY, 2020). Deste modo, as briófitas podem constituir uma das fontes mais promissoras e significativas de compostos bioativos, com destaque para as atividades já reconhecidas para a repelência de insetos, inseticidas, antibacterianas e antifúngicas (CUVERTINO-SANTONI; MONTENEGRO, 2013).

Essas características das briófitas conferem a este grupo vegetal um alto potencial para a descoberta de produtos naturais desejáveis que podem ser viabilizados por meio de ferramentas biotecnológicas (HORN *et al.*, 2021). Altos teores de constituintes químicos briofíticos, como ácidos graxos, destacam seu uso promissor na indústria farma-

cêutica, alimentícia e cosmética e, para tanto, esforços têm sido direcionados ao cultivo *in vitro* em biorreatores para a alta produção de biomassa, sobretudo, do musgo-modelo *Physcomitrella patens* (Hedw.) Bruch & Schimp. (LU *et al.*, 2019). Esta espécie de musgo já demonstrou ser uma fábrica alternativa de células verdes, visando a produção de proteínas e de outros produtos naturais valiosos (HORN *et al.*, 2021). Brioprodutos para o controle de doenças foram vendidos na Alemanha e, recentemente, o primeiro candidato a medicamento a base de musgo (moss-aGal) foi aprovado em testes clínicos de fase 1 para o tratamento da doença de Fabry (FRAHM, 2004; HENNERMANN *et al.*, 2019).

Até o momento, não foi encontrado na literatura, informações sobre defensivos agrícolas contra insetos elaborados a partir de briófitas, apesar de, nos últimos anos, no setor agrícola, a atividade inseticida destas plantas ter ganhado destaque na bioprospecção (CHANDRA *et al.*, 2017). Neste sentido, torna-se importante frisar que a fitoquímica de briófitas e o uso do arsenal de metabólitos ainda não agregaram, de fato, valor econômico suficiente para que os produtos derivados dessa biorriqueza se destaquem no setor industrial (ALVES; MIRANDA; TAVARES-MARTINS, 2020). Diante disso, buscou-se realizar uma revisão sobre aspectos da bioprospecção de briófitas com potencial para o controle populacional de insetos-praga, em âmbito mundial, a fim de elucidar o valor das plantas avasculares nesta linha de pesquisa pouco explorada e para o desenvolvimento de bioprodutos contra pragas agrícolas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi do tipo bibliográfico, a fim de reunir e analisar informações sobre a fitoquímica de briófitas e testes de atividades biológicas contra insetos em trabalhos acadêmico-científicos nacionais e internacionais (monografias, dissertações, teses, livros, artigos, notas etc.) publicados durante o período de 2000 a 2020. Para tanto, foram utilizadas as bases virtuais de dados: *Springer Link*, *PubMed*, *Jstor*, *Science Direct*, *Scielo*, *Google Scholar*, Periódicos da Capes e a Biblioteca Digital de Teses e Dissertações, por meio de descritores principais: “*bryophyte** OR *moss** OR *liverwort** OR *hornwort** associados a “*phytochemical*”, “*insecti-*

cidal activity”, “*antifeedant activity*”, “*toxic activity*”, “*deterrent*”, “*pungency*”, “*development inhibitor*”, “*herbivorous insect*” e “*bryophagy*”.

Após a obtenção dos trabalhos pertinentes ao assunto, foram triadas as informações: quantidade dos estudos publicados, tipo de produção e a sua origem, considerando o vínculo do primeiro autor, quando essa informação não estava especificada no manuscrito; espécies de briófitas usadas nos bioensaios; número total e específico de espécies da brioflora cuja bioatividade tenha apresentado efeito *antifeedant* e/ou inseticida e/ou inibidor de desenvolvimento de insetos; forma de análise da bioatividade dessas plantas; espécies de insetos utilizados nos bioensaios; macrocompostos e/ou grupos de substâncias específicas estudados nos trabalhos que incluíam a fitoquímica. Torna-se importante destacar que, para este estudo, de 19 trabalhos encontrados sobre a temática, foram considerados apenas os que demonstraram resultados positivos para o controle de insetos decorrente de, pelo menos, uma briófitas.

Em planilhas do *Software* Excel 2018 foram calculados, considerando o número de trabalhos listados, a quantidade de espécies de musgos e de hepáticas e suas respectivas famílias botânicas, assim como a sua frequência de uso, o número de vezes em que extratos e plantas *in natura* foram usados para testar a bioatividade, a quantidade de espécies de insetos e seu o número de uso. Parte destes dados quantitativos foram representados em forma de tabelas. Informações sobre os compostos extraídos, identificados e isolados foram analisados com base na literatura, descrevendo a sua importância e os resultados de estudos, sobretudo, relacionados às briófitas e ao seu potencial anti-insetos. Para a atualização da nomenclatura científica das espécies de briófitas e para a sua classificação em famílias foram usadas as bases de dados da Re flora (FLORA DO BRASIL, 2020) e do *Missouri Botanical Garden* (TRÓPICOS, 2020), e para as espécies de insetos foi usado o *Catalogue of life* (BAILLY *et al.*, 2019).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período analisado, verificou-se a publicação de 17 trabalhos (artigos, notas científicas e capítulo de livro) sobre fitoquímica de briófitas e sua bioatividade contra insetos, com origem em todos os con-

tinentes, com exceção da Antártida. Esta linha de pesquisa, embora incipiente, vem sendo desenvolvida mundialmente, a exemplo dos trabalhos de Perry *et al.* (2003) na Nova Zelândia; Ande, Wahedi e Fatoba (2010) na Nigéria; Ramírez *et al.* (2010; 2017) na Argentina e Abay *et al.* (2012; 2013) na Turquia. Nesta temática, não foram encontradas publicações decorrentes da Amazônia Brasileira, porém, sabe-se da existência de duas pesquisas realizadas no Estado do Pará com extratos etanólicos de musgos amazônicos contra a praga generalista *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) em milho. Moraes (dados não publicados) verificou que os extratos de *Sematophyllum subsimplex* Hedw. Mitt. e *Leucobryum martianum* (Hornsch.) Hampe ex Müll Hall., a partir da menor concentração, conseguiram controlar a população larval de 2º instar por meio do efeito *antifeedant* e inseticida. Por sua vez, Santos (dados não publicados) concluiu que, sobre larvas de 3º instar, os extratos de *Campylopus surinamensis* Müll. Hal. tiveram apenas atividade *antifeedant* e os de *Calymperes lonchophyllum* Schwägr., ação inseticida e de fagodeterrência.

Estes estudos publicados apresentaram pelo menos um efeito desejado para o controle de insetos a partir da prospecção de 29 espécies de musgos (17 famílias botânicas) e 14 de hepáticas (10 famílias) (Tabelas 1 e 2). As espécies de musgos *Bryum argenteum* Broth. (Bryaceae) e *Hypnum cupressiforme* Hedw. (Hypnaceae) foram estudados, cada uma, em dois trabalhos distintos, cuja atividade biológica da primeira apresentou ação *antifeedant*, inseticida e inibidor de desenvolvimento sobre larvas de lepidópteros, e a de *H. cupressiforme* causou alta mortalidade de coleópteros (HAINES; RENWICK, 2009; ABAY *et al.*, 2012; 2013; KRISHNAN; MURUGAN, 2013) (Tabela 1). As hepáticas mais utilizadas nos bioensaios foram a *Lepidolaena clavigera* (Hook.) Dumont. Ex. Trevis. (Lepidolaenaceae), com resultados de fagodeterrência e/ou inseticida sobre larvas de determinada espécie de besouro e de mariposa, e a *Marchantia linearis* Lehm. & Lindenb (Marchantiaceae), com comprovação dos três efeitos anti-insetos sobre lepidópteros (PERRY *et al.*, 2003; 2008; HAINES; RENWICK, 2009; ABAY *et al.*, 2012; 2013; KRISHNAN; MURUGAN, 2013; 2015) (Tabela 2).

Tabela 1. Descrição das famílias botânicas, respectivas espécies de musgos e o número de uso por estudos publicados sobre a temática, durante o período de 2000 a 2020.

Família	Espécie	Frequência de uso	Autores
Bartramiaceae	<i>Philonotis fontana</i> (Hedw.) Brid.	1	Krishnan e Murugan (2013)
Brachytheciaceae	<i>Homalothecium lutescens</i> (Hedw.) H. Rob.	1	Abay <i>et al.</i> (2013)
	<i>Brachythecium buchana-nii</i> (Hook.) A. Jaeger	1	Krishnan e Murugan (2013)
Bryaceae	<i>Bryum argenteum</i> Hedw.	2	Haines e Renwick (2009) Krishnan e Murugan (2013)
	<i>Bryum coronatum</i> Schwagr.	1	Ande, Wahedi e Fatoba (2010)
	<i>Brachymenium nepalense</i> Hook.	1	Krishnan e Murugan (2013)
Calymperaceae	<i>Calymperes afzelii</i> Sw.	1	Ande, Wahedi e Fatoba (2010)
	<i>Octoblepharum albidum</i> Hedw.	1	Krishnan e Murugan (2013)
Climaciaceae	<i>Climacium americanum</i> Brid.	1	Haines e Renwick (2009)

Dicranaceae	<i>Dicranum scoparium</i> Hedw.	1	Abay <i>et al.</i> (2012)
	<i>Campylopus pilifer</i> Brid.	1	Krishnan e Murugan (2013)
Ditrichaceae	<i>Ditrichum pallidum</i> (Hedw.) Hampe	1	Fang e Zhu (2012)
	<i>Ceratodon purpureus</i> (Hedw.) Brid.	1	Markham, Chalk e Stewart-Ju- nior (2006)
Fissidentaceae	<i>Fissidens asperifolius</i> Broth. & M.Fleisch.	1	Krishnan e Murugan (2013)
	<i>Fissidens crispulus</i> Brid.	1	Krishnan e Murugan (2013)
Funariaceae	<i>Funaria hygrometrica</i> Hedw.	1	Krishnan e Murugan (2013)
Hypnaceae	<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.	2	Abay <i>et al.</i> (2012; 2013)
	<i>Isopterygium albescens</i> (Hook.) A. Jaeger	1	Krishnan e Murugan (2013)
	<i>Taxiphyllum taxirameum</i> (Mitt.) M.Fleisch	1	Krishnan e Murugan (2013)
Hypopterygiaceae	<i>Hypopterygium tamarisci</i> (Sw.) Brid. Ex Müll. Hal.	1	Krishnan e Murugan (2013)
Leucobryaceae	<i>Leucobryum glaucum</i> (Hedw.) Ångstr.	1	Haines e Renwick (2009)
	<i>Leucobryum bowringii</i> Mitt.	1	Krishnan e Murugan (2013)

Polytrichaceae	<i>Polytrichastrum formosum</i> (Hedw.) G.L. Sm	1	Abay <i>et al.</i> (2013)
	<i>Pogonatum inflexum</i> (Lindb.) Sande Lac.	1	Fang e Zhu (2012)
	<i>Polytrichum commune</i> Hedw.	1	Krishnan e Murugan (2013)
Pottiaceae	<i>Barbula lambarenensis</i> P. de la Varde	1	Ande, Wahedi e Fatoba (2010)
Racopilaceae	<i>Racopilum cuspidigerum</i> (Schwägr.) Ångstr.	1	Krishnan e Murugan (2013)
Sphagnaceae	<i>Sphagnum warnstorffii</i> Russow	1	Haines e Renwick (2009)
Thuidiaceae	<i>Thuidium gratum</i> (P. Beauv.) A. Jaeg.	1	Ande, Wahedi e Fatoba (2010)

Tabela 2. Descrição das famílias botânicas, respectivas espécies de hepáticas e o número de uso por estudos publicados sobre a temática, durante o período de 2000 a 2020.

Família	Espécie	Frequência de uso	Autores
Aneuraceae	<i>Riccardia polyclada</i> (Mitt. ex Thurn) Hässel	1	Labbé <i>et al.</i> (2007)
Balantiopsidaceae	<i>Balantiopsis cancellata</i> (Nees) Steph.	1	Labbé <i>et al.</i> (2005)
Conocephalaceae	<i>Conocephalum conicum</i> (L.) Dumort.	1	Abay <i>et al.</i> (2013)
Lejeuneaceae	<i>Leptolejeunea obovata</i> Bischl.		Arroyo-Rodríguez <i>et al.</i> (2007)

Lepidolaenaceae	<i>Lepidolaena hodgsoniae</i> (Grolle) R.M. Schust.	1	Ainge <i>et al.</i> (2001)
	<i>Lepidolaena clavigera</i> (Hook.) Dumont. Ex. Trevis.	2	Perry <i>et al.</i> (2003) Perry <i>et al.</i> (2008)
Marchantiaceae	<i>Marchantia linearis</i> Lehm. & Lindenb	2	Krishnan e Murugan (2013; 2015)
Pallaviciniaceae	<i>Pallavicinia lyellii</i> (Hook.) Gray.	1	Krishnan e Murugan (2013)
Porellaceae	<i>Porella chilensis</i> (Lehm. & Lindenb.) Trevis	1	Corzo <i>et al.</i> (2012)
	<i>Porella acutifolia</i> (Lehm. & Lindenb.) Trevis	1	Krishnan e Murugan (2013)
Plagiochilaceae	<i>Plagiochila bursata</i> Lindenb.	1	Ramírez <i>et al.</i> (2010)
	<i>Plagiochila beddomei</i> Steph., Bull.	1	Krishnan e Murugan (2013)
	<i>Plagiochila diversifolia</i> Lindenb. & Gottsche	1	Ramírez <i>et al.</i> (2017)
Ricciaceae	<i>Riccia frostii</i> Austin	1	Krishnan e Murugan (2013)

Nos trabalhos listados as atividades biológicas das espécies de briófitas foram avaliadas por meio de extratos (82,4%), plantas *in natura* (11,7%) e de forma combinada (extrato e *in natura*) (5,9%). Ressalta-se que estudos fitoquímicos e de bioatividades em hepáticas foram realizados em detalhes, uma vez que elas produzem oleocorpos, que são organelas proeminentes e altamente distintas, encontradas exclusivamente neste filo, onde são acumulados os compostos bioquímicos produzidos (KOMALA *et al.*, 2010; LUDWICZUK; ASAKAWA, 2019), mas, nos testes de atividades biológicas contra insetos, notou-se a maior prevalência de musgos, os quais também possuem uma gama de compostos primários e secundários bioativos. Neste contexto, não foram encontrados estudos considerando o filo Anthocerotophyta, mesmo diante da comprovação de compostos diferentes dos encontrados em hepáticas e musgos e, para os antóceros, por serem quimicamente pouco

estudados, ainda não há produtos químicos bioativos exclusivos destas plantas (LUDWICZUK; ASAKAWA, 2019; HORN *et al.*, 2021). Isso pode estar relacionado ao baixo número de espécies (300) e as reduzidas iniciativas de pesquisadores em estudar estes vegetais pequenos e pouco conhecidos, quando comparados as demais briófitas.

Nos ensaios biológicos 12 espécies de insetos foram utilizadas, com a maioria pertencente à ordem Lepidoptera, com maior frequência de *S. frugiperda*, seguido de Coleoptera e Diptera, conforme pode ser observado na Tabela 3. Estes insetos, em geral, possuem relevância como praga agrícola ou da pecuária (ALVES; MIRANDA; TAVARES-MARTINS, 2020), sobretudo, as lagartas generalistas do complexo *Spodoptera*, que, geralmente, são escolhidas devido a essa importância econômica e disponibilidade no campo. Particularmente, as larvas de *S. frugiperda* podem ser hospedeiras de 186 espécies de plantas, dividida em 42 famílias botânicas, distribuídas por todo mundo, inclusive as de importância agrícola, como milho, algodão, feijão, sorgo, arroz (CASMUZ *et al.*, 2010), o que caracteriza o seu hábito alimentar generalista. Entre os principais motivos apontados para o aumento da importância dessa praga, podem ser citados o desequilíbrio biológico pela eliminação de seus inimigos naturais por causa do uso indiscriminado de agroquímicos sintéticos e o aumento da exploração de culturas, sobretudo do milho (preferência alimentar), cultivada em várias regiões (CRUZ; FIGUEIREDO; MATOSO, 1999). Para estes autores, as larvas de *S. frugiperda*, por estarem livres de inimigos naturais e por terem alimento disponível durante o ano todo, têm amplas condições de sobrevivência.

Tabela 3. Insetos usados nos bioensaios para testes de bioatividade de hepáticas e musgos, de acordo com as pesquisas publicadas, durante o período de 2000 a 2020.

Ordem	Espécie	Frequência de uso
	<i>Spodoptera frugiperda</i> (Smith, 1797)	4
	<i>Spodoptera litura</i> (Fabricius, 1775)	2
	<i>Spodoptera littoralis</i> (Boisduval, 1833)	2
	<i>Tineola bisselliella</i> (Hummel, 1823)	2
	<i>Helicoverpa zea</i> Boddie, 1850	2
	<i>Trichoplusia ni</i> (Hübner, 1802)	1
	Broca do milho*	1
	<i>Agrotis</i> sp.	1
Coleoptera	<i>Sitophilus granarius</i> (Linnaeus, 1758)	2
	<i>Anthrenocerus australis</i> (Hope, 1845)	2
Diptera	<i>Geranomyia recondita</i> Alexander, 1921	1
	<i>Lucilia cuprina</i> (Wiedemann, 1830)	1

*Nome da espécie não identificada no trabalho.

Destes trabalhos levantados, treze manuscritos mencionaram a extração, identificação e, em alguns casos, o isolamento de compostos para o estudo das atividades biológicas anti-insetos das briófitas. Neste sentido, foi verificado nestes estudos, podendo ocorrer simultaneamente, informações de macrocompostos (proteínas, carboidratos e lipídios) e outros grupos de substâncias mais específicos, como ácidos graxos, ésteres, terpenoides e fenilpropanoides (flavonoides, fenóis e bibenzil). É fato que as briófitas, ao longo da evolução, precisaram de estruturas celulares bem desenvolvidas que as proteges-

sem de herbívoros, patógenos e exposições ambientais, porém, como estratégia de sobrevivência, elas desenvolveram uma diversidade de compostos biologicamente ativos (XIE; LOU, 2009; PETERS *et al.*, 2019), que passaram a funcionar como defesa química contra fatores bióticos e abióticos. A estas substâncias elucidadas – como as supracitadas – foram atribuídas inúmeras atividades biológicas comprovadas cientificamente, como inseticida, *antifeedant* de insetos e farmacológicas em geral (ASAKAWA; LUDWICZUK, 2017, 2019; CHEN *et al.*, 2018; HORN *et al.*, 2021).

Células laticíferas de briófitas e de plantas vasculares contêm grandes quantidades de proteínas antimicrobianas ou anti-inseto e fazem parte da defesa da planta contra estresses bióticos, podendo causar o retardamento no crescimento larval de *S. litura* e a morte celular por apoptose em *Drosophila melanogaster* Meigen, 1830 (SAVADOGO *et al.*, 2021). Proteínas com resistência a insetos (RI) têm sido consideradas como agentes de controle natural contra insetos herbívoros, pois são capazes de reduzir a atividade enzimática proteolítica *in vitro* e afetam o desenvolvimento larval em várias espécies de lepidópteros (KRISHNAN; MURUGAN, 2013). Extratos proteicos RI de algumas espécies de pteridófitas e do musgo *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid. resultaram na redução de danos foliares e baixas taxas de crescimento larval e mortalidade de *H. zea* e *S. frugiperda*, em bioensaios (MARKHAM; CHALK; STEWART-JUNIOR, 2006). Por sua vez, Krishnan e Murugan (2013) verificaram que a ação da proteína IR influenciou a sobrevivência larval, peso, eficiência de conversão alimentar e digestibilidade aproximada de larvas de *S. litura* e *H. zea*, indicando o grande potencial tóxico, além de advertirem que estes extratos podem ter efeito antibiose de amplo espectro para o controle de insetos.

Destaca-se que os açúcares (carboidratos), juntamente com lipídios e água, são alguns fatores importantes que determinam a preferência para a herbivoria (HRIBLIJAN, 2009). Os carboidratos são componentes importantes de armazenamento e materiais estruturais nas plantas e existem como açúcares livres e polissacarídeos (PRADEESH *et al.*, 2013). Nas briófitas foram detectados muitos carboidratos, cuja configuração absoluta desses açúcares é a mesma encontrada em plantas vasculares (ASAKAWA,

1995). Na maioria das hepáticas, os carboidratos podem integrar os oleocorpos ligados à membrana, onde são encontrados terpenoides etéreos e óleos aromáticos suspensos na matriz de açúcares ou de proteínas (ASAKAWA, 2015). Sadashiva *et al.* (2013) sugeriram que as atividades antimicrobianas observadas no extrato etanólico da casca do caule de *Pittosporum viridulum* M. P. Nayar, G. S. Giri & Chandrasekh. decorreu da presença de compostos como carboidratos, glicosídeos, flavonoides, saponinas, fenol e terpenoides, que podem agir em sinergia.

Os lipídios consistem em todos os compostos não hidrofílicos, incluindo ácidos graxos livres, triglicerídeos, glicolipídios, fosfolipídios, esteróis, ésteres de cera, álcoois graxos (LU *et al.*, 2019). Nas briófitas os lipídios são considerados um dos grupos mais importantes por desempenhar funções vitais no armazenamento de energia, formação de membrana, sinalização celular, funcionamento e adaptação ambiental (CHRISTIE; HAN, 2012), além de integrar mecanismos protetivos contra predadores e patógenos. Os lipídios são metabólitos defensivos biocompatíveis com efeitos não residuais no ecossistema, com destaque para os extratos de ácidos graxos obtidos de briófitas, que podem ser adequados para o controle de pragas de produtos armazenados (ABAY *et al.*, 2013). Estes autores detectaram inúmeros ácidos graxos em cinco espécies de briófitas, com maior atividade inseticida atribuída aos extratos hexânicos de *Polytrichastrum formosum* Hedw. contra *Sitophilus granarius* (Linnaeus, 1758), e alta mortalidade desses besouros pode ter sido devido à sinergia entre os ácidos. Ren *et al.* (2019) verificaram que o ácido láurico [presente em briófitas] foi o que mais causou a morte de larvas de *H. zea*, podendo induzir apoptose por meio da via mitocondrial em células neuronais, indicando que o sistema nervoso dos insetos pode ser o alvo potencial deste grupo de ácidos.

Neste contexto, destacam-se as oxilipinas, que compreendem ácidos graxos oxidados de cadeia longa, estruturas cíclicas, como jasmonatos ou prostaglandinas, hidrocarbonetos voláteis oxigenados de cadeia curta, sendo que, geralmente, os musgos são uma fonte rica de oxilipinas voláteis, cuja formação depende comumente de ácidos graxos C18 e C20 como precursores biossintéticos (CROISIER; REMPT; POHNERT, 2010). Tais autores verificaram que houve a rápida produ-

ção de voláteis (17 identificados e derivados de ácidos graxos), apenas quando os musgos sofreram danos mecânicos, sendo que mais da metade do ácido araquidônico e do eicosapentaenóico foram transformados durante o processo (precursores de compostos C8). Um desses dois ácidos - muito comuns em briófitas – possivelmente pode ter ocasionado a alta produção de voláteis C8 em talos danificados da hepática *Marchantia polymorpha* L. (KIHARA *et al.*, 2014; LU *et al.*, 2019). Na espécie de musgo *Neckeropsis undulata* (Hedw.) Reichardt o 1-Octen-3-ol e outros C8 podem ter sido derivados da oxidação enzimática de ácidos graxos poli-insaturados (MIRANDA *et al.*, 2021). Os voláteis C8 podem ter funções atrativas ou, em alguns casos, repelentes de artrópodes (COMBET *et al.*, 2006), podendo, então, funcionar como um mecanismo de proteção contra insetos e outros organismos.

O papel fisiológico dos ésteres em musgos ainda não é bem compreendido, mas se sabe de sua importância como integrantes das membranas celulares das plantas, conforme verificado no musgo do subártico *Dicranum elongatum* Schleich. ex Schwägr., o qual apresentou abundantes ésteres, possivelmente, usados para manter compostos, como ácidos graxos, em reserva para futura construção ou regeneração de membranas ou contribuir para a adaptação do musgo (KARUNEN; MIKOLA; EKMAN, 1980). Como parte das ceras cuticulares de plantas para evitar a dessecação, duas novas classes de compostos foram identificadas no musgo *Funaria hygrometrica* Hedw, sendo uma com ésteres formados por ácidos graxos beta-hidroxi e álcoois de cera e a outra consistia em ésteres de ácidos graxos de 1,7-alkanodióis, ligados por meio do grupo hidroxila primário (BUSTA; BUDKE; JETTER, 2016). Espécies de hepáticas do gênero *Balantiopsis* spp. possuem benzoato de benzila como composto principal, ao lado de ésteres de cinamato, benzoato ou tioacrilato, e as altas concentrações naturais de ésteres presentes na hepática *Balantiopsis cancellata* (Nees) Steph. podem proteger a planta contra o ataque de fungos e predação, sobretudo, devido ao etileno metil acrilato (LABBÉ *et al.*, 2005).

As hepáticas são fontes ricas de terpenoides, mas algumas espécies de musgos e antóceros também são conhecidas por produzi-los (LUDWICZUK; ASAKAWA, 2019). Há compostos caracterizados

por estruturas sem precedentes, alguns exclusivos das briófitas ou que ocorrem em espécies específicas, como a combinação de sesquiterpeno e bibenzil; sesquiterpenos do tipo pinguisano e diterpenoides do tipo sacculatanos; e o sesquiterpeno inseticida hodgsonox; além de a maioria desses terpenos ser enantiômero aos de plantas vasculares (AINGE *et al.*, 2001; SCHER *et al.*, 2004; ASAKAWA; LUDWICZUK; NAGASHIMA, 2013; LUDWICZUK; ASAKAWA, 2019). Este fato confere mais uma importância às briófitas, que, evolutivamente, foram as primeiras plantas terrestres, especializadas em um arsenal de substâncias precursoras e até desconhecidas. Dentre as várias vias metabólicas elaboradas pelas plantas terrestres, as de terpeno possuem fundamental papel bioquímico e ecológico e são bastante diversificadas, a exemplo de esteroides, carotenoides e vários fitohormônios (que são terpenoides ou derivados), como giberelinas, citocininas, ácido abscísico e metabólitos secundários bioativos (CHEN *et al.*, 2018), entre eles, os que têm efeitos anti-insetos.

Muitas hepáticas produzem substâncias de sabor pungente (picante/quente), como a piperina, atribuídas a alguns dialdeídos sesquiterpênicos e diterpênicos (ASAKAWA; LUDWICZUK, 2017), que podem não ser palatáveis a herbívoros. Outras briófitas produzem sabor amargo, como é o caso do musgo *Gymnocolea inflata* (Huds.) Dumort que tem um amargor intenso e, instantaneamente, provoca vômito quando se mastiga alguns filídios, o que ocorre devido à presença do diterpeno do tipo clerodano lactona (ASAKAWA, 1995). Algumas espécies de hepáticas exalam um odor intenso e perfumado ao serem esmagadas, geralmente, em decorrência de monoterpenos (LUDWICZUK; ASAKAWA, 2019). Em laboratório, Asakawa (2010) verificou inúmeras características biológicas de terpenoides e de compostos aromáticos briófiticos, como: aromas peculiares, pungência, amargor, dermatite de contato alérgica, citotoxicidade, antimicrobiano, *antifeedant* de inseto, inseticida, nematocida, piscicida, antioxidante etc. Em geral, as briófitas não são danificadas por microrganismos (bactérias e fungos), insetos (imagos e adultos), moluscos (caracóis e lesmas) e pequenos mamíferos (ASAKAWA; LUDWICZUK; NAGASHIMA, 2013), possivelmente por causa dos odores e sabores característicos.

Sesquiterpenos típicos de hepáticas do gênero *Plagiochila* apresentaram efeito *antifeedant* sobre larvas de *Spodoptera exempta* (Walker, 1856), sobretudo por causa do composto Plagiochilina A (ASAKAWA *et al.*, 1980). Esta substância provocou a malformação do abdômen e das asas de mariposas *S. frugiperda*, impossibilitando a cópula, e, assim como o diterpenoide fusicogigantona, reduziu o tamanho larval dessa espécie, causou alto efeito larvicida e significativa ação pupicida (RAMÍREZ *et al.*, 2010). Os compostos bergamotanos produzidos por *L. clavigera* apresentaram bioatividade sobre lagartas de *Tineola bisselliella* (Hummel, 1823) e larvas de besouro da espécie *Anthrenocerus australis* (Hope, 1845) (PERRY *et al.*, 2003). Terpenoides de *Porella chilensis* (Lehm. & Lindenb.) Trevis. tiveram efeito larvicida sobre *S. frugiperda* e reduziram o tamanho larval, em parte, por causa das alterações das células epiteliais do intestino médio (CORZO *et al.*, 2012). Estes autores mencionaram também que os terpenoides de hepáticas, geralmente enantiômeros dos encontrados em angiospermas, raramente foram investigados em relação ao seu potencial para controlar insetos, apesar de estes compostos terem apresentado atividades promissoras.

Dentre os principais compostos biologicamente ativos importantes nas briófitas, destacam-se os derivados de fenilpropanoides, como os flavonoides e polifenóis (LU *et al.*, 2019). A via de fenilpropanoides desempenha importantes funções nas plantas, em geral, quanto à produção de inúmeros compostos, após ferimentos causados por danos mecânicos ou herbívoros mastigadores, cura de lesões ou resistência contra o ataque de patógenos (KIM *et al.*, 2006). Os flavonoides, em particular, são componentes onipresentes em briófitas e foram isolados ou detectados em Marchantiophyta e Bryophyta (ASAKAWA, 2010). A partir de cultura de células em suspensão de *M. linearis*, Krishnan e Murugan (2013) identificaram os flavonoides rutina, quercetina, luteolina, apigenina e kaempferol e, em testes de bioatividade sobre larvas de *S. litura*, foram verificadas atividades *antifeedant*, larvicidas e pupicidas significativas em todas as concentrações testadas, assim como a diminuição da massa larval, retardo de crescimento e alterações nos parâmetros nutricionais, sugerindo a ação negativa dos extratos de flavonoides no trato intestinal do inseto ou interferindo na sua digestão. Fang e Zhu (2012) verificaram que as cápsulas dos musgos *Pogonatum*

inflexum (Lindb.) Sande Lac. e, sobretudo, de *Ditrichum pallidum* (Hedw.) Hampe foram evitados por larvas *Agrotis* sp., podendo ser pelo maior conteúdo de compostos fenólicos.

Produtos naturais do tipo bis'bibenzil acíclicos ou fenólicos cíclicos podem ser encontrados exclusivamente em briófitas, sendo os compostos mais característicos isolados em hepáticas (ASAKAWA, 1995; IVKOVIĆ *et al.*, 2021). As hepáticas são copiosas produtoras de bibenzis e bis'bibenzis, até então, com 103 compostos caracterizados, mas seus papéis fisiológicos e ecológicos não são totalmente compreendidos (YOSHIDA; CHEYNIER; QUIDEAU, 2016; HORN *et al.*, 2021). Sabe-se que estes compostos de oito hepáticas apresentaram atividades antifúngicas, citotoxicidade, apoptose de câncer de próstata humana, efeitos inibitórios contra HIV-1 reverse transcriptase, entre outros (SPEICHER *et al.*, 2010). Bis'bibenzis do tipo perroteína da hepática *Pellia endiviifolia* (Dicks.) tiveram atividade citotóxica e que indicaram uma promissora aplicação para o tratamento de câncer (IVKOVIĆ *et al.*, 2021). Quatro compostos de bibenzis isolados de *Riccardia polyclada* (Mitt. ex Thurn) Hässel foram letais contra *Artemia salina* (Linnaeus, 1758) e dois deles tiveram efeito *antifeedant* em bioensaios com larvas de *Spodoptera littoralis* Boisduval, 1833 e inibiram o crescimento de fungos *Cladosporium herbarum* em placas (LABBÉ *et al.*, 2005).

4. CONCLUSÃO

O valor das briófitas consiste no fato de estas plantas serem reservatórios vivos de metabólitos primários e secundários e porque apresentam inúmeras atividades biológicas comprovadas na bioprospecção, em particular, com efeitos adversos ao desenvolvimento de insetos, além de haver um crescente esforço para a elaboração de bioprocessos e bioprodutos derivados de musgos e hepáticas, em diferentes áreas da sociedade. Mundialmente, nesta linha de pesquisa que envolve a bioatividade de briófitas *versus* insetos, poucas publicações foram encontradas com algum efeito anti-inseto comprovado por meio de extratos ou plantas *in natura* contra possíveis pragas agropecuárias. Apesar disso, estes estudos evidenciaram 43 espécies de briófitas e compostos bioquímicos promissores (proteínas, ácidos graxos, terpenoides, flavonoides etc.), com potencial para o desenvolvimento de

defensivos agrícolas contra insetos-praga, com o intuito de contribuir para a sustentabilidade na agricultura.

Neste cenário, acredita-se que a brioflora ainda vem sendo negligenciada por grande parte da comunidade acadêmico-científica em virtude do reduzido número de especialistas para a identificação e triagem das espécies de interesse e de profissionais interdisciplinares no campo biotecnológico; trabalho árduo e tedioso, com dificuldade de obtenção de grande quantidade de biomassa, e falta de fomento para a pesquisa, sobretudo, no Brasil e na Amazônia. Porém, atualmente, técnicas biotecnológicas, como o cultivo *in vitro* e a transgenia, acrescentam maior importância para a Briotecnia. Assim, diante de uma diversidade de briófitas estimada em 24.000 espécies e da validação científica de compostos promissores com efeitos protetivos contra insetos, e sabendo que apenas uma diminuta parcela dessas plantas já foram estudadas para este fim, sugerem-se mais estudos fitoquímicos e de bioatividade de briófitas para processos biotecnológicos, a fim de gerar novos produtos naturais úteis para a sociedade, agregar valor econômico a estas plantas e criar estratégias para uma produção sustentável.

5. REFERÊNCIAS

ABAY, G.; ALTUN, M.; KARAKOC, O.; GUL, F.; DEMIRTAS, I. Insecticidal activity of fatty acid-rich turkish bryophyte extracts against *Sitophilus granarius* (Coleoptera: Curculionidae). *Combinatorial Chemistry & High Throughput Screening*, v. 16, n. 10, p. 806-16, 2013.

ABAY, G.; KARAKOÇ, Ö.; TÜFEKÇI, A. R.; KOLDAŞ, S.; DEMIRTAS, I. Insecticidal activity of *Hypnum cupressiforme* (Bryophyta) against *Sitophilus granarius* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Stored Products Research*, v. 51, p. 6-10, 2012.

AINGE, G. D.; GERARD, P. J.; HINKLEY, S. F. R.; LORIMER, S. D.; WEAVERS, R. T. Hodgsonox, a new class of sesquiterpene from the liverwort *Lepidolaena hodgsoniae*. Isolation directed by insecticidal activity. *Journal of Organic Chemistry*, v. 66, n. 8, p. 2818-2821, 2001.

ALVES, R. J. M.; MIRANDA, T. G.; TAVARES-MARTINS, A. C. C. Abordagem cienciométrica sobre a bioatividade de briófitas: o potencial anti-insetos e as perspectivas para o século XXI. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 12, p. e47591211241, 2020.

ANDE, A. T.; WAHEDI, J. A.; FATOBA, P. O. Biocidal activities of some tropical moss extracts against maize stem borers. *Ethnobot. Leaflet*, v. 14, p. 479-490, 2010.

ARROYO-RODRÍGUEZ, V.; PUYANA-ERASO, J.; BERNECKER-LÜCKING, A.; HANSON, P. Observations of *Geranomyia recondita* (Diptera: Tipuloidea: Limoniidae) larvae feeding on epiphyllous liverworts in Costa Rica. *Entomologica Americana*, v. 114, n. 3, p.170-175, 2007.

ASAKAWA, Y. Chemical constituents of the bryophytes. In: *Progress in the chemistry of organic natural products*, Springer-Verlag/Wien, 1995. 562p.

ASAKAWA, Y. Liverworts-potential source of medicinal compounds. *Medicinal & Aromatic Plants*, v. 01, n. 03, p. 1-3, 2012.

ASAKAWA, Y. Phytochemistry of bryophytes: bio-and chemical diversity, biological activity and chemosystematics. *Planta Medica*, v. 76, n. 5, p. 1-7, 2010.

ASAKAWA, Y. Search for new liverwort constituents of biological interest. In: ASHOK, K.; CHAUHAN, P. P.; VARUGHESE, G. *Natural Products Recent Advances*. Write & Print Publications, 2015. 340p.

ASAKAWA, Y.; BASER, K. H. C.; EROL, B.; VON REUSS, S.; KONIG, W. A.; OZENOGLU, H.; GOKLER, I. Volatile components of some selected turkish liverworts. *Natural Product Communications*, v. 13, n. 7, p. 899-902, 2018.

ASAKAWA, Y.; LUDWICZUK, A. Chemical constituents of bryophytes: structures and biological activity. *Journal of Natural Products*, v. 81, n. 3, p. 641-660, 2017.

ASAKAWA, Y.; LUDWICZUK, A.; NAGASHIMA, F. Phytochemical and biological studies of bryophytes. *Phytochemistry*, v. 91, p. 52-80, 2013.

ASAKAWA, Y.; NAGASHIMA, F.; LUDWICZUK, A. Distribution of bibenzyls, prenyl bibenzyls, bis-bibenzyls, and terpenoids in the liverwort Genus *Radula*. *Journal of Natural Products*, [S. l.], v. 83, n. 3, p. 756-769, 2020.

ASAKAWA, Y.; TADA, Y.; HASHIMOTO, T. Naphthalene derivatives from the New Zealand liverwort, *Wettsteinia schusterana*. *Phytochemistry*, v. 35, n. 6, p. 1555-1557, 1994.

ASAKAWA, Y.; YOYOTA, M.; TAKEMOTO, T.; KUBO, I.; NAKANISHI, K. Insect antifeedant secoaromadendrane-type sesquiterpenes from *Plagiochila* species. *Phytochemistry*, v. 19, n. 10, p. 2147-2154, 1980.

BAILLY, N. et al. *Species 2000 & ITIS Catalogue of Life*. Leiden, Naturalis, 2019. Disponível em: <http://www.catalogueoflife.org/col>. Acesso em: 10 jul. 2020.

BUSTA, L.; BUDKE, J. M.; JETTER, R.. Identification of β -hydroxy fatty acid esters and primary, secondary-alkanediol esters in cuticular waxes of the moss *Funaria hygrometrica*. *Phytochemistry*, v. 121, p. 38-49, 2016.

CASMUZ, A. et al. Revisión de los hospederos del gusano cogollero del maíz, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, v. 69, n.3-4, p. 209-231, 2010.

CHANDRA, S.; CHANDRA, D.; BARH, A.; PANDEY, R. K.; SHARMA, I. P. *Journal of Traditional and Complementary Medicine Bryophytes : Hoard of remedies , an ethno-medicinal review*. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, v. 7, n. 1, p. 94-98, 2017.

CHEN, F.; LUDWICZUK, A.; WEI, G.; CHEN, X.; CRANDALL-STOTLER, B.; BOWMAN, J. L. Terpenoid secondary metabolites in bryophytes: chemical diversity, biosynthesis and biological functions. *Critical Reviews in Plant Sciences*, v. 37, n. 2-3, p. 210-231, 2018.

COMBET, E.; HENDERSON, J.; EASTWOOD, D. C.; BURTON, K. S. Eight-carbon volatiles in mushrooms and fungi: properties, analysis, and biosynthesis. *Mycoscience*, v. 47, n. 6, p. 317-326, 2006.

CORZO, F. L.; GILABERT, M.; ALCAIDE, M. F.; BARDÓN, A. Toxicity of *Porella chilensis* sesqui- and diterpenoids against larvae

of the corn pest *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). *Neotropical Entomology*, v. 41, n. 5, p. 414-419, 2012.

CHRISTIE, W. W.; HAN, X. Lipids: Their structures and occurrence. *Lipid analysis. Isolation, separation, identification and structural analysis of lipid*. Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, p. 3-19, 2012.

CROISIER, E.; REMPT, M.; POHNERT, G. Survey of volatile oxylipins and their biosynthetic precursors in bryophytes. *Phytochemistry*, v. 71, n. 5-6, p. 574-580, 2010.

CRUZ, I., FIGUEIREDO, M. L. C.; MATOSO, M. J. Controle biológico de *Spodoptera frugiperda* utilizando o parasitóide de ovos *Trichogramma*. Sete Lagoas, EMBRAPA-CNPMS (Circular Técnica, 30), 1999. 40p.

CUVERTINO-SANTONI, J.; MONTENEGRO, G. Bioprospecting: a tool to conserve Chilean bryophytes. *Gayana. Botánica*, v. 70, n. 1, p. 16-25, 2013.

FANG, Y.; ZHU, R. L. *Haplocladium microphyllum* (Hedw.) Broth. capsules as food for *Agrotis* sp. (Lepidoptera) larvae. *Journal of Bryology*, v. 34, n. 2, p. 108-113, 2012.

FLORA DO BRASIL. Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br>. Acesso em: 15 jun. 2020.

FRAHM, J. P. Recent developments of commercial products from bryophytes. *The Bryologist*, v. 107, n. 3, p. 277-283, 2004.

GRADSTEIN, S. R.; CHURCHILL, S. P.; SALAZAR-ALLEN, N. Guide to the bryophytes of tropical America. *Memoirs - New York Botanical Garden*, New York, 2001. 67p.

GREESHMA, G.; MANOJ, G.; MURUGAN, K. Insight into pharmaceutical importance of bryophytes. *Kongunadu Research Journal*, v. 4, n. 2, p. 84-88, 2017.

HAINES, W. P.; RENWICK, J. A. A. Bryophytes as food: comparative consumption and utilization of mosses by a generalist insect herbivore.

Entomologia Experimentalis et Applicata, v. 133, n. 3, p. 296-306, 2009.

HENNERMANN, J. B.; ARASH-KAPS, L.; FEKETE, G.; SCHAAF, A.; BUSCH, A.; FRISCHMUTH, T. Pharmacokinetics, pharmacodynamics, and safety of moss- α -Galactosidase A in patients with Fabry disease. *Journal of Inherited Metabolic Disease*, v. 42, n. 3, p. 527-533, 2019.

HORN, A. et al. Natural products from bryophytes: from basic biology to biotechnological applications. *Critical Reviews in Plant Sciences*, v. 40, n. 3, p. 191-217, 2021.

HRIBLIJAN, J. A. The Influence of moss and litter chemical traits on bryophagy in a northern temperate forest in relation to the terrestrial invertebrate *Porcellio Scaber* Latr. Master thesis, Michigan Technological University, 2009.

IVKOVIĆ, I.; NOVAKOVIĆ, M.; VELJIĆ, M.; MOJSIN, M.; STEVANOVIĆ, M.; MARIN, P. D.; BUKVIČKI, D. Bis-bibenzyls from the liverwort *Pellia endiviifolia* and their biological activity. *Plants*, v. 10, n. 6, 1063, 2021.

KARUNEN, P.; MIKOLA, H.; EKMAN, R. Occurrence of steryl and wax esters in *Dicranum elongatum*. *Physiologia Plantarum*, v. 48, n. 4, p. 554-559, 1980.

KIHARA, H.; TANAKA, M.; YAMATO, K. T.; HORIBATA, A.; YAMADA, A.; KITA, S.; ...; MATSUI, K. Arachidonic acid-dependent carbon-eight volatile synthesis from wounded liverwort (*Marchantia polymorpha*). *Phytochemistry*, v. 107, p. 42-49, 2014.

KIM, Y. J.; KIM, D. G.; LEE, S. H.; LEE, I. Wound-induced expression of the ferulate 5-hydroxylase gene in *Camptotheca acuminata*. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects*, v. 1760, n. 2, p. 182-190, 2006.

KOMALA, I.; ITO, T.; NAGASHIMA, F.; YAGI, Y.; KAWAHATA, M.; YAMAGUCHI, K.; ASAKAWA, Y. Zierane sesquiterpene lactone, cembrane and fusicoccane diterpenoids, from the Tahitian liverwort *Chandonanthus hirtellus*. *Phytochemistry*, v. 71, n. 11-12, p. 1387-1394, 2010.

KRISHNAN, R.; MURUGAN, K. Evaluation of bryophyte protein-based defense against selected phytophagous insects. In: SABU, A.; AUGUSTINE, A. (eds.). *Prospects in Bioscience: addressing the Issues*, Springer, India, p. 19-32, 2013.

KRISHNAN, R.; MURUGAN, K. Insecticidal potentiality of flavonoids from cell suspension culture of *Marchantia linearis* Lehm. & Lindenb against *Spodoptera litura* F. *International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology*, v. 6, n. 2, p. 23-32, 2015.

LABBÉ, C.; FAINI, F.; VILLAGRÁN, C.; COLL, J.; RYCROFT, D. S. Antifungal and insect antifeedant 2-phenylethanol esters from the liverwort *Balantiopsis cancellata* from Chile. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 53, n. 2, p. 247-249, 2005.

LU, Y.; EIRIKSSON, F. F.; THORSTEINSDÓTTIR, M.; SIMONSEN, H. T. Valuable fatty acids in bryophytes-production, biosynthesis, analysis and applications. *Plants*, v. 8, n. 11, p. 1-18, 2019.

LUDWICZUK, A.; ASAKAWA, Y. Bryophytes as a source of bioactive volatile terpenoids – A review. *Food and Chemical Toxicology*, v. 132, p. 1-11, 2019.

MARKHAM, K.; CHALK, T.; STEWART-JUNIOR, C. N. Evaluation of Fern and moss protein-based defenses against phytophagous insects. *International Journal of Plant Sciences*, v. 167, n. 1, p. 111-117, 2006.

MIRANDA, T. G.; ALVES, R. J. M.; DE SOUZA, R. F.; MAIA, J. G. S.; FIGUEIREDO, P. L. B.; TAVARES-MARTINS, A. C. C. Volatile concentrate from the neotropical moss *Neckeropsis undulata* (Hedw.) Reichardt, existing in the brazilian Amazon. *BMC Chemistry*, v. 15, n. 1, p. 3-7, 2021.

NANDY, S.; DEY, A. Bibenzyls and bisbenzyls of bryophytic origin as promising source of novel therapeutics: pharmacology, synthesis and structure-activity. *DARU, Journal of Pharmaceutical Sciences*, v. 28, n. 2, p. 701-734, 2020.

PERRY, N. B.; BURGESS, E. J.; FOSTER, L. M.; GERARD, P. J. Insect antifeedant sesquiterpene acetals from the liverwort *Lepidolaena clavigera*. *Tetrahedron Letters*, v. 44, n. 8, p. 1651-1653, 2003.

PERRY, N. B.; BURGESS, E. J.; FOSTER, L. M.; GERARD, P. J.; TOYOTA, M.; ASAKAWA, Y. Insect antifeedant sesquiterpene acetals from the liverwort *Lepidolaena clavigera*. 2. Structures, artifacts, and activity. *Journal of Natural Products*, v. 71, n. 2, p. 258-261, 2008.

PETERS, K.; TREUTLER, H.; DÖLL, S.; KINDT, A. S. D.; HANKEMEIER, T.; NEUMANN, S. Chemical diversity and classification of secondary metabolites in nine bryophyte species. *Metabolites*, v. 9, n. 10, 222, 2019.

PRADEESH, S.; ARCHANA, G. N.; CHINMAYEE, M. D.; SARIKA, C. S.; MINI, I.; SWAPNA, T. S. Biochemical and nutritional evaluation of *Monochoria vaginalis* Presl.. In: *Prospects in Bioscience: addressing the Issues*. [s.l: s.n.]. p. 93.

RAMÍREZ, M.; KAMIYA, N.; POPICH, S.; ASAKAWA, Y.; BARDÓN, A. Insecticidal constituents from the argentine liverwort *Plagiochila bursata*. *Chemistry and Biodiversity*, v. 7, n. 7, p. 1855-1861, 2010.

RAMÍREZ, M.; KAMIYA, N.; POPICH, S.; ASAKAWA, Y.; BARDÓN, A. Constituents of the argentine liverwort *Plagiochila diversifolia* and their insecticidal activities. *Chemistry and Biodiversity*, v. 14, n. 12, e1700229, 2017.

REN, A. T.; ZHU, Y.; CHEN, Y. L.; REN, H. X.; LI, J. Y.; KAY ABBOTT, L.; XIONG, Y. C. Arbuscular mycorrhizal fungus alters root-sourced signal (abscisic acid) for better drought acclimation in *Zea mays* L. seedlings. *Environmental and Experimental Botany*, v. 167, p. 103824, 2019.

SADASHIVA, C. T.; GEORGE, S.; BALAN, N.; KUMAR, U. P.; BALACHANDRAN, I. Preliminary phytochemical and antimicrobial activity of ethanolic extract of *Pittosporum viridulum* Stem Bark. In: SABU, A.; AUGUSTINE, A. (Eds). *Prospects in Bioscience: Addressing the Issues*. Springer, India. Preliminary Phytochemical, p. 89-92, 2013.

SANTRA, H. K.; BANERJEE, D. Natural products as fungicide and their role in crop protection. In: *Natural Bioactive Products in Sustainable Agriculture*. [s.l: s.n.]. DOI: 10.1007/978-981-15-3024-1.

- SAVADOGO, E. H. et al. Gene expression of PLAT and AT53 proteins increases plant resistance to insects. *Planta*, v. 253, n. 2, p. 1-16, 2021.
- SCHER, J. M.; SPEAKMAN, J. B.; ZAPP, J.; BECKER, H. Bioactivity guided isolation of antifungal compounds from the liverwort *Bazzania trilobata* (L.) S.F. Gray. *Phytochemistry*, v. 65, n. 18, p. 2583-2588, 2004.
- SPEICHER, A.; GROH, M.; HENNRICH, M.; HUYNH, A. M. Syntheses of macrocyclic bis(bibenzyl) compounds derived from Perrottetin E. *European Journal of Organic Chemistry*, n. 35, p. 6760-6778, 2010.
- TRÓPICOS. Missouri Botanical Garden, 2020. Disponível em: <http://www.tropicos.org>. Acesso em: 15 jun. 2020.
- XIE, C.; LOU, H. C Secondary metabolites in bryophytes: an ecological aspect. *Chemistry & Biodiversity*, v. 6, p. 303-312, 2009.
- YOSHIDA, K.; CHEYNIER, V.; QUIDEAU, S. Recent advances in polyphenol research. v. 5, *Rec Adv Polyphenol Res*. John Wiley & Sons, Ltda: Chichester, UK, 2016.

CAPÍTULO 5

A GEOGRAFIA DA EPIDEMIOLOGIA DA COINFECÇÃO DA TUBERCULOSE (TB)-HIV NO BRASIL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA DE LITERATURA

Carla Quaresma Durães de Sousa

Graduanda em Enfermagem pela Universidade do Estado do Pará. E-mail:
carladuraes10@gmail.com

Thais Scerni Antunes

Graduanda em Enfermagem pela Universidade do Estado do Pará. E-mail:
thaisscerni96@gmail.com

José Augusto Carvalho de Araújo

Doutor em Sociologia pela UFSCar, Professor da Universidade do Estado do
Pará, vinculado ao Programa de Mestrado e Doutorado em Ciências Ambientais –
PPGCA. E-mail: augustocarvalho@uepa.br

Altem Nascimento Pontes

Doutor em Física, Professor da Universidade do Estado do Pará (UEPA). E-mail:
altempontes@hotmail.com

RESUMO

Atualmente a associação entre tuberculose e o HIV, é uma questão de saúde pública que deve ser observada e analisada com a devida atenção. No Brasil durante o período de 2010 a 2018, os casos de tuberculose que foram testados para o HIV; *apresentou um significativo crescimento*. 76,1% do total dos casos novos de Tuberculose-TB, conheciam a sua situação referente a contaminação pelo HIV. Trata-se de uma pesquisa descritiva e explicativa que utiliza como metodologia a Revisão Integrativa da Literatura de estudos publicados sobre a epidemiologia da coinfeção do HIV- TB no Brasil, o qual foi acessado as seguintes fontes de pesquisa: MedLine, Lilacs, BDENF. Foi feito a busca com os descritores “epidemiologia”, “HIV” e “Tuberculose”. A partir dos critérios estabelecidos para a revisão integrativa da literatura e seleção foram encontrados 14 artigos, sendo 3 LILACS, 5 MedLine e 6 tanto

no LILACS quanto no BDENF. Por meio da análise, verificou que mais de 71% (10) dos artigos constataram que a coinfeção TB/ HIV foi presente, em sua maioria, no sexo masculino, raça parda, ensino superior incompleto, zona urbana, fase produtiva da vida profissional, heterossexual, bem como a tuberculose prevalente na forma clínica pulmonar. Assim é fundamental a realização de estudos epidemiológicos relacionados com a temática como forma de compreender as particularidades existentes na coinfeção do TB-HIV.

Palavras-Chave: Epidemiologia, HIV, Tuberculose.

ABSTRACT

Currently, the association between tuberculosis and HIV is a public health issue that must be observed and analyzed with due attention. In Brazil during the period 2010 to 2018, tuberculosis cases that were tested for HIV; presented a significant growth. 76.1% of the total new cases of Tuberculosis-TB knew their situation regarding HIV contamination. This is a descriptive and explanatory research that uses as methodology the Integrative Literature Review of published studies on the epidemiology of HIV-TB co-infection in Brazil, which was accessed through the following research sources: MedLine, Lilacs, BDE-NF. The search was carried out with the descriptors “epidemiology”, “HIV” and “Tuberculosis”. From the established criteria for the integrative literature review and selection, 14 articles were found, 3 LILACS, 5 MedLine and 6 both in LILACS and BDENF. Through the analysis, it was found that more than 71% (10) of the articles found that TB/HIV co-infection was mostly present in males, brown race, incomplete higher education, urban area, productive phase of professional life, heterosexual, as well as tuberculosis prevalent in the clinical pulmonary form. Thus, it is essential to carry out epidemiological studies related to the subject as a way to understand the particularities existing in TB-HIV co-infection.

Key words: Epidemiology, HIV, Tuberculosis.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente a associação entre tuberculose e o HIV, é uma questão de saúde pública que deve ser observada e analisada com a devida atenção. E o efetivo controle deste cenário é fundamental para a prevenção de agravos em pacientes acometidos pela tuberculose, visto que indivíduos que estão infectados pelo vírus do HIV, estão mais suscetíveis a apresentar a forma ativa da tuberculose devido ao comprometimento imunológico. A coinfeção TB- HIV evidencia a baixa efetividade dos sistemas de saúde no que se refere aos métodos de controle da tuberculose. Neste sentido, é fundamental estratégias de gestão adequadas, juntamente com profissionais qualificados para a realização de atividades de promoção à saúde de maneira eficaz e satisfatória (PERTESEN *et al*, 2017).

No Brasil durante o período de 2010 a 2018, os casos de tuberculose que foram testados para o HIV apresentaram um significativo crescimento de 76,1% do total dos casos novos de TB, conheciam a sua situação referente a contaminação contra o HIV. 8,4% do total testaram positivo também para o HIV. No que se refere à coinfeção TB- HIV. A região sul do país apresenta maiores proporções seguido pelos estados de Amazonas e Distrito Federal. Ademais, dos indivíduos co-infectados de TB-HIV em 2019 apenas 47,5% faziam a terapia antirretroviral (TARV) (BRASIL, 2020).

Este artigo faz uma descrição sobre a geografia e localização da Tuberculose relacionada ao HIV por unidades da Federação.

Em relação à tuberculose e o HIV, apresenta-se nesse estudo uma ampla informação sobre como as questões sociais estão intrinsecamente imbricadas.

Diante disso, um estudo apontou que locais que possuem um controle adequado dos casos de tuberculose, são aqueles que possuem estratégias de enfrentamento contra a doença bem estruturado, como por exemplo, uma cobertura satisfatória da estratégia saúde da família (ESF), sendo este elemento fundamental para o acompanhamento, prevenção da doença e prevenção de possíveis agravos. Todavia, locais que não possuem um cenário de controle adequado, evidenciou-se uma

maior incidência de coinfeção TB-HIV. É fundamental que os serviços em saúde se articulem e desenvolvam estratégias de identificação de agravos, e formas de melhorar o diagnóstico, e o controle de possíveis contatos, além de focar na prevenção de infecção do HIV, em pacientes que já estão em acompanhamento (CAMPOY *et al.*, 2019a).

Outrossim, a Organização Mundial da Saúde (OMS) criou uma estratégia para o fim da tuberculose até o ano de 2035, por meio das metas: rastreio da doença, diagnóstico, tratamento de indivíduos com infecção latente de TB, e pessoas com HIV. Assim, é possível identificar que dentre as metas há o cuidado voltado com relação à coinfeção TB-HIV (BRASIL, 2018).

Neste contexto, é fundamental a avaliação de contatos para o adequado controle de portadores de tuberculose, porém, alguns estados no Brasil ainda têm resultados aquém dos esperados como é o caso do Pará, Sergipe e Amapá (BRASIL, 2019).

É fundamental conhecer a situação epidemiológica relacionada à problemática em questão, como forma de identificar o cenário, a fim de organizar e estruturar o cuidado de pacientes acometidos por ambas as doenças. Logo, é relevante a criação e implementação de políticas públicas efetivas voltadas para as duas patologias (BRASIL, 2020).

O objetivo desta revisão de literatura foi mostrar que as doenças estão localizadas espacialmente e distribuídas conforme a dinâmica e o perfil socioeconômico de população vulnerável. Portanto, pensar sobre o meio ambiente é pensar sobre os problemas nos espaços urbanos distribuídos.

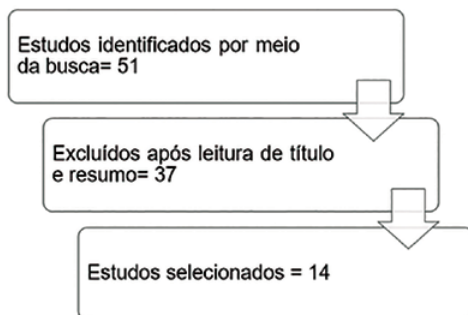
2. MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de uma pesquisa descritiva e explicativa que utiliza como metodologia a Revisão Integrativa da Literatura de estudos publicados sobre a epidemiologia da coinfeção do HIV- TB no Brasil.

Foi utilizado o portal Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), o qual foi acessado as seguintes fontes de pesquisa: MedLine, Lilacs, BDE-NF. Foi feito a busca com os descritores “epidemiologia”, “HIV” e “Tuberculose” com os seguintes aspectos de inclusão: textos disponíveis

completos, idioma português, dos anos de 2018, 2019 e 2020. Foram encontrados 51 artigos. Após a leitura do resumo e atentando ao objetivo de cada um, foram selecionados 14 artigos, conforme a Figura 1 abaixo, uma vez que se excluiu pesquisas voltadas apenas a tuberculose ou HIV e duplicadas.

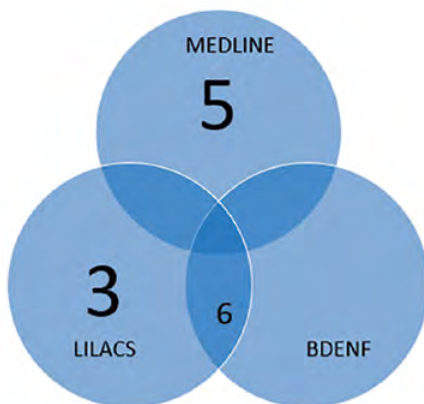
Figura 1: Esquema de Seleção dos artigos.



3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos critérios estabelecidos para a revisão integrativa da literatura e seleção foram encontrados 14 artigos, sendo 3 LILACS, 5 MedLine e 6 tanto no LILACS quanto no BDENF, conforme a Figura 2 abaixo.

Figura 2: Base de dados dos artigos selecionados.



Os 14 estudos selecionados estão descritos no Quadro 1 com os seguintes itens: Título e autores, base de dados, tipo de estudo e objetivos.

Quadro 1: Revisão Integrativa da Literatura

Título e Autores	Base de Dados	Tipo de Estudos	Objetivos
Fatores associados à cura e ao abandono do tratamento da tuberculose na população privada de liberdade ALVES et al. 2020	MEDLINE	Estudo quantitativo, observacional e analítico	Investigar os fatores associados aos desfechos de cura e abandono na população privada de liberdade com tuberculose
Perfil Sociodemográfico e de saúde da coinfeção tuberculose/HIV no Brasil: revisão sistemática BASTOS et al. 2019	MEDLINE	Revisão Sistemática	Conhecer como se apresenta o perfil epidemiológico da coinfeção em cenários brasileiros publicados em artigos científicos de base nacional, nos últimos dez anos (2008-2017).
Perfil epidemiológico da tuberculose nas macrorregiões de saúde do estado de Minas Gerais no período de 2006 a 2016 BORGES et al. 2018	LILACS	Estudo ecológico com base em dados secundários do Sistema de Informação sobre Agravos de Notificação (SINAN) e do Sistema de Informação de Mortalidade (SIM).	Avaliar o perfil epidemiológico da TB no período de 2006 a 2016 nas macrorregiões de saúde de Minas Gerais.
Cobertura de tratamento diretamente observado Segundo o risco de coinfeção TB/HIV e desfechos desfavoráveis. CAMPOY et al., 2019b	LILACS, BDEFN	Estudo ecológico	Analisar a cobertura do TDO em municípios do estado de São Paulo (ESP) segundo o risco de coinfeção TB/HIV e desfechos desfavoráveis

<p>Aspectos epidemiológicos dos pacientes notificados com tuberculose na microrregião de umuarama – noroeste paranaense de 2009 a 2014 CARDOSO et al. 2018</p>	<p>LILACS</p>	<p>Estudo descritivo-exploratório, com abordagem quantitativa</p>	<p>Analisar os aspectos epidemiológicos dos casos de pacientes notificados com tuberculose juntos ao Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) adjacente a 12ª Regional de Saúde da microrregião de Umuarama, Paraná, no período de 2009 a 2014.</p>
<p>Coinfecção TB-HIV: distribuição espacial e temporal na maior metrópole brasileira CAVALIN et al. 2020</p>	<p>MEDLINE</p>	<p>Estudo ecológico e de série temporal com dados do Sistema de Controle de Pacientes com Tuberculose (TBWeb)</p>	<p>Descrever a distribuição espacial e temporal da coinfecção TB-HIV, assim como o perfil das características da população coinfectada no município de São Paulo.</p>
<p>Preditores de mortalidade em pacientes da unidade de terapia intensiva coinfectados por tuberculose e HIV FERREIRA et al. 2018</p>	<p>MEDLINE</p>	<p>Estudo retrospectivo de coorte</p>	<p>Identificar fatores preditores de mortalidade em pacientes da UTI coinfectados por tuberculose (TB)/ HIV em Manaus (AM)</p>
<p>Prevalência da Coinfecção Hiv/Tb em Pacientes de um Hospital de Referência na Cidade do Rio De Janeiro FERREIRA; SOUZA; MOTTA, 2019</p>	<p>LILACS, BDEF</p>	<p>Investigação transversal</p>	<p>Estimar a prevalência de coinfecção HIV/TB em pacientes submetidos a tratamento de TBMR em um hospital de referência do Rio de Janeiro.</p>
<p>Casos de tuberculose coinfectados por HIV em um estado do nordeste brasileiro MARQUES et al. 2019</p>	<p>LILACS, BDEF</p>	<p>Estudo ecológico</p>	<p>Caracterizar os casos notificados de Tuberculose coinfectados pelo Vírus da Imunodeficiência Adquirida no Rio Grande do Norte, estado do nordeste brasileiro</p>
<p>Análise epidemiológica da coinfecção tuberculose/HIV OLIVEIRA, et al. 2018</p>	<p>LILACS, BDEF</p>	<p>Estudo descritivo</p>	<p>Analisar o perfil epidemiológico da coinfecção tuberculose e o vírus da imunodeficiência</p>

Fatores associados à coinfeção tuberculose/HIV no período 2001-2011. PEREIRA, et al. 2018	LILACS, BDEFN	Estudo transversal e analítico.	Analisar os fatores associados a coinfeção tuberculose/HIV e determinar a prevalência máxima e mínima da positividade do teste anti-HIV entre casos de tuberculose no Maranhão, no período de 2001 a 2011.
Coinfeção tuberculose/HIV/aids em Porto Alegre, RS - Invisibilidade e silenciamento dos grupos mais afetados ROSSETTO, et al 2019a	LILACS, BDEFN	Pesquisa qualitativa	Analisar como o pertencimento a certos grupos sociais contribui para a constituição das vulnerabilidades associadas ao adoecimento pela coinfeção tuberculose/HIV/aids.
Perfil epidemiológico dos casos de tuberculose com coinfeção HIV em Porto Alegre, Brasil ROSSETTO, et al 2019b	MEDLINE	Estudo de coorte retrospectivo com abordagem quantitativa	Descrever e comparar o perfil epidemiológico dos casos de coinfeção por Tuberculose e HIV, por Gerencia Distrital de Porto Alegre, no período de 2009 a 2013.
Análise temporal dos casos de coinfeção Tuberculose-HIV na população de um estado do Nordeste do Brasil SANTOS; ROCHA; SOARES, 2019	LILACS	Estudo ecológico, de séries temporais	Avaliar o comportamento da coinfeção TB/ HIV no estado de Alagoas, no período de 2001 a 2016, através de banco de dados obtido em sistema de registro oficial de notificação.

Fonte: Autores (2021).

Por meio da análise, verificou que mais de 71% (10) dos artigos constataram que a coinfeção TB/ HIV foi presente, em sua maioria, no sexo masculino, raça parda, ensino superior incompleto, zona urbana, fase produtiva da vida profissional, heterossexual, bem como a tuberculose prevalente na forma clínica pulmonar.

Com base nos dados do Sistema de Controle de Pacientes com Tuberculose (TBWeb), do município de São Paulo (MSP), no período de 2007 a 2015, dentre as notificações dos casos novos de TB, cerca

de 11% apresentavam sorologia positiva para o HIV. Com maior prevalência do sexo masculino, raça negra ou parda, faixa etária de 20 a 39 anos, com anos de estudo de 8 anos ou mais. Além disso, o local do diagnóstico foi em sua maioria no pronto-socorro ou no hospital, forma clínica pulmonar, obtendo a maioria de cura, seguido de óbito e abandono (CAVALIN *et al.*, 2020).

Em um estudo feito por Ferreira *et al.* (2018), no período de 2011 a 2014 em um centro de referência em UTI, a média de idade dos pacientes foi de 37 anos, maioria do sexo masculino, consumo de álcool (mais de 48%), tabagismo (cerca de 36%) e drogas ilícitas (mais de 25%). Além disso, dentre os sinais e sintomas relatados se destacaram a perda de peso, seguida da dispneia e tosse.

No ano de 2001 a 2015, as notificações de casos de coinfeção de TB/ HIV no Rio Grande do Norte, foram mais presentes no ano de 2013, em indivíduos do sexo masculino, raça parda, com ensino fundamental incompleto, entre 20 a 39 anos. Além disso, com maior frequência da forma clínica pulmonar, e presença da AIDS (MARQUES *et al.*, 2019).

Em uma pesquisa feita em prontuários em uma unidade hospitalar de referência no Rio de Janeiro, no ano de 2016, mais de 22% dos pacientes com Tuberculose Multirresistente (TBMR) apresentou sorologia positiva para o HIV (FERREIRA; SOUZA; MOTTA, 2019). Estima-se que 15% dos casos novos de TB estão entre os infectados pelo HIV (JAMAL; MOHERDAUI, 2007 apud FERREIRA; SOUZA; MOTTA, 2019).

No estado do Piauí, com base nos dados notificados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação, no ano de 2007 a 2016, mais de 6% dos casos de TB foram coinfectados por TB/ HIV. Foi constatado que a maioria dos indivíduos com TB/ HIV eram do sexo masculino, faixa etária de 35 a 49 anos, etnia parda e forma clínica pulmonar. Quanto à situação de encerramento constatou-se que a maioria teve cura, seguido de transferência e de abandono (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

Dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação, no ano de 2001 a 2011, cerca de 15% dos casos novos de TB apresentam

HIV. Em sua maioria do sexo masculino e faixa etária de adultos jovens, uma vez que nesse público há mais proximidade drogas ilícitas e lícitas (PEREIRA *et al.*, 2018).

Em Porto Alegre, no período de 2009 a 2013, as características sociodemográficas dos casos de coinfeção de TB/ HIV eram: raça branca, sexo masculino e escolaridade menos de 7 anos (ROSSETTO *et al.*, 2019b). Além disso, o tipo de encerramento se caracterizou maior a taxa de abandono, seguida de cura e óbitos (ROSSETTO *et al.*, 2019b).

No estado de Alagoas, no ano de 2001 a 2016, dos casos novos de TB cerca de 5% apresentaram sorologia positiva para o HIV. Dessa forma, no ano de 2016, registrou-se mais de 14% de coinfeção do TB/ HIV do total de TB na Unidade Federativa (UF) (SANTOS; ROCHA; SOARES, 2019).

De acordo com Cavalin *et al.* (2020), o uso de álcool e drogas estão mais presentes nas pessoas coinfectadas HIV/ TB em comparação com os doentes de TB soronegativos. Vale ressaltar que essas substâncias afetam negativamente a saúde do indivíduo em tratamento, uma vez que reduz a defesa do sistema imunológico (CAVALIN *et al.*, 2020).

A população masculina apresentou os maiores índices de coinfeção de TB/ HIV, o que pode ser justificado pelo distanciamento desse grupo em relação aos serviços de saúde, além da cultura que não incentiva o autocuidado dos homens (MARQUES *et al.*, 2019).

A baixa escolaridade repercute no aumento dos casos de coinfeção, uma vez que falta de informação sobre a doença e aos serviços de saúde contribuem para que, a maioria dessas pessoas disponham de péssimas condições de moradia e de saneamento básico, além da precária condição socioeconômica (CARDOSO *et al.*, 2018).

Segundo Cardoso *et al.* (2018), a maioria dos coinfectados HIV/ TB estão na faixa etária relacionada a fase produtiva da vida profissional, isso indica que as perdas econômicas e, conseqüentemente, a desestabilidade social, contribuem para o maior crescimento dos casos nessa fase da vida.

Na análise feita por Campoy *et al.* (2019b), a maioria dos casos de TB-HIV esteve presente na zona urbana, em territórios de risco, na

qual são caracterizados por serem populosas, com grande urbanização e desigualdades sociais. Dessa forma, no período de 2001 a 2015, a cidade de Natal teve a maior notificação de coinfeção de TB/ HIV dentre o Rio Grande do Norte, em razão da rápida urbanização, crescimento da população e as desigualdades socioeconômicas (MARQUES *et al.*, 2019).

Segundo Campoy *et al.* (2019b), os principais motivos de abandono do tratamento estão relacionados a mentalidade de cura após a melhora dos sintomas, os efeitos adversos dos medicamentos, a reduzida condição social e econômica e a inviabilidade de ausência no trabalho, o que dificulta o paciente a comparecer nas consultas médicas e para a busca de medicamentos. Além disso, a dificuldade em sair do vício, como o uso de álcool e drogas ilícitas dificultam o progresso do tratamento (CAMPOY *et al.*, 2019b). Além disso, a baixa escolaridade e o recorrente abandono do tratamento diminuem a adesão (BORGES *et al.*, 2018).

De acordo com Pereira *et al.* (2018), o abandono do tratamento tem diversos fatores, nos quais envolvem os efeitos adversos do medicamento, esquecimento e quantidade de doses, problemas de saúde mental resultantes dos efeitos do tratamento, como a ansiedade, e desmotivação.

Outro fator que dificulta a continuidade do tratamento medicamentoso é a postura dos profissionais da saúde quanto às queixas resultantes da terapia medicamentosa, pela falta da escuta qualificada e sem interesse nos problemas do doente (BASTOS *et al.*, 2019). Somado a isso com a pouca ou ausência de instrução e educação em saúde sobre a importância em se concluir o esquema terapêutico corrobora ao abandono (BORGES *et al.*, 2018).

Ademais, a precária infraestrutura dos serviços de saúde e a falta de profissionais da saúde prejudicam a adesão dos pacientes ao tratamento (CAMPOY *et al.*, 2019).

Nesse sentido, ao abandonar o tratamento medicamentoso o indivíduo ainda pode transmitir a doença, colaborando para a disseminação da doença, aumento da mortalidade e da resistência ao bacilo (CARDOSO *et al.*, 2018).

Pesquisa feita por Rossetto *et al.* (2019a), muitos pacientes relataram que os profissionais de saúde não explicavam a necessidade dos medicamentos, não se atentaram para as queixas dos pacientes e omissão do diagnóstico. Ademais, o estigma desses profissionais em relação a culpabilização do paciente (ROSSETTO *et al.*, 2019).

É de extrema importância ações para prevenir que os pacientes abandonem o tratamento, diminuindo, assim, a resistência a antibióticos, a transmissão da doença, a morbidade e mortalidade (CAMPOY *et al.*, 2019).

O apoio familiar, a religião e a escuta qualificada do profissional da saúde para com o paciente são fundamentais para a adesão e continuação do tratamento (BASTOS *et al.*, 2019).

A testagem contínua do HIV faz-se importante, uma vez que auxilia no precoce diagnóstico da coinfeção (ALVES *et al.*, 2020). Ademais, o vínculo entre o profissional da saúde e a Pessoa Privada de Liberdade (PPL), bem como o acompanhamento mensal do paciente são ações para reduzir tanto a disseminação da coinfeção quanto o abandono (ALVES *et al.*, 2020).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A coinfeção do TB-HIV é uma realidade considerando a deficiência do sistema de saúde mais eficiente no sentido de informar essa população mais vulnerável, além dos fatores de riscos inerentes aos grupos mais expostos, sejam homens adultos, sejam a variável das condições de vida, seja a necessidade de melhorias na alimentação, entre outros fatores.

Neste sentido, observou-se que os homens adultos, em idade produtiva e com baixa escolaridade, são os que mais são acometidos pela coinfeção TB-HIV. Ademais, este público em especial, em sua maioria, frequentam menos os serviços de saúde, fato que pode justificar a problemática neste grupo de pacientes. Todavia, também é necessário observar os hábitos de indivíduos coinfectados de TB-HIV, pois os estudos apontam que o consumo de álcool e drogas é bem comum entre esses pacientes. Assim, a relevância de um adequado tratamento, e orientações a fim de obter um bom prognóstico.

Logo, os profissionais de saúde devem realizar um trabalho de investigação e anamnese adequado, realizando as intervenções necessárias para a evolução do paciente, bem como informar o cliente e a família a importância do tratamento, e advertir sobre os prejuízos do abandono da terapêutica. A educação em saúde é um método de fundamental importância no esclarecimento do paciente com relação ao processo de tratamento da coinfeção TB-HIV.

Todavia, é relevante também que se desenvolvam estudos epidemiológicos como forma de auxiliar a tomada de decisão de gestores no que se refere a problemática em questão. Pois desta forma evidencia-se a realidade de uma localidade, e assim realizar intervenções direcionadas e específicas, visando a resolutividade e efetividade da assistência em saúde, pois os recursos devem ser empregados atentando-se sempre para o custo benefício.

Outrossim, é pertinente que a temática seja debatida entre profissionais de saúde e gestores, como forma de encontrar estratégias e medidas adequadas para a prevenção da coinfeção de TB-HIV entre públicos mais vulneráveis de terem esta associação de patologias.

5. REFERÊNCIAS

ALVES, K. K. A. F. et al. Fatores associados à cura e ao abandono do tratamento da tuberculose na população privada de liberdade. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 23, 2020.

BASTOS, S. H. et al. Perfil Sociodemográfico e de saúde da coinfeção tuberculose/ HIV no Brasil: Revisão Sistemática. **Revista Brasileira de Enfermagem**. V. 72, n. 5, p. 458- 465, 2019.

BORGES, R. M. et al. Perfil epidemiológico da tuberculose nas macrorregiões de saúde do estado de Minas Gerais no período de 2006 a 2016. **HU Revista**, v. 44, n. 3, p. 333- 341, 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Doenças de Condições Crônicas e Infecções Sexualmente Transmissíveis – DCCI **Boletim Epidemiológico Especial Tuberculose**. – Brasília: Ministério da Saúde, 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. **Protocolo de vigilância da infecção latente pelo Mycobacterium tuberculosis** no Brasil/Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. – Brasília: Ministério da Saúde, 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. Coordenação - Geral de vigilância das Doenças de transmissão respiratória de condição crônica. **Dados Epidemiológicos da Tuberculose no Brasil em 2019.** - Brasília: Ministério da Saúde, 2019

CAMPOY, L. T. et al. **Cobertura de Tratamento diretamente observado segundo o risco de coinfeção TB/ HIV e desfechos desfavoráveis,** v. 24, 2019b.

CAMPOY, L.T. et al. Qualidade e Gestão da atenção a coinfeção tuberculose HIV no estado de são Paulo. **Texto & Contexto Enfermagem.** v. 28, e20180166, p.01-16, 2019a.

CARDOSO, L. C. et al. Aspectos Epidemiológicos dos pacientes notificados com tuberculose na microrregião de Umuarama- Noroeste Paranaense de 2009 a 2014. **Arquivo Ciência Saúde UNIPAR,** v. 22, n. 3, p. 157-163, 2018.

CAVALIN, R. F. et al. Coinfeção TB- HIV: distribuição espacial e temporal na maior metrópole brasileira. **Revista de Saúde Pública,** v. 54, p. 1-13, 2020.

FERREIRA, M. D. et al. Preditores de mortalidade em pacientes da unidade de terapia intensiva coinfectados por tuberculose e HIV. **Jornal Brasileiro de Pneumologia,** v. 22, n. 2, p. 118-124, 2018.

FERREIRA, D. P.; SOUZA, F. A.; MOTTA, M. C. S. Prevalência da coinfeção HIV/ TB em pacientes de um Hospital de Referência na Cidade do Rio de Janeiro. **Revista Online de Pesquisa: Cuidado é fundamental,** v. 11, p. 358- 362, 2019.

MARQUES, C. C. et al. Casos de tuberculose coinfectados por HIV em um estado do nordeste brasileiro. **Revista Eletrônica Enfermagem Atual na Costa Rica,** n. 36, 2019.

OLIVEIRA, L. B. et al. Análise Epidemiológica da coinfeção Tuberculose/ HIV. **Cogitare Enfermagem**, v. 23, n. 1, 2018.

PEREIRA, L. F. B. et al. Fatores associados à coinfeção tuberculose/ HIV no período 2011- 2011. **Revista Online de Pesquisa: Cuidado é fundamental**, v. 10, n. 4, p. 1024- 1031, 2018.

PETERSEN E, et al. Ending the Global Tuberculosis Epidemic 2030: **The Moscow Declaration and Achieving a Major Translational change on delivery healthcare int j infect diseases**, 2017. Disponível em: <[https://www.ijidonline.com/article/S1201-9712\(17\)30311-9/pdf](https://www.ijidonline.com/article/S1201-9712(17)30311-9/pdf)> . Acesso em 02 agosto de 2021.

ROSSETTO, M. et al. Coinfeção tuberculose/ HIV/ AIDS em Porto Alegre, RS- invisibilidade e silenciamento dos grupos mais afetados. **Revista Gaúcha de Enfermagem**, v. 40, p. 1-9, 2019a.

ROSSETTO, M. et al. Perfil epidemiológico dos casos de tuberculose com coinfeção HIV em Porto Alegre, Brasil. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 75, n.5, p. 1276- 1283, 2019b.

SANTOS, C. J. S.; ROCHA, T. J.; SOARES, V. L. Análise temporal dos casos de coinfeção Tuberculose- HIV na população de um estudo do Nordeste do Brasil. **Revista de Epidemiologia e Controle de Infecção**, v. 9, n. 3, 2019.

CAPÍTULO 6

PERFIL EPIDEMIOLÓGICO DOS CASOS DE DOENÇAS DIARREICAS AGUDAS EM IGARAPÉ-MIRI, PARÁ, AMAZÔNIA

Beatriz Oliveira Miranda

Mestranda em Saúde Animal. Universidade Federal do Pará, Castanhal-PA, Brasil.
beatrizom17.bo@gmail.com

Lucas Henrique da Silva e Silva

Mestrando em Biologia Parasitária na Amazônia. Universidade do Estado do Pará, Cametá-PA, Brasil. biohenriquesilva@hotmail.com

Marcelo Coelho Simões

Doutorando em Ciências Ambientais. Universidade do Estado do Pará, Belém-PA, marcelo.uepa14@gmail.com

Kelma Brena de Lima Wanzeler

Graduada em Ciências Naturais- Biologia. Universidade do Estado do Pará, Cametá-PA, Brasil. kelmabrena@gmail.com

Cléa Nazaré Carneiro Bichara

Doutora em Biologia e Epidemiologia de Agentes Infecciosos e Parasitários. Universidade Federal do Pará, Belém-PA, cleacarneirobichara@gmail.com

Jéssica Herzog Viana

Pós-Doutoranda em Ciências Ambientais. Universidade do Estado do Pará, Belém-PA, Brasil. biojessica@gmail.com

RESUMO

O estudo objetivou realizar um levantamento epidemiológico dos casos de Doenças Diarreicas Agudas (DDA) no município de Igarapé-Miri no estado do Pará a fim de conhecer o perfil da doença nesta população. Este possui caráter descritivo e exploratório, com dados secundários dos anos de 2013 a 2017, fornecidos através do Sistema de Vigilância Epidemiológica das DDA (SIVEP-DDA). Os dados foram trabalhados por ano e mês de notificação, faixa etária e plano de tratamento. No período de 2013 a 2017

foram notificados 4.646 casos de diarreia aguda no município com incidência média de 16.01 casos/1000 habitantes. Em todo levantamento, o mês de março apresentou maior número de casos (557) e junho o menor (306). Quanto a faixa etária, pacientes maiores de 10 anos foram os mais acometidos 47,93% (2.227 casos), seguido pelos menores de 5 anos (36.76%). Para plano de tratamento, a amostragem foi conduzida de acordo com o Ministério da Saúde (plano A, B e C), predominando entre eles a utilização do plano C 47% (2.161). Nos últimos anos, houve um aumento significativo na incidência dos casos de DDAs, prevalecendo naqueles com idade inferior a 5 e superior a 10 anos de idade. Diante disso, faz-se necessário um olhar mais robusto das autoridades em saúde, não somente curativa, mas ações preventivas que busquem reduzir as subnotificação e incidência de casos, responsável por altas taxas de mortalidade no país e região anualmente.

Palavras-Chave: Gastroenterite aguda. Vulnerabilidade socioambiental. Região norte.

ABSTRACT

The study aimed to conduct an epidemiological survey of Acute Diarrheal Diseases (ADD) cases in the municipality of Igarapé-Miri, Pará state, in order to know the disease profile in this population. This was a descriptive and exploratory study, with secondary data between years 2013 to 2017, provided from the Epidemiological Surveillance System of the DDA (SIVEP-DDA). Data were analyzed by year and month of notification, age group and treatment plan. From 2013 to 2017, 4,646 cases of acute diarrhea were reported in the city, with an average incidence of 16.01 cases/1000 inhabitants. In this survey, the month of March had the highest number of cases (557) and June the lowest (306). As for the age group, patients over 10 years old were the most affected 47.93% (2,227 cases), followed by those under 5 years old (36.76%). For treatment plan, the sampling was conducted in accordance with the Health Ministry (plan A, B and C), predominating among them the use of plan C, 47% (2.161). In recent years, there has been a significant increase in the incidence

of ADD cases, prevailing in those aged under 5 and over 10 years old. Therefore, it is necessary a more robust look from health authorities, not only curative, but preventive actions that seek to reduce underreporting and incidence of cases, that is responsible for high annual mortality rates in the country and region.

Keywords: Acute gastroenteritis. Social and environmental vulnerability. North region.

1. INTRODUÇÃO

Os surtos de doenças de veiculação hídrica podem ocorrer devido a diversos fatores, como, por exemplo, a carência ou mesmo inexistência de serviços de saneamento básico, fazendo com que haja um consumo de água de baixa qualidade e inapropriada para atender às necessidades coletivas e individuais da população (BRASIL, 2018a). Isso ocorre devido a fácil contaminação de fontes hídricas com certas substâncias químicas e patógenos que podem utilizar a água como veiculação de transmissão (CHAIBLICH et al., 2017).

As doenças diarreicas agudas (DDAs) correspondem a um conjunto de infecções gastroenterite, as quais são causadas por determinados agentes etiológicos, como, por exemplo, bactérias, vírus e parasitas (ERCUMEN, GRUBER, COLFORD, 2014; BRASIL, 2019a).

As DDAs são caracterizadas por uma síndrome na qual há ocorrência de, no mínimo, três episódios de diarreia aguda em um período de 24 horas, isto é, diminuição da consistência das fezes e o aumento do número de evacuações, situação que pode ser acompanhado de vômito, náusea, dor abdominal e febre, considerada um fator importante de casos de morbimortalidade principalmente em crianças e recém-nascidos de países subdesenvolvidos e emergentes (BRASIL, 2017), regiões estas com precárias condições de saneamento básico, má distribuição de renda e elevados índices de pobreza extrema (SBI, 2019). Em 2017, o Brasil registrou mais de 4 milhões de casos, havendo predominância na região sudeste, seguido por nordeste, sul, norte e por fim centro-oeste, com alto número de infecções em crianças menores de 5 anos (BRASIL, 2018b).

Os sintomas de DDA apresentam-se entre as principais causas de mortes em crianças e adolescentes, em maior evidência entre os estados do Norte e Nordeste, região onde a distribuição espacial da doença está correlacionada com a baixa rede de distribuição hídrica, acentuada falta de tratamento e saneamento básico quase inexistente, afetando diretamente a condição de vida da população (BÜHLER et al., 2014; CABRAL, CUNHA, CARDOSO, 2018).

Diante do exposto, este estudo objetivou avaliar o perfil epidemiológico dos casos de DDA no município de Igarapé-Miri, estado do Pará, entre os anos de 2013 a 2017, a fim de verificar os aspectos de vulnerabilidade da população para então se pensar em políticas públicas sociais na região.

2. MATERIAL E MÉTODOS

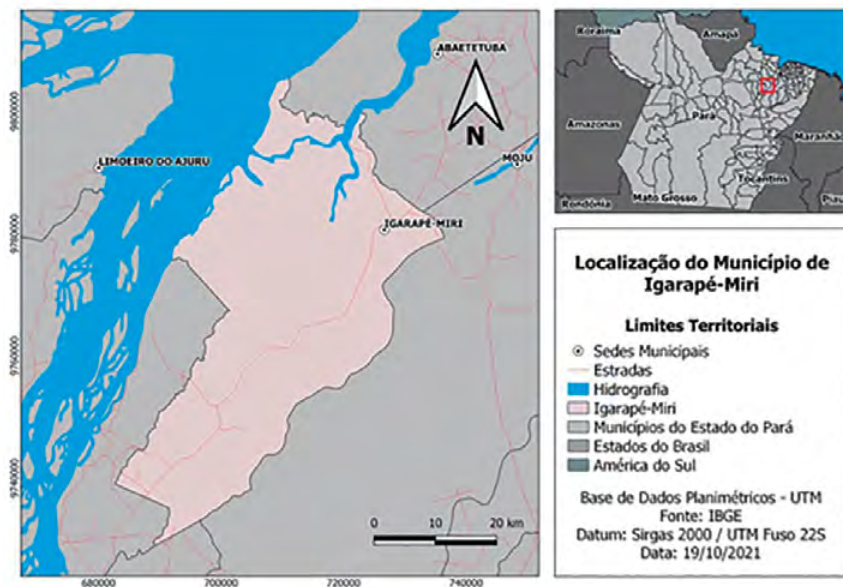
Tipo de estudo

Trata-se de um estudo do tipo ecológico, retrospectivo, descritivo, de abordagem quantitativa, pois se empregou estatística descritiva para cálculos de média e frequência e posterior geração de gráficos a partir de dados secundários oficiais.

Local de estudo

O estudo foi realizado no município de Igarapé-Miri, estado do Pará, com coordenadas geográficas: Latitude: 1°53'15" Sul, Longitude: 49°07'37" Oeste (Figura 1) (Google Earth, 2018). Área territorial de 1.996,790 km², com temperatura média de média de 26,9 °C, taxa de precipitação média de 55 mm nos meses secos e 420 mm nos meses chuvosos. A estimativa populacional para o ano de 2021 é de 63.367 habitantes e densidade demográfica de 29,08 hab./km² (IBGE, 2021).

Figura 1 – Localização geográfica do Município de Igarapé-Miri, Pará.



Procedimentos de coleta de dados

Foram utilizados dados oficiais de fontes secundárias dos arquivos do Sistema de Vigilância Epidemiológica das Doenças Diarreicas Agudas (SIVEP-DDA). Os dados apresentam a prevalência de doenças diarreicas por ano e mês de notificação, faixa etária e plano de tratamento. Foi considerado o uso do plano A, quando o paciente teve diarreia sem desidratação, podendo ser cuidado em domicílio com sais de hidratação; o B, quando o paciente teve diarreia com desidratação sendo cuidado em ambiente hospitalar; e o C, quando teve com desidratação grave com reidratação endovenosa (SBP, 2017).

Foram aplicadas estatística descritiva, cujas variáveis quantitativas foram apresentados por distribuições de frequências absolutas e relativas, utilizando a ferramenta *Microsoft office Excel* 2019, obtendo a frequência em porcentagem. O coeficiente de incidência foi obtido utilizando a fórmula padrão para a obtenção do indicador, a partir do número de casos de DDAs: $CI = \frac{N^\circ \text{ de casos de DDAs}}{1.000 \text{ habitantes}}$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período de 2013 a 2017 foram notificados 4.646 casos de diarreia aguda no município de Igarapé-Miri com incidência média de 16.01 casos/1000 habitantes. Em 2013 a incidência foi de 20,20 casos/1000 habitantes (1172 casos) e no ano seguinte em 2014 houve uma diminuição atingindo 8,19 casos/1000 habitantes (475 casos), sendo o menor registrado para o período em análise. Entretanto, de 2015 a 2017 houve aumento progressivo em mais de 2 vezes na taxa de incidência, sendo 2017 o de maior pico 26,77 casos/1.000 habitantes (1553 casos).

Entre janeiro a junho, nos seis primeiros meses do ano, o mês de março registrou o maior número de casos com 194 em 2013, 61 em 2014, 71 em 2015, 99 em 2016 e 132 em 2017 (Tabela 1).

Tabela 1 – Número de casos de DDAs notificados entre os meses de janeiro e junho no município de Igarapé-Miri, entre 2013 e 2017.

Período	2013	2014	2015	2016	2017
Janeiro	148	45	56	63	111
Fevereiro	147	40	59	66	121
Março	194	61	71	99	132
Abril	155	45	39	74	125
Maiο	73	26	30	84	117
Junho	58	23	38	56	131
Total	775	240	293	442	737

Fonte: SIVEP-DDA, 2018.

Entretanto, de julho a dezembro, o mês com maior número de casos sofreu variações, novembro com 97 em 2013, julho com 53 em 2014, setembro com 78 em 2015, novembro com 74 em 2016 e agosto com 174 em 2017, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2 – Número de casos de DDAs notificados entre os meses de julho e dezembro no município de Igarapé-Miri, entre 2013 e 2017.

Período	2013	2014	2015	2016	2017
Julho	65	53	35	43	128
Agosto	59	36	66	54	174

Setembro	45	30	78	49	141
Outubro	77	38	60	56	132
Novembro	97	48	68	74	147
Dezembro	65	31	67	51	95
Total	408	236	374	327	817

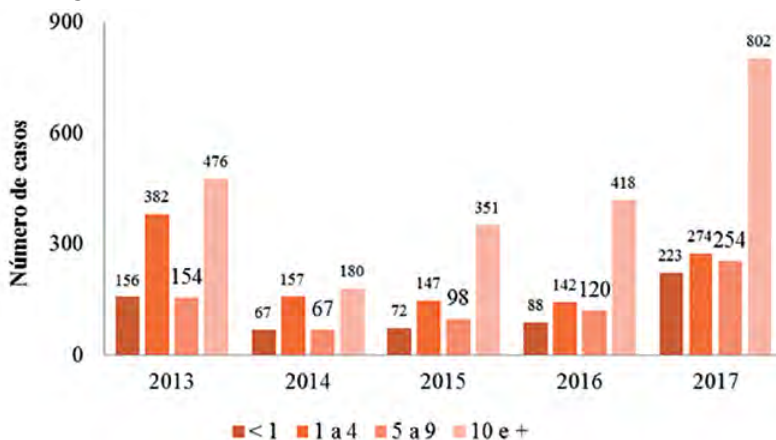
Fonte: SIVEP-DDA, 2018.

Esses dados mostram que os surtos de DDA apresentaram um padrão distrito ao longo dos meses, sendo prevalente no período chuvoso (março), e variando conforme a estiagem de chuvas no decorrer dos meses. Sugere-se que esse maior número de casos no mês de março pode estar relacionado com as condições climáticas do município nesse período do ano, quando a chuva é mais abundante, pois segundo Fapespa (2016) a precipitação pluviométrica no município é mais abundante entre janeiro a junho, sendo mais intensa nos três primeiros meses e carente nos meses de agosto a outubro.

Façonha e Pinheiro (2005) explicam que os grandes números de casos de diarreia em período de alta pluviosidade podem estar relacionados ao consumo de águas de fontes diferentes das usadas comumente, à contaminação do reservatório freático por fossas sépticas ou a presença circulante de outros agentes infecciosos. Dias (2010) também contribui que no período chuvoso, a contaminação de águas do lençol freático superficial está associada ao escoamento de água da chuva levando junto a si dejetos humanos e de animais. No período não chuvoso, o número de casos diminuiu, mas não chega a zero e, segundo Busato et al. (2013), as enfermidades neste período de calor se relacionariam mais com a perda de líquidos corporais pela transpiração ou ingestão de alimentos contaminados.

A faixa etária a partir de 10 anos apresentou maior número de casos com 47,93% (2.227 casos), atingindo pico em 2017 (802 casos), seguida pela de 1 a 4 anos (23,72 %) (1.102 casos), respectivamente (Figura 2). Na pesquisa de Miranda, Silva e Brandespim (2017) sobre a idade dos indivíduos com DDA no município de Arcoverde, estado de Pernambuco, a faixa etária acima dos 10 anos foi a mais acometida pelo agravo.

Figura 2 – Número de casos de DDAs por ano e faixa etária no município de Igarapé-Miri entre 2013 a 2017. Fonte: SIVEP-DDA, 2018.



Observa-se, que no período estudado, 606 crianças menores de 1 ano de idade apresentaram doenças diarreicas, com um aumento progressivo a partir do ano de 2014, chegando a 223 casos no ano de 2017, ou seja, um aumento de 39,5% em relação a 2016. O número de casos com idade entre 1 a 4 anos totalizou 1.102 casos, com 274 notificações em 2017, apresentando 51,8% de aumento em relação a 2016.

Quanto ao grupo de crianças menores de 5 anos, segundo o Projeto Avaliação do Desempenho do Sistema de Saúde – PROADESS (2018) há uma participação relativa em óbitos atribuído as DDAs, as quais refletem nas condições socioeconômicas e saneamento, assim como atenção à saúde materno-infantil.

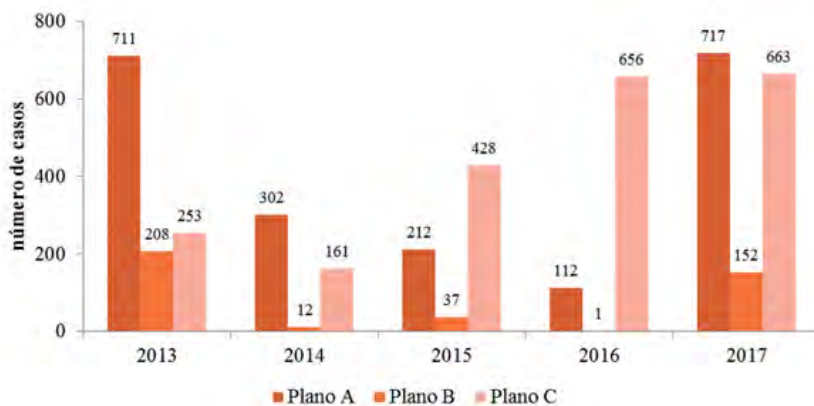
No ano de 2017 foram notificados 1.263.430 casos de doenças diarreicas acometidas em menores de 5 anos no país (BRASIL, 2018b). Ao descrever a morbimortalidade e sazonalidade das doenças diarreicas realizado no Distrito Federal no período de 2003 a 2012, um estudo retrospectivo avaliou 829.306 casos notificados, mediante ao preenchimento de planilhas da área técnica e do Sivep-DDA, dos quais 558.737 (67%) correspondentes a menores de 10 anos de idade (MENEGUESSI, 2015). Souza et al. (2012) analisando os fatores de risco de doenças diarreicas no município de Juruti- PA, verificou que 43,77% dos casos da doença acometia eram

em crianças menores de 5 anos. De acordo com França et al. (2017) as doenças diarreicas são uma das principais causas de mortalidade nos primeiros 5 anos de vida, corroborando com o fato de que este público deve ser tratado com prioridade para atingir o objetivo de reduzir essa taxa de mortalidade.

Em relação ao plano de tratamento salientado, o plano C foi o mais utilizado em 47% (2.161 casos) dos pacientes e, em seguida, o A em 44% (2.054 casos), respectivamente. O uso do plano A demonstra que a população está procurando atendimento médico, mesmo sem estar desidratada. Pelo fato das doenças diarreicas serem autolimitadas, a população em geral procura atendimento médico apenas nos casos mais graves, acarretando em subnotificação (BUSATO et al., 2013).

Entre os anos de 2007 a 2017, o plano de tratamento A foi o mais utilizado no Brasil, com um aumento gradual do plano C a partir de 2009 (BRASIL, 2018b). De acordo com Brasil (2008), quando houve um aumento de casos recebendo o plano C pode ser um indicativo de circulação de novos agentes patológicos ou reaparecimento de outras doenças cessadas no passado. Desse modo, foi possível observar o uso do plano C no período de estudo no município de Igarapé-Miri (Figura 3).

Figura 3 – Número de casos de DDAs por plano de tratamento A, B e C no município de Igarapé-Miri, entre 2013 e 2017.



Fonte: SIVEP-DDA, 2018.

Dessa maneira, o aumento do uso do plano C em Igarapé-Miri requer uma atenção mais cuidadosa das autoridades em saúde em relação à incidência de doenças diarreicas. Como explica Busato et al. (2013), tais dados também podem propor erros de notificação, como a falta de campanhas em prevenção nas unidades de saúde ou uso inadequado de tratamentos, assim como revela a vulnerabilidade da população que se encontra exposta a morbidades de mesma tipologia.

No ano 2016 as doenças diarreicas foram uma das principais causas de mortalidade no Brasil em menores de 4 anos, com taxa de incidência de 10,41 casos. No Pará, as doenças diarreicas são a sétima causa de mortes em menores de 4 anos, com taxa de 12,32 casos (BRASIL, 2019b). Condições socioeconômicas de uma população refletem diretamente no bem estar físico de mental (CAMPELLO et al., 2018), desse modo, o crescimento desordenado de cidades, aglomerados sub-normais, a precariedade no serviço de saneamento básico e rede de abastecimento hídrica escancaram a fragilidade de grande parte do cotidiano dos brasileiros.

O Norte do Brasil é uma das regiões que mais carece de cobertura de saneamento básico, como, por exemplo, abastecimento de água, que contempla apenas 30% da população geral, haja vista a disparidade se comparada a outras regiões do país (Sul e Sudeste) 95% (ANA, 2019), reflexo de má gestão pública. Como atenção à saúde, os órgãos competentes locais devem estar atentos para os casos de doenças diarreicas, com objetivo de minimizar, a partir de medidas de prevenção e busca ativa dentre todas as faixas etárias, salvo prioridade para aqueles com idade inferior a 5 e superior a 10 anos de idade, que se encontram mais exposta a este agravo de saúde pública, bem como na sinalização do aumento do plano C nos últimos anos, uma vez que a taxa da doença no município é de 11,5 por mil habitantes (IBGE, 2010).

4. CONCLUSÃO

O estudo apontou que, nos últimos anos, a incidência dos casos de DDAs obedeceu a um aumento significativo, acometendo principalmente crianças menores de 5 anos e saltando para os maiores de 10 anos de idade. Os planos de tratamento A e C foram os mais utilizados,

com crescente aumento do plano C nos últimos anos, sinalizando uma triste realidade. Diante disso, faz-se necessário um olhar mais robusto das autoridades em saúde, não somente curativa, mas ações preventivas que busquem reduzir a incidência de casos, uma vez que ela traz sérios problemas à saúde coletiva, sendo responsável por altas taxas de mortalidade no país e região anualmente.

5. REFERÊNCIAS

BRASIL. **Diretriz para atuação em situações de surtos de doenças e agravos de veiculação hídrica.** 2018b. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes_agravos_veiculacao_hidrica.pdf. Acesso em: 10 ago. 2021.

BRASIL. **Doença diarreica aguda.** 2019a. Disponível em: <https://saude.to.gov.br/vigilancia-em-saude/doencas-transmissiveis-e-nao-transmissiveis-/doencas-de-veiculacao-hidrica-e-alimentar-dvha/agravos/doenca-diarreica-aguda/>. Acesso em: 4 mai. 2021.

BRASIL. **Doenças Diarreicas Agudas:** Brasil. Ministério da Saúde/Secretaria de Vigilância em Saúde/Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. 2018b. Disponível em: <http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/maio/09/Apresentacao-Doen%C3%A7as-Diarreicas-Agudas-Abril-2018.pdf> . Acesso em: 4 mai. 2021.

BRASIL. **Doenças diarreicas agudas:** causas, sinais e sintomas, tratamento e prevenção. 2017. Disponível em: <http://portalms.saude.gov.br/saude-de-a-z/doencas-diarreicas-agudas>. Acesso em: 4 mai. 2021.

BRASIL. **Panorama do saneamento básico no Brasil.** 2014. Disponível em: http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/PlanSaB/panorama/vol_07_miolo.pdf. Acesso em: 5 set. 2021.

BRASIL. **Principais causas de morte.** Departamento de informação e análise epidemiológica / Secretaria de vigilância em saúde. 2019b. Disponível em: <http://svs.aids.gov.br/dantps/centrais-de-conteudos/painéis-de-monitoramento/mortalidade/gbd-brasil/principais-causas/>. Acesso em: 08 jul. 2021.

BÜHLER, H. F.; IGNOTTI, E.; NEVES, S. M. A. D. S.; HACON, S. S. Análise espacial de indicadores integrados determinantes da mortalidade por diarreia aguda em crianças menores de 1 ano em regiões geográficas. **Ciência & Saúde Col.**, v. 19, n. 10, p. 4131 – 4140, 2014. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-81232014001004131&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 5 mai. 2021.

BUSATO, M. A.; LUTINSKI, J. A.; SOUZA, M. F.; CECHIN, F.; FILHO, D. G.; PERIPOLLI, C.; MARANGONI, S. R., CONSTANCI, C. Distribuição de doenças diarreicas agudas em municípios do Estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, Hygeia, v.9, n. 16, p.19-27, 2013. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/hygeia/article/view/20951>. Acesso em: 10 set. 2021.

CABRAL, A. A.; CUNHA, A. L.; CARDOSO, M. D. T. Doenças Prevalentes na Infância: Diarreia e Desnutrição em uma Unidade de Saúde Bem Estruturada. **Rev. da Esc. de Ciências Méd. de Volta Redonda**. 2018. Disponível em: <http://revistas.unifoa.edu.br/index.php/cienciasmedicas/article/view/1306>. Acesso em: 5 mai. 2021.

CAMPELLO, T.; GENTILI, P.; RODRIGUES, M.; HOEWELL, G. R. Faces da desigualdade no Brasil: um olhar sobre os que ficam para trás. **Saúde debate**, v. 42, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-11042018S305>. Acesso em: 8 ago. 2021.

CHAIBLICH, Juliana Valentim; LIMA, Maria Luciene da Silva; OLIVEIRA, Raiane Fontes de; MONKEN, Maurício; PENNA, Maria Lucia Fernandes. Estudo espacial de riscos à leptospirose no município do Rio de Janeiro (RJ). **Saúde em Debate**. Rio de Janeiro, v. 41, n. 7, p. 225-240, 2017. doi: <https://doi.org/10.1590/0103-11042017S219>.

DIAS, D. M.; SILVA, A. P.; HELFER, A. M.; MACIEL, A. M. T. R. Morbimortalidade por gastroenterites no Estado do Pará, Brasil. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, Belém, v. 1, n. 1, p. 53-60, 2010. Disponível em: http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2176-62232010000100008. Acesso em: 5 mai. 2021.

ERCUMEN, Ayse; GRUBER, Joshua S.; COLFORD JUNIOR, John M. Water distribution system deficiencies and gastrointestinal illness: a systematic review and meta-analysis. **Environ Health Perspect.** Bethesda, v. 122, n. 7, p. 651-60, 2014. doi: 10.1289/ehp.1306912.

FAÇANHA, M. C.; PINHEIRO, A. C. Comportamento das doenças diarreicas agudas em serviços de saúde de Fortaleza, Ceará, Brasil, entre 1996 e 2001. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.21, n. 1, p. 49-54, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/csp/v21n1/06.pdf>. Acesso em: 5 mai. 2021.

FRANÇA, E. B.; LANSKY, S.; REGO, M. A. S.; MALTA, D. C.; FRANÇA, J. S.; TEIXEIRA, R. PORTO, D.; ALMEIDA, M. F.; SOUZA, M. F. M.; SZWARCOWALD, C. L. Principais causas da mortalidade na infância no Brasil, em 1990 e 2015: estimativas do estudo de carga global de doença. **Rev. bras. Epidemiol.** 2017. Disponível em: https://www.scielo.org/scielo.php?pid=S1415-790X2017000200046&script=sci_abstract#. Acesso em: 5 mai. 2019.

FUNDAÇÃO AMAZÔNIA PARAENSE DE AMPARO À ESTUDOS E PESQUISAS. **Estatísticas Municipais Paraenses: Igarapé-Miri**. Semestral, n. 1, Belém, jul. / dez. 2016, p. 61.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estimativa populacional 2021**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/igarape-miri/panorama>. Acesso em: 14 set. 2021.

MENEGUESSI, G. M.; MOSSRI, R. M.; SEGATTO, T. C. V.; REIS, P. O. Morbimortalidade por doenças diarreicas agudas em crianças menores de 10 anos no Distrito Federal, Brasil, 2003 a 2012. **Epidemiol. Serv. Saúde**, v. 24, n. 4, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.org/article/ress/2015.v24n4/721-730/#>. Acesso em: 5 mai. 2019.

MIRANDA, T. K. S.; SILVA, W. B.; BRANDESPIM, D. F. **Análise da ocorrência da doença diarreica aguda (DDA) no município de Arcoverde, estado de Pernambuco, Brasil**. 2017. In: VIII Conferência internacional de medicina veterinária do coletivo. Disponível em: <https://www.revistamvez-crmvsp.com.br/index.php/recmvz/article/view/37669/42373>. Acesso em: 5 set. 2021

OLIVEIRA, C.; SILVA, M. C. M.; LOUREIRO, E. C. B. Fatores de risco e etiologia infecciosa da doença diarreica no Município de Juruti, Estado do Pará, Brasil. Ver. **Pan-Amaz. Saude**, v. 3, n. 4, p. 49 – 50, 2012. Disponível em: <http://scielo.iec.gov.br/pdf/rpas/v3n4/v3n4a06.pdf>. Acesso em: 7 dez. 2020.

PROJETO AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DO SISTEMA DE SAÚDE – PROADESS. **Indicadores para o monitoramento do setor Saúde na Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. 2018. Disponível em: https://www.proadess.icict.fiocruz.br/Boletim_3_PROADESS_Agenda%202030_agosto2018.pdf. Acesso em: 5 abr. 2021

SOCIEDADE BRASILEIRA DE INFECTOLOGIA – SBI. **Doenças diarreicas agudas**. 2019. Disponível em: <https://www.infectologia.org.br/pg/989/doencas-diarreicas-agudas>. Acesso em: 14 set. 2021.

CAPÍTULO 7

DIVERSIDADE DE HELMINTOS E PROTOZOÁRIOS INTESTINAIS EM CRIANÇAS E PRÉ-ADOLESCENTES EM UM MUNICÍPIO DA MESORREGIÃO DO MARAJÓ

João Raimundo Alves Marques

Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Estado do Pará – UEPA. E-mail: joaoestevao.bio@hotmail.com

Ana Lúcia Nunes Gutjahr

Doutora em Ciências Biológicas. Professora do Departamento de Ciências Naturais e do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Estado do Pará - UEPA. E-mail: algutjahr@uepa.br

Carlos Elias de Souza Braga

Doutor em Ciências Biológicas. Professor do Departamento de Ciências Naturais e do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Estado do Pará - UEPA. E-mail: carlosbraga@uepa.br

RESUMO

Uma grande variedade de helmintos e protozoários tem seu hábitat no trato gastrointestinal humano e de outros animais. Nesse sentido, o estudo tem por objetivo verificar a diversidade de helmintos e protozoários intestinais em crianças e pré-adolescentes residentes às margens do Igarapé Santa Cruz, no município de Breves-PA. Para o diagnóstico das helmintíases e protozooses intestinais foram selecionados 250 indivíduos na faixa etária de 0 a 14 anos. A técnica utilizada no diagnóstico parasitológico foram os métodos Direto e Sedimentação Espontânea que foi aplicado em material fecal das crianças e pré-adolescentes. A prevalência foi de 91,20% (n=228) casos positivos para ao menos uma espécie de parasita, e destes, 62,72% apresentaram poliparasitismo com associações de 3 a 8 espécies. O estudo detectou 11 espécies parasitárias, sendo 5 espécies helmínticas e 6 espécies de protozoários. As espécies predominantes foram *Trichuris trichiura* (68,8%), *Endolimax nana* (48,4%), *Ascaris lumbricoides* (37,2%) e *Entamoeba histolytica*/*E. dis-*

par (33,6%). Em relação aos grupos de parasitas e enterocomensais, a distribuição foi de 77,63% para helmintos, 71,92% para protozoários parasitas e 63,59% para protozoários comensais. O estudo revela alta diversidade e prevalência de helmintos e protozoários intestinais evidenciando péssimos hábitos higiênico-sanitário da população residente, falta de saneamento básico e descaso em saúde pública.

Palavras-chaves: Biodiversidade. Parasitas intestinais. Socioeconômica. Condições socio-ambientais. Saneamento Básico.

ABSTRACT

A great variety of helminths and protozoans have their habitats in the gastrointestinal tract of humans and other animals. In this sense, the study aims to verify the diversity of intestinal helminths and protozoa in children and pre-adolescents living on the Igarapé Santa Cruz banks in the Breves-PA municipality. For the diagnosis of intestinal helminthiasis and protozoa, 250 individuals from 0 to 14 were selected. For the parasitological analysis of the fecal material of children and pre-adolescents, the Direct and Spontaneous Sedimentation method was applied. The prevalence was 91.20% (n=228) positive cases for at least one parasite species, and of these, 62.72% presented polyparasitism with associations of 3 to 8 species. The study detected 11 parasitic species, being five helminthic species, and six protozoan species. The predominant species were *Trichuris trichiura* (68.8%), *Endolimax nana* (48.4%), *Ascaris lumbricoides* (37.2%) and *Entamoeba histolytica/E.dispar* (33.6%). Concerning parasitic and enterocomensal groups, the distribution was 77.63% for helminths, 71.92% for parasitic protozoa, and 63.59% for commensal protozoa. The study reveals high diversity and prevalence of intestinal helminths and protozoans, evidencing the poor hygienic-sanitary habits of the resident population, lack of basic sanitation, and disregard for public health.

Keywords: Biodiversity. Intestinal parasites. Socioeconomics. Socio-environmental conditions. Basic sanitation.

1. INTRODUÇÃO

O intestino dos animais representa o hábitat ideal para um grande número de vermes parasitas. Entre os platelmintos, cestódeos dos gêneros *Diphyllobothrium*, *Taenia* e *Hymenolepis* e digêneos, como *Fasciolopsis*, *Heterophyes* e *Schistosoma*, é conhecida a estreita interação com a mucosa e o lúmen do intestino humano. Quanto aos nematoides intestinais mais comuns, destacam-se os geohelmintos (*Ascaris*, *Trichuris*, Ancilostomídeos e *Strongyloides*), bem como *Enterobius vermicularis* (BERRILLI *et al.*, 2012). Uma ampla gama de helmintos parasitas, diferindo quanto ao tamanho, ciclo de vida e impacto clínico, podem causar infecções crônicas em humanos. As infecções por geohelmintos, juntamente com a esquistossomose e a filariose, constituem a maior parte de um grupo de doenças tropicais negligenciadas que juntas, afetam cerca de um terço da população mundial (Hotez *et al.*, 2011).

Existem mais de 20 espécies de helmintos que infectam os humanos, das quais a maioria das infecções são leves, assintomáticas e raramente levam ao atendimento em centros de saúde (BETHONY *et al.*, 2006). No entanto, crianças com infecções pesadas e crônicas por *Ascaris lumbricoides*, ancilostomídeos (*Necator americanus* e *Ancylostoma duodenale*) e *Trichuris trichiura* podem sofrer de desnutrição, retardo de crescimento, retardo intelectual, bem como déficits cognitivos e educacionais (BETHONY *et al.*, 2006; CLERICI; PIGATTO, 2015). Além disso, as infecções causadas por *Schistosoma mansoni* podem apresentar sintomas intestinais e hepatoesplênicos (GRYSEELS, 2012).

Uma grande variedade de protozoários são parasitas comuns também do trato gastrointestinal humano. Eles compõem um grupo não homogêneo e sua fisiologia e bioquímica são em grande parte voltadas para o hábito parasitário. Eles mostram diferentes mecanismos de invasão no hospedeiro, sendo alguns intracelulares (por exemplo, *Cryptosporidium* spp.) e especializados no hospedeiro como *Entamoeba histolytica*, e outros deles são adaptados a mais de um hospedeiro como *Giardia lamblia* (BERRILLI *et al.*, 2012). Este último é reconhecido como um dos parasitas gastroin-

testinais patogênicos mais comuns em humanos e em uma ampla gama de animais (BENITEZ *et al.*, 2016; ZANELLA, 2016). Poucas espécies de protozoários causam danos reais, mas algumas ocasionalmente dão origem a sintomas que geralmente incluem diarreia aguda ou crônica relacionada a danos na parede do intestino e perda de peso, com má absorção de nutrientes que podem perdurar por vários meses (ABEDI *et al.*, 2021). Pessoas podem ser infectadas sem quaisquer sintomas e as causas que determinam essa variabilidade no quadro clínico, ainda são pouco conhecidas (BERRILLI *et al.*, 2012).

As doenças parasitárias intestinais causadas por helmintos e/ou protozoários constituem grupos importantes de infecções humanas, embora apresentem baixo potencial de mortalidade (DANKWA *et al.*, 2015; SOUZA *et al.*, 2016). Contudo, as helmintíases e protozooses intestinais provocam eventos transitórios importantes de morbidade, como diarreias, deficiência na absorção de nutrientes e ingestão alimentar e sangramentos intestinais, além de problemas mais graves como obstrução intestinal, prolapso retal, anemias severas e formação de abscessos extraintestinais, principalmente hepático (VIANA *et al.*, 2017). Ressalta-se que entre as crianças e adolescentes, além dos sintomas mencionados, que nestes grupos humanos podem ser mais graves, ainda interferem no desenvolvimento físico e cognitivo.

Os parasitas intestinais se apropriam dos recursos do hospedeiro para se alimentar e / ou se reproduzir, e diminuem a aptidão do hospedeiro em vários graus. Como consequência, causam impactos negativos a saúde humana e de outros animais. Os parasitas estão relacionados a muitos aspectos biológicos de seus hospedeiros, assim como a qualidade do meio ambiente, e por isso, podem ser utilizados como indicadores de perturbação nos ecossistemas (GALLI *et al.*, 2001). A estrutura da comunidade de parasitas depende de muitos fatores, incluindo história de vida do hospedeiro e do parasita (co-evolução) (JANOVY *et al.*, 1992), característica da dieta, do hábitat e distribuição geográfica dos hospedeiros (NEVES, 2011).

Os parasitas representam uma “diversidade invisível” dentro da biodiversidade que estamos habituados a ver (POULIN; MORAND, 2004). Assim, o estudo de diversidade de helmintos e protozoários intestinais em humanos, apesar de ser bastante incipiente, é extremamente importante, contribuindo com o conhecimento da biodiversidade e com o entendimento da relação parasita-hospedeiro (BROOKS; HOBERG, 2001). É importante destacar também, que as infecções por enteroparasitos em humanos estão associadas às precárias condições higiênico-sanitárias, discrepantes condições socioeconômicas, falta de saneamento básico adequado e da dificuldade de acesso ao diagnóstico médico e ao tratamento eficiente (SILVA *et al.*, 2014; OLIVEIRA *et al.*, 2016; MENDES *et al.*, 2016). Assim, o presente estudo tem por objetivo verificar a diversidade de helmintos e protozoários intestinais em crianças e pré-adolescentes residentes no Igarapé Santa Cruz no município de Breves-PA.

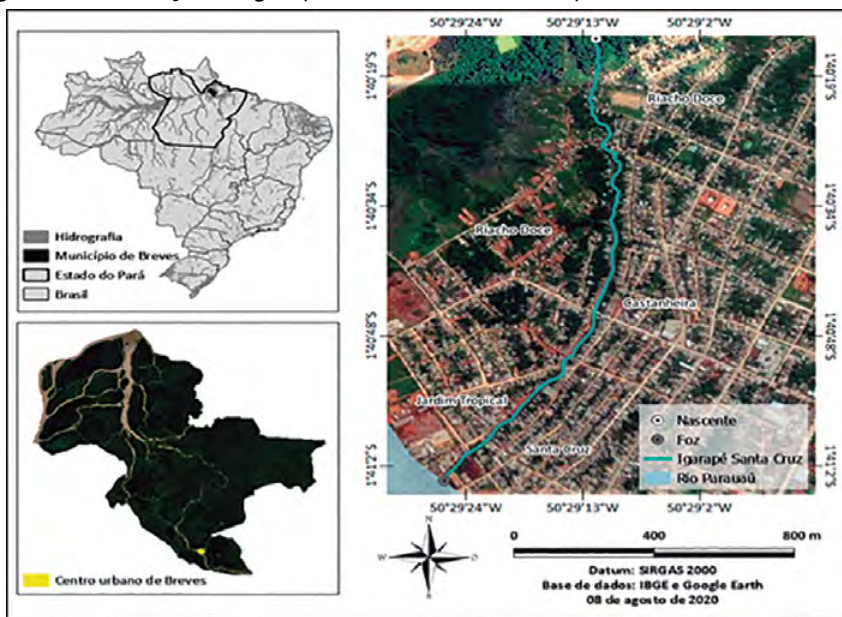
2. MATERIAL & MÉTODOS

Área de Estudo

O estudo foi realizado no igarapé Santa Cruz, localizado na sede do município de Breves, Mesorregião do Marajó, estado do Pará. O município de Breves apresenta população estimada de 104.280 habitantes e área territorial de 9.566 km² (IBGE, 2021).

O igarapé Santa Cruz é um corpo hídrico suburbano que se encontra na área periférica de Breves, com sua nascente situada nas coordenadas geográficas 50° 29' 12" W; 01° 40' 15" S e sua Foz em 50° 29' 26" W; 01° 41' 4" S. Atualmente, seu leito perpassa ao longo dos bairros Riacho Doce e Jardim Tropical pela margem direita e nos bairros Riacho Doce, Castanheira e Santa Cruz pela margem esquerda (Figura 1). Segundo relatos de moradores, o processo habitacional nas margens do igarapé teve início na década de 1980, no ápice das indústrias madeireiras instaladas no município de Breves. Nas margens do igarapé Santa Cruz residem 204 famílias que totalizaram 512 indivíduos na faixa etária de 0 a 14 anos e destes foram selecionados 250 para o diagnóstico das parasitoses intestinais.

Figura 1: Localização do igarapé Santa Cruz, no município de Breves, Pará.



Ressalta-se, que o igarapé Santa Cruz é um importante recurso hídrico para os moradores de suas margens, que o utilizam como via fluvial para locomoção destes por meio de embarcações. Alguns moradores também utilizam a água do igarapé nos diferentes usos domésticos, sendo mais evidentes o uso em atividades de pesca e lazer, principalmente pelas crianças e pré-adolescentes.

Procedimento metodológico

O estudo foi realizado com 204 famílias residentes no igarapé Santa Cruz, quando foram selecionadas 250 crianças e pré-adolescentes para o diagnóstico das parasitoses intestinais, quando foram previstos a realização de exames coprocitológicos.

A coleta das amostras coprocitológicas aconteceu entre maio e junho de 2017. Selecionou-se indivíduos na faixa etária de 8 a 14 anos foram convidados a fazer parte do estudo, A participação de crianças de 0 a 7 anos foi submetida à decisão dos responsáveis. A todos os que consentiram ou aceitaram se integrar ao trabalho foi entregue o Ter-

mo de Assentimento Livre e Esclarecido (TCLE), que foi assinado pelos pais ou responsáveis, autorizando o diagnóstico parasitológico. Aos indivíduos entre 8 e 14 anos entregou-se o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) para confirmação de sua anuência. Todos os procedimentos estão em conformidade com os preceitos ético-legais da Resolução nº 466/12 do Conselho Nacional da Saúde (BRASIL, 2012).

Os pais ou responsáveis das crianças e pré-adolescentes foram orientados sobre o procedimento de coleta de fezes. Em seguida, receberam um par de luvas de procedimento, uma máscara cirúrgica e um recipiente coletor apropriado com conservante em gel (formaldeído a 22%) devidamente rotulado com identificação; solicitou-se apenas uma amostra de cada participante. A devolução do recipiente coletor se deu no dia seguinte, no período da tarde, na residência do participante. Caso o material fecal não fosse fornecido, novas visitas eram realizadas e se agendava outra data para entrega da amostra. Nos casos em que, no terceiro agendamento, a criança ou pré-adolescente não conseguisse fornecer o material, outro indivíduo foi selecionado.

As amostras fecais foram acondicionadas em caixa térmica de poliestireno, devidamente lacrada e identificada, e encaminhadas ao Laboratório de Análise Clínica e Parasitológico do Centro Saúde Escola do Marco da Universidade do Estado do Pará (UEPA). A técnica utilizada no Exame Parasitológico de Fezes (EPF) contemplou os métodos Direto e Sedimentação Espontânea (Método de Hoffman, Pons e Janer – HPJ) (ROCHA; MELO, 2011). Em cada um deles, foram preparadas duas lâminas que foram lidas por dois examinadores. Para as análises, utilizou-se solução de lugol, e as lâminas foram examinadas em microscopia óptica (100x e 400x). A presença dos parasitos foi contabilizada pela observação de ovos ou larvas de helmintos e cistos ou trofozoítos de protozoários em pelo menos um dos métodos utilizados.

Todos os dados coletados com o EPF foram compilados e analisados em planilhas do programa *Microsoft Excel* 2016, além de ser analisados estatisticamente pelo teste ANOVA de dois critérios com grau de significância de 5%, utilizando o *software* Bioestat 5.3.

Conforme os preceitos ético-legais, este estudo teve aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade do Estado do

Pará (UEPA) – Campus XII – Tapajós, CAAE 63809516.9.0000.5168 e parecer n° 1.956.233, e do CEP da instituição coparticipante, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde (CCBS) da UEPA, CAAE 63809516.9.3001.5174 e parecer n° 1.967.193.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a realização do EPF nas crianças e pré-adolescentes (0 a 14 anos) residentes no Igarapé Santa Cruz no município de Breves-PA, 91,20% dos exames ($n = 228$) foram positivos para pelo menos uma espécie de helminto ou protozoário. No Brasil, a ocorrência de parasitas intestinais é alta em diferentes regiões, em particular na Amazônia (MARTINS *et al.*, 2015). Quanto ao sexo das crianças e pré-adolescentes, consistiu de 115 meninos e 135 meninas, cujas prevalências de parasitoses intestinais foram de 92,17% e 90,37%, respectivamente. Em relação aos grupos de parasitas intestinais e enterocomensais, a distribuição foi de 77,63% ($n = 177$) para helmintos, 71,92% ($n = 164$) para protozoários parasitas e 63,59% ($n = 145$) para protozoários comensais.

Foram encontradas no estudo cinco espécies de helmintos, pertencentes a cinco famílias; três espécies de protozoários parasitas, distribuídas em três famílias; e três espécies de protozoários comensais pertencentes a duas famílias (Tabela 1). Entre os helmintos, destaca-se *T. trichiura* (68,8%) e *A. lumbricoides* (40,8%) com ampla ocorrência dos casos entre todas as faixas etárias, sem diferença significativa ($p > 0,05$), ou seja, todas as idades de crianças e pré-adolescentes apresentaram alto grau de infecção. De modo geral, houve diferença significativa na comparação de infecções entre as espécies de helmintos ($p \leq 0,05$), prevalecendo a *T. trichiura* em relação às outras espécies (Tabela 1). Estudo de Silva *et al* (2014) realizados em comunidades ribeirinhas do município de Igarapé-Miri, Estado do Pará, e Oliveira *et al* (2016) em comunidades indígenas do noroeste da Amazônia, apresentaram diversidade de espécies parasitárias semelhante a observada neste estudo, cujo o número de espécie chegou a 9 (3 espécies de helmintos e 6 espécies de protozoários intestinais) e 14 (6 espécies de helmintos e 8 espécies de protozoários intestinais), respectivamente.

Tabela 1. Diversidade de helmintos e protozoários intestinais por faixa etária em crianças e pré-adolescentes (0 a 14 anos) residentes às margens do Igarapé Santa Cruz, Breves, Pará, no período de maio a junho de 2017.

Helmintos	Faixa etária						
	0 a 2	3 a 5	6 a 8	9 a 11	12 a 14	Freq. Total	
Família	Espécies	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
Trichuridae	<i>Trichuris trichiura</i>	10 (4,4)	43 (18,9)	38 (16,7)	29 (12,7)	37 (16,2)	157 (68,8)
Ascarididae	<i>Ascaris lumbricoides</i>	14 (6,1)	27 (11,8)	20 (8,8)	15 (6,6)	17 (7,5)	93 (40,8)
Ancylostomidae	<i>Ancylostoma</i> sp	0 (0,0)	1 (0,4)	1 (0,4)	1 (0,4)	3 (1,3)	6 (2,6)
Oxyuridae	<i>Enterobius vermicularis</i>	0 (0,0)	2 (0,9)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (0,4)	3 (1,3)
Strongyloidiidae	<i>Strongyloides stercoralis</i>	1 (0,4)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (0,4)	2 (0,9)
Protozoários parasitas							
Entamoebidae	<i>Entamoeba histolytica/E. dispar</i>	2 (0,9)	16 (7,0)	24 (10,5)	21 (9,2)	21 (9,2)	84 (36,8)
Hexamitidae	<i>Giardia lamblia</i>	14 (6,1)	28 (11,8)	15 (6,6)	10 (4,4)	11 (4,8)	78 (33,8)
Blastocystidae	<i>Blastocystis hominis</i>	11 (4,8)	21 (9,2)	20 (8,8)	12 (5,3)	11 (4,8)	75 (32,9)
Protozoários comensais							
Mastigamoebidae	<i>Endolimax nana</i>	12 (5,3)	30 (13,2)	32 (14,0)	26 (11,4)	21 (9,2)	121 (53,1)
Entamoebidae	<i>Entamoeba coli</i>	3 (1,3)	10 (4,4)	15 (6,6)	21 (9,2)	15 (6,6)	64 (28,0)
	<i>Iodamoeba butschlii</i>	0 (0,0)	6 (2,6)	7 (3,1)	11 (4,8)	8 (3,5)	32 (14,0)

Fonte: Dados da pesquisa.

Vale lembrar que esses helmintos possuem alto impacto negativo na nutrição do hospedeiro por intermédio de vários mecanismos, incluindo perda crônica de sangue e má absorção de nutrientes (SAYA-

SONE *et al.*, 2015). No entanto, estudos de Gómez e Nichols (2013) afirmam que nos países em desenvolvimento, o interesse nas helmintíases intestinais está focado principalmente na própria doença parasitária, enquanto que nos países industrializados se estabelece relações íntimas entre os helmintos intestinais com a microbiota intestinal e a suposta regulação negativa da resposta imune autopatogênica. Nesse sentido, têm sido objeto de estudos recentes, como consequência da crescente preocupação com alergias infantis, dermatite atópica e asma (PATEL *et al.*, 2008), colite ulcerosa e doenças autoimunes (WEINSTOCK; ELLIOTT, 2009).

Estudos tem demonstrado que a presença de helmintos intestinais estimula o sistema imunológico e previne processos alérgicos e doenças autoimunes (BERRILLI *et al.*, 2012), além de ter papéis importantes nos processos ecológicos e evolutivos e que a infecção pode, paradoxalmente, resultar em serviços ecossistêmicos de relevância humana direta. Embora não surpreendentemente, a diversidade parasitária não tem sido o foco de muita atenção positiva na comunidade conservacionista.

Em relação ao grupo de protozoários parasitas, destaca-se a espécie *E. histolytica*/*E. dispar* com prevalência de 36,8%. Embora o percentual seja superior às outras espécies desse grupo (Tabela 1), estatisticamente não há diferença na comparação com as outras, ou seja, a prevalência é similar entre todas as espécies ($p > 0,05$). Quando a comparação de distribuição de espécies é feita por faixas etárias, também não existe diferença significativa ($p > 0,05$), mostrando que a prevalência é semelhante estatisticamente à todas as faixas etárias. É importante frisar que a espécie *E. histolytica* tem alto grau de patogenicidade e é um dos parasitas intestinais que mais mata crianças no mundo (CORREA; NETO, 1994; SILVA *et al.*, 2005)

Giardia lamblia e *Blastocystis hominis* estão entre os protozoários intestinais mais comuns com implicações negligenciadas para a saúde pública (STENSVOLD; CLARK, 2016; CARMENA *et al.*, 2012). As taxas de prevalência da infecção por *G. lamblia* na população em geral são estimadas em 2–5% nos países desenvolvidos e 4–42% nos países em desenvolvimento (CACCIÒ *et al.*, 2005). Além disso, estima-se que cerca de 1 bilhão de pessoas em todo o mundo estão infectadas por *Blasto-*

cystis sp. Em ambos os protozoários, a transmissão oral é considerada a principal via de infecção, que é adquirida de água contaminada, fontes de alimentos e meio ambiente (ABEDI *et al.*, 2021).

Em relação às espécies de protozoários comensais, foi observada diferenças estatísticas significativas ($p \leq 0,05$) em comparação à prevalência por espécie, com destaque para *E. nana* (53,1%), que foi a mais frequente. A distribuição das espécies comensais por faixas etárias também teve diferença significativa ($p \leq 0,05$), com maior frequência observada na faixa etária de 9 a 11 anos (58 casos, 25,4%). Os protozoários comensais não ocasionam risco à saúde das pessoas, embora a infecção por essas espécies tenha importantes implicações na epidemiologia das doenças parasitárias, pois reflete as condições de saneamento básico, a existência ou não de rede de esgoto, a qualidade da água consumida e os hábitos de higiene das crianças ou adultos (ANTUNES; LIBARDONI, 2017; SANTOS *et al.*, 2017). Nesse sentido, pôde-se inferir, por meio da alta prevalência de enterocomensais, que grande parte da população residente às margens do Igarapé Santa Cruz não apresenta bons hábitos higiênicos. A adesão a bons hábitos higiênicos é uma das principais medidas profiláticas contra infecções causadas por helmintos e/ou protozoários intestinais, visto que a ingestão de alimentos sem que tenham sido lavados, bem como as precárias condições higiênicas das mãos, deixa os indivíduos mais suscetíveis à contaminação e à disseminação das formas infectantes dos parasitas (BRAGAGNOLLO *et al.*, 2019).

Considerando-se todos os tipos de protozoários (parasitas e comensais), a diversidade e a prevalência são superiores à de helmintos, com 6 espécies e 79,20% de positividade, respectivamente. É importante destacar que a faixa etária de 12 a 14 anos foi a que apresentou todas as espécies de parasitas, isso deve-se provavelmente ao fato de essa faixa etária ser mais independente dos pais em relação aos cuidados higiênicos e também terem habilidades de explorarem diversos ambientes (quintais das residências, ruas e o próprio igarapé Santa Cruz).

Dos 228 casos, 14,05% ($n = 32$) estavam positivos para monoparasitismo, 23,24% ($n = 53$) para biparasitismo e 62,72% ($n = 143$) para poliparasitismo (Tabela 2). Considerando as infecções pelos diferentes tipos de parasitismo, observa-se uma diferença significativa, com pre-

dominância de indivíduos infectados por poliparasitismo em relação ao monoparasitismo e ao biparasitismo. Entretanto, as comparações entre faixas etárias não apresentaram diferença estatisticamente significativa. Na verdade, o poliparasitismo é a regra e não a exceção nos países em desenvolvimento (STEINMANN *et al.*, 2010) e reflete as péssimas condições de infraestrutura sanitária, falta de saneamento e vulnerabilidade socioeconômica (RASO *et al.*, 2004; SAYASONE *et al.*, 2011).

Tabela 2. Tipo de parasitismo por faixa etária de crianças e pré-adolescentes residentes às margens do Igarapé Santa Cruz, Breves, Pará, no período de maio a junho de 2017.

Tipo de parasitismo	Faixa etária					Frequência total n=250 (%)
	0 a 2 n=50 (%)	3 a 5 n=50 (%)	6 a 8 n=50 (%)	9 a 11 n=50 (%)	12 a 14 n=50 (%)	
Monoparasitismo	17 (7,46)	1 (0,43)	3 (1,32)	5 (2,20)	6 (2,64)	32 (14,05)
Biparasitismo	6 (2,63)	12 (5,26)	11 (4,82)	8 (3,51)	16 (7,02)	53 (23,24)
Poliparasitismo	11 (4,82)	37 (16,23)	36 (15,79)	33 (14,48)	26 (11,40)	143 (62,72)
Total	34 (14,91)	50 (21,92)	50 (21,92)	46 (20,19)	48 (21,06)	228 (100)

Fonte: Dados da pesquisa.

As associações que mais ocorreram, nos casos de poliparasitismo, variaram de 3 a 8 espécies de parasitas (Tabela 3).

Tabela 3. Associações de parasitas intestinais e enterocomensais em infecções poliparasíticas observadas em crianças e pré-adolescentes residentes às margens do Igarapé Santa Cruz, Breves, Pará, no período de maio a junho de 2017.

Associações	n (Freq. %)
A. lumbricoides + T. trichiura + E. Nana	9 (6,3)
A. lumbricoides + T. trichiura + Giardia lamblia	7 (4,9)
T. trichiura + Blastocystis hominis + E. nana	6 (4,2)
A. lumbricoides + T. trichiura + G. lamblia + E. Nana	4 (2,8)
A. lumbricoides + T. trichiura + B. hominis	4 (2,8)
T. trichiura + Entamoeba histolytica/E. dispar + E. coli + E. nana	4 (2,8)

A. lumbricoides + T. trichiura + E. histolytica/E. dispar + B. hominis + E. coli + E. nana	4 (2,8)
A. lumbricoides + T. trichiura + E. histolytica/E. dispar + G. lamblia + B. hominis + E. coli + E. nana + Iodamoeba butschlii	1 (0,7)
Outras combinações	104 (72,7)
Total	143 (100)

Fonte: Dados da pesquisa.

Considerando os estudos de Marques *et al* (2021), a alta diversidade e prevalência de helmintíases e protozooses intestinais, assim como as diferentes formas de associações parasitárias (Tabela 3), provavelmente é decorrente das péssimas condições socioeconômicas, ambientais e sanitárias em que se encontra o Igarapé Santa Cruz. Esta afirmação é reforçada pelas observações em campo, visto que no igarapé eram despejados resíduos sólidos variados e dejetos sanitários procedentes de privadas situadas nas margens do igarapé, além de resíduos de atividades domésticas.

4. CONCLUSÃO

O estudo revelou a existência de alta diversidade e prevalência de helmintos e protozoários intestinais diagnosticadas em crianças e pré-adolescentes que vivem nas margens do Igarapé Santa Cruz, município de Breves-PA. Desse modo, torna-se evidente a necessidade de intervenções imediatas no que se refere ao combate, controle e tratamento dessas helmintíases e protozooses intestinais. O estudo também evidenciou os péssimos hábitos de higiene das famílias, falta de saneamento básico e descaso em saúde pública, por parte do poder público municipal. Além de fortalecer a importância do papel da prevenção por meio de melhorias das condições socioeconômicas, de saneamento básico e de educação em saúde.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de Pós-Graduação ao primeiro autor.

5. REFERÊNCIAS

ABEDI, S. H. *et al.* The neglected role of *Blastocystis* sp. and *Giardia lamblia* in development of irritable bowel syndrome: A systematic review and meta-analysis. **Microbial Pathogenesis**, 2021.

ANTUNES, A. S.; LIBARDONI, K. S. B. Prevalência de enteroparasitoses em crianças de creches do município de Santo Ângelo, RS. **Rev Contexto & Saúde**, v.17, n.32, p.144-56, 2017.

BENITEZ, A. N. *et al.* Abordagem da Saúde Única na ocorrência de enteroparasitas em humanos de área urbana no Norte do Paraná. **Arq Ciênc Vet e Zool.**, UNIPAR, v.19, n.4, p.203-8, 2016.

BERRILLI, F. *et al.* Interactions between parasites and microbial communities in the human gut. **Front. Cell. Infect. Microbiol.**, v.2, n.141, p. 1-6, 2012.

BETHONY, J. *et al.* Soil-transmitted helminth infections: ascariasis, trichuriasis, and hookworm. **Lancet** n.367, p. 1521-1532, 2006.

BRAGAGNOLLO, G. R. *et al.* Intervenção educativa lúdica sobre parasitoses intestinais com escolares. **Rev Bras Enferm.**, v.72, n.5, p. 1203-10, 2019.

BRASIL. Conselho Nacional da Saúde. Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012. Resolução incorpora, sob a ótica do indivíduo e das coletividades, referenciais da bioética, tais como, autonomia, não maleficência, beneficência, justiça e equidade, dentre outros, e visa a assegurar os direitos e deveres que dizem respeito aos participantes da pesquisa, à comunidade científica e ao Estado. **Diário Oficial da União**, Brasília, 13 jun. 2013. Seção 1, p. 48-59.

BROOKS, D.R.; HOBERG, E.P. Parasite systematics in the 21st century: opportunities and obstacles. **Trends in Parasitology**, v.17, p. 273-275, 2001.

CACCIÒ, S. M. *et al.* Unravelling *Cryptosporidium* and *Giardia* epidemiology. **Trends Parasitol.**, n.21, pp. 430-437, 2005.

CARMENA, D.; CARDONA, G.A.; SÁNCHEZ-SERRANO, L.P. Current situation of *Giardia* infection in Spain: implications for public health. *World J. Clin. Infect. Dis.*, n.2, pp. 1-12, 2012.

CLERICI, D. J.; PIGATTO, A. G. S. Associação entre parasitoses intestinais e rendimento escolar: revisão sistemática. **Disciplinarum Scientia**. Série: Ciências da Saúde. v.16, n.1, p. 1-10, 2015.

CORREA, L. L.; NETO, A. V. **Exame parasitológico das fezes**. 2. ed. São Paulo: Editora Sarvier, 1994. 93 p.

DANKWA, K. *et al.* Intestinal Parasitosis among Primary School Pupils in Coastal Areas of the Cape Coast Metropolis, Ghana. **Int J Trop Dis Health**, v.9, n.1, p.1-8, 2015.

GALLI, P. *et al.* Water quality as a determinant of the composition of fish parasites communities. **Hydrobiologia**, v. 452, p. 173-179, 2001.

GÓMEZ, A.; NICHOLS, E. Neglected wild life: Parasitic biodiversity as a conservation target. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, n. 2, p.222-227, 2013.

GRYSEELS, B. Esquistossomose. **Infect Dis Clin North Am**, n.26, p.383-397, 2012.

HOTEZ, P.J. *et al.* Integrando doenças tropicais negligenciadas em AIDS, tuberculose e controle da malária. **N Engl J Med**, n. 364, p. 2086-2089, 2011.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e Estados**. IBGE, 2021. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pa/breves.html?>. Acesso em: 19 out. 2021.

JANOVY, J.; CLOPTON, R. E.; PERCIVAL, T.J. The roles of ecological and evolutionary influence in providing structure to parasite species assemblages. **Journal of Parasitology**, v. 78, n. 4, p. 630-640, 1992.

MARQUES, J. R. A.; GUTJAHR, A. L. N.; BRAGA, C. E. S. Caracterização socioeconômica e ambiental dos residentes do Igarapé Santa Cruz, Breves, Arquipélago de Marajó, Pará, Brasil. **HOLOS**, n.37, v.1, p. 1-19, 2021.

MARTINS, M. *et al.* Progression of the load of waterborne and intestinal parasitic diseases in the State of Amazonas. **Rev Soc Bras Med Trop**, 48(suppl 1), p.42-54, 2015.

MENDES, A. N. *et al.* Incidência de ascaridíase em comunidade quilombola de Cachoeiro de Itapemirim, Espírito Santo, Brasil. **Boletim Informativo Geum**, v.7, n.1, p.28-33, 2016.

NEVES, D. P. A parasitologia. *In*: NEVES, D. P. **Parasitologia humana**. 12. ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2011. cap. 2, p. 7-13.

OLIVEIRA, R. A, GURGEL-GONÇALVES, R.; MACHADO, E. R. Intestinal parasites in two indigenous ethnic groups in northwestern Amazonia. **Acta amazona**, v.46, n.3, p.241-6, 2016.

PATEL, S. P., JARVELIN, M. R., LITTLE, M. P. Systematic review of worldwide variations of the prevalence of wheezing symptoms in children. **Environ. Health** v.7, n.57, 2008.

POULIN, R.; MORAND, S. Parasite biodiversity. Washington: Smithsonian Books, 2004. 216 p

RASO, G. *et al.* Multiple parasite infections and their relationship to self-reported morbidity in a community of rural Côte d'Ivoire. **Int J Epidemiol**, n. 33, p.1092-1102, 2004.

ROCHA, M. O.; MELO, R. T. Exame parasitológico de fezes. *In*: NEVES, D. P. (org.). **Parasitologia Humana**. São Paulo: Editora Atheneu, 2011. cap. 56, p. 509-521.

SANTOS, P. H. S. *et al.* Prevalência de parasitoses intestinais e fatores associados em idosos. **Rev Bras Geriatr Gerontol**, v. 20, n.2, p. 244-54, 2017.

SAYASONE, S. *et al.* Helminth and Intestinal Protozoa Infections, Multiparasitism and Risk Factors in Champasack Province, Lao People's Democratic Republic. **PLoS Negl Trop Dis**, v. 5, n.4, e 1037, 2011.

SAYASONE, S. *et al.* Multiparasitism and intensity of helminth infections in relation to symptoms and nutritional status among children: a cross-sectional study in southern Lao People's Democratic

Republic. **Acta Trop.** n.141(Pt B), p.322-31, 2015.

SILVA, A. M. B. *et al.* Ocorrência de enteroparasitoses em comunidades ribeirinhas do município de Igarapé Miri, Estado do Pará, Brasil. **Rev Panamazonica Saúde**, v.5, n.4, p.45-51, 2014.

SILVA, M. C. M. *et al.* Determinação da infecção por *Entamoeba histolytica* em residentes da área metropolitana de Belém, Pará, Brasil, utilizando ensaio imunoenzimático (ELISA) para detecção de antígenos. **Cad Saúde Pública**, v.21, n.3, p.969-73, 2005.

SOUZA, A. C. *et al.* Perfil epidemiológico das parasitoses intestinais e avaliação dos fatores de risco em indivíduos residentes em um assentamento rural do nordeste brasileiro. **Revista Conexão UEPG**, v.12, n.1, p.26-37, 2016.

STEINMANN, P. *et al.* Multiparasitism: a neglected reality on a global, regional and local scale. **Adv Parasitol**, n.73, p.21-50, 2010.

STENSVOLD, C. R.; CLARK, C. G. Current status of *Blastocystis*: a personal view. **Parasitol. Int.**, n. 65, pp. 763-771, 2016.

VIANA, M. L. *et al.* Parasitoses intestinais e a inter-relação com os aspectos socioeconômicos de indivíduos residentes em um povoado rural (Rosápolis de Parnaíba-PI). **Scientia Plena**,v.13, n.8, p.1-10, 2017.

WEINSTOCK, J. V.; ELLIOTT, D. E. Helminths and the IBD hygiene hypothesis. **Inflamm. Bowel Dis.** n. 15, p.128-133, 2009.

ZANELLA, J. R. C. Zoonoses emergentes e reemergentes e sua importância para saúde e produção animal. **Pesq Agropecu Bras.**, v.51, n.5, p.510-9, 2016.

CAPÍTULO 8

DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE MANEJO DE UM POSTO DE COMBUSTÍVEIS DA CIDADE DE MARABÁ, NO ESTADO DO PARÁ

Ângelo Max Silva Figueiredo Damasceno

Engenheiro ambiental, Universidade do estado do Pará (UEPA), campus VIII/
Marabá. angelo.msfd19@gmail.com

Rafael Morais Bezerra

Engenheiro ambiental, Universidade do estado do Pará (UEPA), campus VIII/
Marabá. rafaelmoraisbezerra@live.com

Edina Silva Almeida

Graduanda do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade do estado
do Pará (UEPA), campus VIII/Marabá. edina.almeida@aluno.uepa.br

Silmara Neves da Silva

Graduanda do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade do estado
do Pará (UEPA), campus VIII/Marabá. silmara.silva@aluno.uepa.br

Gleidson Marques Pereira

Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais.
Universidade do Estado do Pará (UEPA). gleidson.pereira@uepa.br

Ana Cláudia Caldeira Tavares Martins

Prof.^a Dra. do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. Universidade
Federal do Pará (UFPA). tavaresmartins7@gmail.com

RESUMO

O mundo experimentou nos últimos duzentos anos uma crescente industrialização, especialmente depois da Revolução Industrial e da Segunda Guerra Mundial, estimulado pelo lançamento de novos produtos, inovações tecnológicas e produção em massa, demandados pela cultura do consumo. Esse modelo de desenvolvimento insustentável, utiliza os recursos naturais do nosso planeta de maneira incipiente ao interpretar errado o valor do capital natural como recurso econômico. Como consequência, temos a geração de uma grande quantidade de resíduos perigosos e não-perigosos que configuram um novo ce-

nário dos problemas socioambientais, uma vez que quando dispostos no ambiente sem tratamento adequado esses resíduos geram impactos muitas vezes irreversíveis. Neste cenário, o comércio e a indústria precisam reconhecer que desempenham uma função importante no desenvolvimento econômico e social do país, devendo funcionar de forma responsável e eficiente, uma vez que as políticas e operações destes setores econômicos representam um papel significativo na redução do impacto sobre o uso dos recursos naturais e o meio ambiente por meio da utilização de processos de produção e prestação de serviços mais eficientes, estratégias preventivas, tecnologias e procedimentos mais limpos na produção e ao longo do ciclo de vida do produto, causando impactos mínimos sobre o meio ambiente e a saúde pública. A presente pesquisa teve como objetivo recolher e analisar dados, através de levantamentos bibliográficos e visita in loco, para elaborar o diagnóstico da situação atual da gestão de resíduos são adotadas em um posto de combustíveis, atividade que apresenta um alto potencial de poluição e assim considerado pela legislação ambiental brasileira. Para a elaboração do diagnóstico foram necessárias algumas análises, com o objetivo de retratar as características e a situação dos serviços de manejo de resíduos sólidos no posto. Foram realizadas coletas dos resíduos sólidos provenientes do local avaliado no estudo durante um período de 30 dias (entre 4 de setembro e 4 de outubro). O diagnóstico apontou que foram gerados aproximadamente 15,239 (11%) quilogramas de papel; 29,143 (21%) quilogramas de papelão; 8,87 (6%) quilogramas de plástico; 72,51 (51%) quilogramas de vidro; 2,882 (2%) quilogramas de alumínio; 8,567 (6%) quilogramas de resíduos orgânicos e 4,859 (3%) quilogramas de resíduos sanitários durante o mês de setembro de 2017. Apesar de destinar corretamente os resíduos perigosos (Classe I) gerados por suas atividades, o posto de combustíveis não faz a segregação dos resíduos não perigosos não inertes (Classe II – A) e inertes (Classe II – B). Ao adquirir coletores apropriados o posto de combustíveis poderá, enfim, efetuar a separação correta e criteriosa dos resíduos não perigosos, permitindo assim, seu tratamento.

Palavras-chaves: Resíduos sólidos, Resíduos perigosos, Gerenciamento ambiental.

ABSTRACT

The world has experienced a growing industrialization in the last two hundred years, especially after the Industrial Revolution and World War II, stimulated by new products launch, technological innovations and mass production demanded by the consumer culture. This unsustainable development model uses the natural resources of our planet in an incipient way by misinterpreting the value of natural capital as an economic resource. Consequently, we have the generation of a large amount of hazardous and non-hazardous waste that constitute a new scenario of socio-environmental problems, since when disposed in the environment without adequate treatment these residues generate impacts that are often irreversible. In this scenario, the industry need to recognize that they play an important role in the economic and social development of the country, and should function responsibly and efficiently, as the policies and operations of these economic sectors play a significant role in reducing the impact on the use of natural resources and the environment, through the use of more efficient production and service processes, preventive strategies, cleaner technologies and procedures in production and throughout the product life cycle, causing minimal impacts on the environment and public health. The present research had the objective of collecting and analyzing data, through bibliographical surveys and on-site visits, to prepare the diagnosis of the current situation of waste management adopted in a fuel station, an activity that presents a high pollution potential and thus considered by Brazilian environmental legislation. For the elaboration of the diagnosis, some analyzes were necessary in order to portray the characteristics and the situation of solid waste management services at the station. Samples of the solid waste were collected from the place evaluated during a period of 30 days (between September 4 and October 4). The diagnosis indicated that approximately 15,239 (11%) kilograms of paper were generated; 29,143 (21%) kilograms of cardboard; 8.87 (6%) kg of plastic; 72.51 (51%) kilograms of glass; 2,882 (2%) kilograms of aluminum; 8,567 (6%) kilograms of organic waste and 4,859 (3%) kilograms of sanitary waste during the month of September 2017. Although the hazardous waste (Class I) generated by

its activities is correctly allocated, the fuel station does not segregate waste (Class II - A) and inert waste (Class II - B). By acquiring appropriate collectors, the fuel station can, finally, make the correct and careful separation of non-hazardous waste, and thus allow its treatment.

Keywords: Solid waste, Hazardous waste, Environmental management.

1. INTRODUÇÃO

No contexto hodierno as discussões acerca dos impactos ambientais estão diretamente relacionadas com o crescimento populacional e a cultura consumista. Diante disso, tem-se a elaboração de pesquisas, do desenvolvimento e da difusão de novas tecnologias, os processos de produção e seus respectivos produtos, que corroboram com a degradação do meio ambiente e a saúde humana (SOUZA, 2009 apud CUNHA, 2006).

Como consequência desse consumo irracional, temos a geração de uma grande quantidade de resíduos, que de acordo com a legislação CONAMA 452 de 2012, são classificados em consonância com sua natureza e o grau de periculosidade, são eles: resíduos perigosos, denominados classe I, e classe II não perigosos, sendo essa última dividida em resíduos não inertes, classe IIa, e resíduos inertes, classe IIb (BRASIL, 2012).

Assim, a necessidade de elaborar políticas pautadas no desenvolvimento sustentável, estabelecido na Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento – CNUMAD como fundamental para o nosso planeta pois atende às demandas da geração presente sem comprometer os recursos das gerações futuras, tornou necessária a adoção de sistemas de gerenciamento desses resíduos.

A criação de legislações específicas sobre o tema, como é o caso da Política Nacional dos Resíduos Sólidos – PNRS, que dispõe, dentre outras medidas, sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluindo os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis (BRASIL, 2010).

Infere-se então que os resíduos sólidos constituem uma nova responsabilidade ambiental e a preocupação com os impactos causados por eles deve estar presente durante a tomada de decisões de todos os

empresários, principalmente os da indústria do petróleo, a qual gera resíduos nocivos ao meio ambiente e à saúde pública (MACIEL, 2014).

Classificados como potencialmente poluidores, os postos revendedores varejistas de combustíveis podem gerar acidentes através de vazamentos, incêndios e contaminação pelos resíduos gerados por processos intrínsecos a sua instalação e operação, como o óleo lubrificante usado que contém metais e compostos altamente tóxicos, classificado como resíduo perigoso (Classe I) (ABNT nº 10.004 de 2004).

Nesse cenário, todos os membros do setor empresarial precisam perceber que a utilização de medidas de gestão ambiental voltadas para a prevenção da poluição e gestão de resíduos podem reduzir danos significativos ao meio ambiente, e grande maioria desses resíduos gerados podem ser reutilizados ou reciclados (ISO 14000, 2004).

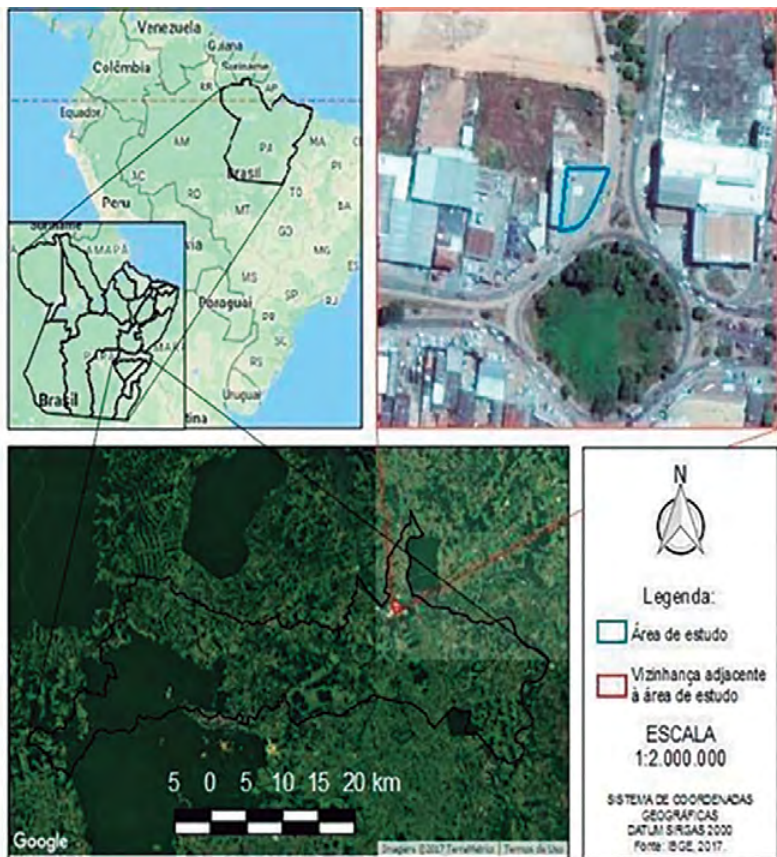
Como estabelecido na lei 9.478 de 1997 art. 2, são medidas de políticas públicas: “promover o aproveitamento racional dos recursos energéticos do País, em conformidade com os princípios enumerados no capítulo anterior e com o disposto na legislação aplicável”. Assim, o presente estudo tem como objetivo coletar e analisar dados, através de pesquisas bibliográficas e visitas in loco, para elaborar o diagnóstico do sistema de manejo do posto 26 LTDA, que fornece serviço no abastecimento energético de combustíveis localizado no município de Marabá, no estado do Pará, e, através dos dados, sugerir medidas mitigadoras para o empreendimento (BRASIL, 1997).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O posto 26 LTDA, objeto desse estudo, está localizado nas coordenadas geográficas de 5° 20'43.73" de latitude Sul e longitude 49° 06' 02.87" Oeste, na cidade de Marabá, estado do Pará, a aproximadamente 556 km da capital Belém (Figura 1).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), atualmente Marabá é o quarto município mais populoso do Pará com uma população estimada em 271.594 pessoas e uma densidade demográfica de 15,45 hab/km² o (IBGE, 2017). Seu Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDH-M é 0,668, considerado mediano pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD.

Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo. Marabá-PA. Fonte: Autores, adaptado de GOOGLE MAPS (2017).

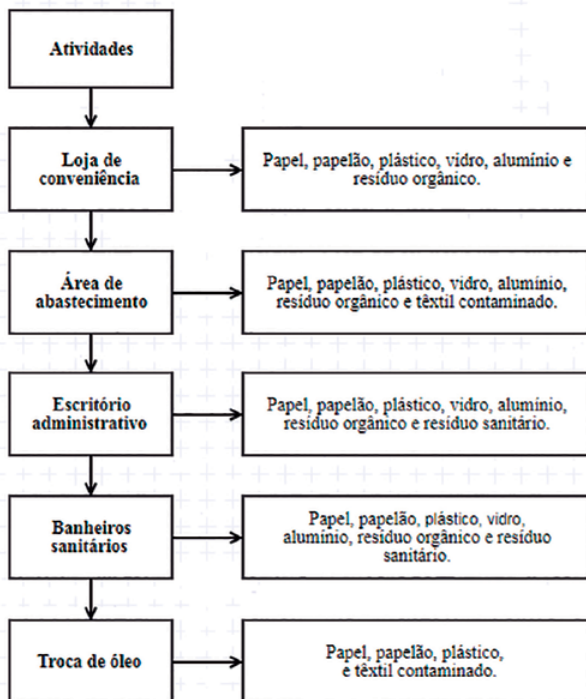


Quanto à abordagem da pesquisa, em primeiro momento o estudo assume um caráter indireto através da pesquisa documental e bibliográfica, constituindo o que se denomina de fontes primárias. Em um segundo momento, as pesquisas documentais e bibliográficas deram lugar a uma pesquisa de campo exploratória, com o propósito de estudar a fundo o assunto em questão. E a abordagem da pesquisa torna-se descritiva, pois estabelece uma relação entre as variáveis no ambiente do objeto analisado no estudo, com o objetivo de proporcionar uma nova visão sobre esta realidade já existente (MARCONI; LAKATOS, 2003).

Para a realização da pesquisa, foram aplicados questionários e realizadas visitas ao local de estudo para acompanhar a geração de resíduos, identificando as classes existentes e os procedimentos de manejo como, armazenamento, segregação, coleta e destinação final, identificando os pontos críticos do empreendimento. Através dos dados colhidos na visita in loco foi elaborado um organograma a fim de representar formalmente os principais resíduos encontrados no local de estudo, identificando cada classe de resíduo gerado e seus pontos de origem (Figura 1).

Para a elaboração do diagnóstico foi necessário realizar análises descritivas, algumas com o objetivo de retratar as características e a situação dos serviços de manejo do lixo no posto. Também foram feitas coletas seletivas de resíduos sólidos, provenientes do local avaliado no estudo durante um período de 30 dias (entre 4 de setembro e 4 de outubro) (Figura 2).

Figura 2- Organograma dos principais pontos de origem dos resíduos do posto 26, Marabá-PA. Fonte: Autores (2017)



Para tal, foram utilizadas luvas descartáveis de látex da marca TALGE e máscara cirúrgica descartável da marca DESCARPACK (Figura 3). Os resíduos foram armazenados em sacos plásticos de 100 litros e pesados utilizando uma balança da marca TOLEDO modelo PRIX IV, com capacidade máxima para 30 kg (Figura 4).

A loja de conveniência contém quatro geladeiras, um freezer horizontal, seis freezers verticais, uma estufa horizontal, uma estufa vertical, uma máquina de café, um mini freezer, um forno micro-ondas, um forno elétrico, uma máquina registradora, oito mesas, dezesseis cadeiras e duas centrais de ar de 27.000 btus.

No escritório administrativo existem quatro computadores, duas impressoras, quatro mesas, doze cadeiras, um bebedouro refrigerado por compressor e uma central de ar de 27.000 btus. Nele são gerados resíduos como notas fiscais, papéis com resíduos de tinta, copos plásticos, cartuchos vazios de impressoras, lâmpadas, elásticos de látex, clips para papel de alumínio, grampos de alumínio, pilhas e baterias.

Figura 3 - Segregação dos resíduos do primeiro dia no posto 26, Marabá-PA.



Fonte: Autores (2017).

Figura 4 - Luvas e máscaras cirúrgicas usadas para separação do lixo.



Fonte: Autores (2017)

Para a quantificação do óleo lubrificante usado ou contaminado (OLUC) foi feita estimativa da quantidade gerada por mês com base nos recibos de coleta realizada pela empresa terceirizada LWART LUBRIFICANTES LTDA (CNPJ 46.201.083/0023-93) nos meses de julho, agosto e setembro de 2017 (Figura 5).

Figura 5 - Balança eletrônica Toledo modelo prix iv, usada para pesar os resíduos gerados.



Fonte: Autores (2017)

Figura 6 - Recibo de coleta de óleo lubrificante usado ou contaminado (oluc) no mês de julho.

LWART LUBRIFICANTES LTDA Rua... nº... CEP... Fone... CNPJ...		CERTIFICADO DE COLETA DE ÓLEO USADO OU CONTAMINADO Nº 102 Data... Valor...	
Quantidade gerada em litros... Quantidade recebida em litros... Quantidade armazenada em litros...		Descrição... Valor... Valor...	
Assinatura... Data...		Assinatura... Data...	

Fonte: Autores (2017)

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Detalhamento sobre o empreendimento.

O POSTO 26 LTDA (CNPJ 12.136.980/0001-33) é classificado pela Resolução do CONAMA nº 273 de 2000 como um posto revendedor, pois é uma instalação que exerce a atividade de revenda varejista de combustíveis líquidos derivados de petróleo outros combustíveis automotivos, dispondo de sistemas para armazenamento e equipamentos medidores (CONAMA, 2000).

Têm um espaço de área total de 1.682,56 m² e área construída de 842,06 m², três proletários no setor administrativo, treze no setor de operação (abastecimento, troca de óleo e conveniência) e um no setor de serviços gerais, totalizando dezessete funcionários com jornada de trabalho entre o horário das 08 e 22 horas, de segunda-feira à domingo. Possui Licença de Operação nº 477/2016 deferida pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente - SEMMA, Licença da vigilância sanitária, número de Autorização PR/PA0103204, número de Despacho ANP 1326, Plano de Emergência contra Incêndio e Cadastro de Atividades do IBAMA (BRASIL, 2011).

Nele são comercializados gasolina, álcool e óleo diesel. Também são encontrados o serviço de venda e troca de óleo lubrificante (Figura 7). Os setores de maior importância, do ponto de vista ambiental, são as áreas de abastecimento; de carga e descarga de combustíveis, os tanques de armazenagem de combustíveis; a área da troca de óleo lubrificante e a área de tratamento de efluentes. As áreas utilizadas para essas ações são impermeabilizadas e cercadas por canaletas (Figura 8) que se encontram ligadas a esse sistema de tratamento (Figura 9), conforme determina a ABNT NBR nº 13.786 de 2005.

Figura 7 - Área de troca de óleo lubrificante.



Fonte: Autores (2017)

Figura 8 - canaletas de contenção na área de abastecimento.



Fonte: Autores (2017)

Os combustíveis comercializados pela empresa são armazenados em sistema subterrâneo composto por três tanques duplos com capacidades individuais para 30.000 litros (Figura 10). A operação de carga e descarga de combustível é efetuada através de descarga selada, procedimento específico para evitar a contaminação por possíveis derramamentos na hora do abastecimento dos tanques (BARROS, 2006).

Figura 9 - Sistema de separação de água e óleo.



Fonte: Autores (2017)

Figura 10 - Sistema de tanques subterrâneos e dispositivos de carga selada.



Fonte: Autores (2017)

3.2 Descrição da atividade e resíduos do empreendimento.

A loja de conveniência contém quatro geladeiras, um freezer horizontal, seis freezers verticais, uma estufa horizontal, uma estufa vertical, uma máquina de café, um mini freezer, um forno micro-ondas, um forno elétrico, uma máquina registradora, oito mesas, dezesseis cadeiras e duas centrais de ar 27.000 btus.

No escritório administrativo existem quatro computadores, duas impressoras, quatro mesas, doze cadeiras, um bebedouro refrigerado por compressor e uma central de ar 27.000 btus. Nele são gerados resíduos como notas fiscais, papéis com resíduos de tinta, copos plásticos, cartuchos vazios de impressoras, lâmpadas, elásticos de látex, clips para papel de alumínio, grampos de alumínio, pilhas e baterias.

Diante do objetivo proposto de diagnosticar a situação atual do manejo de resíduos sólidos do Posto 26 LTDA, verificou-se os tipos de resíduos gerados pela empresa, suas condições de segregação, acondicionamento, transporte e formas de tratamento ou destinação final adotados. Após levantamento de informações realizado por meio de visitas *in loco* foram identificadas as atividades e estruturas do empreendimento passíveis de geração de resíduos sólidos e efluentes líquidos, entre elas: loja de conveniência, área de abastecimento, escritório administrativo, banheiros sanitários, troca de óleo, calibragem de pneus e depósito.

É notório que cada setor do posto 26 LTDA gera resíduos que têm distinção de natureza e periculosidade. No local são gerados resíduos distintos nos variados setores como notas fiscais, cartuchos vazios de impressoras, principalmente na área de abastecimento, depósito e escritório administrativo. Além disso, são encontrados guardanapos, lâmpadas, garrafas de vidro, garrafas plásticas, copos plásticos, embalagens plásticas, embalagens de papelão, latas de alumínio, tampas de alumínio, pilhas, baterias, orgânicos foi mapeado principalmente na loja de conveniência e banheiros sanitários (Figura 11).

Resíduos gerados na área de troca de óleo e calibragem de pneus são caracterizados como perigosos, com alto potencial de contaminação do solo e aquífero subterrâneo, e são os óleos lubrificantes, panos e estopas contaminados com óleos e graxas, embalagens de lubrificantes ou aditivos, tambores e embalagens metálicas. O plano de gerenciamento de resíduos sólidos é de suma importância para essa classificação de resíduos, pois minimiza de forma positiva, com a separação estabelecida na Lei 9.605 de 1998, que estabelece os padrões para a reutilização, reciclagem e disposição correto dos resíduos sólidos (BARROS et al., 2006.)

É interessante destacar que o empreendimento já segue o princípio da redução da geração na fonte ao perfilar um sistema de logística reversa das garrafas de bebidas. Esse sistema engloba a implementação do fluxo reverso de operacionalização, administração e destinação final, de modo que assegure o meio ambiente, como estabelecido no Plano de gerenciamento de resíduos sólidos.

LEI 12.305 de 2010, artigo 30^a, estabelece:

É instituída a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, a ser implementada de forma individualizada e encadeada, abrangendo os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, os consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, consoante as atribuições e procedimentos previstos nesta seção (BRASIL, 2010).

A logística reversa é um instrumento que viabiliza o desenvolvimento econômico e social, no qual um exemplo é o caso do ciclo de vida dos resíduos identificados no posto 26, no qual, o estabelecimento realiza parcerias com os processadores da matéria prima ou especializada em serviços de separação, limpeza e comercialização de sucata de vidro, alumínio e papelão. Essa seria uma forma positiva para a gestão ambiental do local (CARVALHO et al., 2018).

Figura 11 - Loja de conveniência do posto 26.



Fonte: Autores (2017)

Figura 12 - Sistema de logística reversa das garrafas de bebidas.



Fonte: Autores (2017)

3.3 Sistemas de abastecimento

A área de abastecimento possui três bombas sêxtuplas eletrônicas do tipo 3G3394P e um filtro de diesel tipo prensa MS 5000 STD que distribuem em conjunto o combustível gasolina, o combustível diesel, e o combustível etanol (Figura 13 e 14).

Essas bombas estão conectadas a três tanques atmosféricos subterrâneos jaquetados, utilizados para armazenar de forma segura os diversos tipos de combustíveis, esse tipo de instalação precisa obedecer a NBR 16.161 e 16.764 de 2019, que estabelece sobre “o armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis, em consonância com a instalação dos componentes do sistema de armazenamento subterrâneo de combustível” (ABNT, 2019).

São comercializados mensalmente 328 mil litros de combustíveis e 240 litros de óleo lubrificante. O local é todo cercado por canaletas, que conduzem os efluentes da lavagem de veículos e do abastecimento até a caixa separadora de água e óleo. Venâncio, Vidal e Moisa (2008), explica que a ocorrência de vazamento associado ao Sistema de Armazenamento Subterrâneo de Combustível - SASC é muito recorrente no contexto atual, sendo assim, uma problemática relacionada à saúde humana e contaminação do solo e dos lençóis freáticos.

Acrescenta, que quando a visualização tardia pela falta de operários especializados para a manutenção, o caso se agrava, evidenciando para o transbordamento nas galerias de esgoto, redes de drenagem, entre outros. Nesse caso, é necessário abordar sobre a manutenção das bombas de combustíveis e SASC, desse modo, evitando danos ambientais drásticos.

Figura 13 - Bombas sêxtulas eletrônicas.



Fonte: Autores (2017)

Figura 14 - Filtro de óleo diesel.



Fonte: Autores (2017)

3.4 Trocas de óleo

Para a realização da troca de óleo o posto conta com uma bomba de sucção, um elevador de troca de óleo, dois aparadores de

óleo, uma bomba manual para lubrificação, bomba manual de óleo para câmbio e uma vareta de inspeção. Sendo classificado como resíduo de classe I (perigosos), o óleo contém duas variáveis, podendo ser resíduos sólidos ou oleosos, esse último pode derivar de duas fontes, são elas: da caixa separadora de água e óleo e óleos lubrificantes usados e contaminados, desse modo, esses resíduos precisam ser acondicionados separadamente, recolhidos, transportados e entregues a empresa licenciada para promover a destinação final, assim evitando possíveis contaminações (Figura 15). Quanto aos óleos, a lei estabelece que seja encaminhado para o rerrefino, sendo os efluentes sólidos embalagens, estruturas têxteis contaminadas, e filtro de óleo e líquido (efluentes procedentes remove as impurezas da solução viscosa. (SILVA; SOUZA, 2020).

Os óleos lubrificantes contêm diversos componentes com alto grau de toxicidade, como cádmio, cromo, chumbo e arsênio, sendo esses bioacumulativos, ou seja, permanecem no organismo de modo que é prejudicial à saúde. Quando disposto no ambiente de forma inadequada é potencialmente maléfico, pois não é biodegradável. Sendo assim, no posto 26, o óleo lubrificante é armazenado em um tanque subterrâneo com capacidade para 1.500 litros (Figura 16).

O transporte externo dos resíduos como o óleo lubrificante usado e as embalagens contaminadas é realizado por empresa licenciada e cadastrada na ANP, como determina a Resolução do CONAMA nº 362 de 2005. Como citado por Bertoli (2014) o resíduo derivado da caixa separadora tem destinos diferentes após o tratamento, no qual a água pode ser destinada à estrutura de esgoto do município, já o óleo é transformado em lodo deve ser destinado à empresa de coleta especializada ou aterro industrial, de forma que previna a contaminação derivada dos óleos lubrificantes, a mesma metodologia deve ser aplicada a embalagens.

Figura 15 - Embalagens no aparador de óleo.



Fonte: Autores (2017)

Figura 16 - Tanque subterrâneo para armazenamento de OLUC.



Fonte: Autores (2017)

3.5 Quantificação e caracterização dos resíduos sólidos gerados na área de estudo.

Após a análise dos dados coletados foi calculada às médias diárias, semanais e mensais por tipo de resíduos, seguindo o modelo de identificação e classificação estabelecido pela Normativa ABNT nº 10.004 de 2004. Por fim, foi calculada a composição gravimétrica dos resíduos gerados no posto de combustíveis durante o mês de setembro. A média mensal de OLUC gerado no Posto 26 LTDA foi obtida através dos recibos referentes à coleta de óleo lubrificante usado dos meses

de julho, agosto e setembro, totalizando aproximadamente 1000 litros mensais. A mesma empresa que recebe o óleo combustível usado ou contaminado não soube informar o volume mensal de material têxtil contaminado recolhido (Quadro 1).

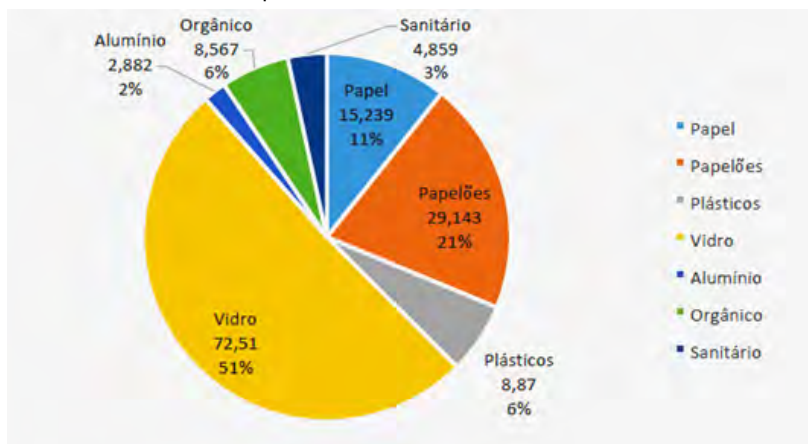
Quadro 1 - Quantificação dos resíduos gerados mensalmente pelo posto revendedor de combustível, POSTO 26 LTDA. Marabá-PA.

Resíduo	Classificação	Média diária (kg)	Média semanal (kg)	Média mensal (kg)
Papel	Classe II A	0,507	3,555	15,239
Papelões	Classe II A	0,971	6,8	29,143
Plásticos	Classe II B	0,295	2,069	8,87
Vidro	Classe II B	2,417	16,919	72,51
Alumínio	Classe II B	0,096	0,672	2,882
Orgânico	Classe II A	0,285	1,998	8,567
Sanitário	Classe II A	0,161	1,113	4,859
Têxtil contaminado*	Classe I	-	-	-
OLUC	Classe I	-	-	-

Fonte: Autores (2017)

O diagnóstico apontou que foram gerados aproximadamente 15,239 (11%) quilogramas de papel; 29,143 (21%) quilogramas de papelão; 8,87 (6%) quilogramas de plástico; 72,51 (51%) quilogramas de vidro; 2,882 (2%) quilogramas de alumínio; 8,567 (6%) quilogramas de resíduos orgânicos e 4,859 (3%) quilogramas de resíduos sanitários durante o mês de setembro de 2017. Desse modo, com base na quantificação foi realizada no mês de setembro, sendo desse modo utilizado como referência, entretanto, é notório que a geração de resíduos tem diferença na quantificação acordo com as estações do ano, como exemplo no verão, que tem a atração de turista para a cidade, assim aumenta o fluxo de cliente e conseqüentemente a geração de resíduos no posto. A composição gravimétrica dos resíduos gerados pelo posto de combustível. Cumpre ressaltar que como não foi possível segregar os resíduos antes da coleta também não foi possível quantificar o volume de resíduos produzidos por ponto ou setor de origem (Figura 17).

Figura 17 - Composição gravimétrica dos resíduos gerados mensalmente pelo posto revendedor de combustível posto 26 LTDA.



Fonte: Autores (2017)

3.6 Melhorias propostas ao manejo atual de resíduos sólidos.

Primeiramente é necessário ressaltar os pontos positivos no gerenciamento dos resíduos sólidos que já existem no posto de combustível. O estabelecimento conta com um depósito de resíduos perigosos instalados destinados a armazenagem de todos os resíduos Classe I produzidos e contrata uma empresa terceirizada para dar uma destinação adequada aos seus resíduos perigosos. Outro ponto positivo que auxilia para a não geração e redução da quantidade de garrafas descartadas na conveniência, são a inserção do sistema de garrafas retornáveis, com o desconto no preço do produto. Dessa forma, acrescenta (GERHARDT et al.. 2013) que todos os resíduos derivados das atividades da oficina mecânica, escritório e refeitório são segregados nas conformidades da CONAMA 275/001 que dispõe o código de cores para diferenciar os tipos de resíduos, que metodicamente facilita a visualização e influenciar na reciclagem.

Além da reutilização, a reciclagem de materiais é uma forma de redução da geração de resíduos pela transformação química ou física dos resíduos. Nesse processo, existe a recuperação da matéria-prima ou a formação de um subproduto com valor comercial. As atividades

de reciclagem de vários tipos de materiais (metais, vidros, papel, papelão, plástico, pneu etc.) consistem no reaproveitamento do material do qual o resíduo é composto, para a mesma finalidade ou para finalidades distintas, visando preservar matérias-primas e economizar energia no processo produtivo, já que quase todas as formas de produção de energia geram impactos ambientais significativos, constituindo-se em um aspecto importante ligado ao conceito de desenvolvimento sustentável (VENDRAMETTO; LIMA; GONÇALVES,).

O acondicionamento dos resíduos é outro item importante, este consiste no ato de embalar os resíduos segregados, em sacos ou recipientes como tambores e contêineres que evitem vazamentos e resistam às ações de ruptura. Todos os resíduos devem ser armazenados de maneira a não possibilitar a alteração de sua classificação e de forma que sejam minimizados os riscos de danos ambientais.

Quanto ao acondicionamento, Drehmer et al. (2018) acrescenta que os plásticos, papéis e papelão devem ser dispostos em local coberto e identificado, levando em consideração o calendário de coleta do município ou cooperativa. Os vidros e pilhas precisam ser acondicionados em bombonas de 200 litros, dessa forma assegurando a integridade física dos cooperadores que realizam a reciclagem, além desse resíduo ser recolhido 2 vezes ao mês. Já os resíduos orgânicos são necessários estar organizado conforme as subclassificações, ampliando a possibilidade de reaproveitamento, já que os resíduos orgânicos alimentares podem ser destinados ao sistema de compostagem.

Como abordado, os óleos lubrificantes que são classificados como resíduos perigosos contém assim como tratamento, o acondicionamento especial, no qual, baseia-se na disposição dos óleos em tambores, que é enviado para uma empresa capacitada para o descarte dos resíduos, e, quanto ao lodo derivado, é encaminhado para descarte conforme a demanda.

Para melhoria no gerenciamento de resíduos recomenda-se ao POSTO 26 LTDA a utilização de coletores específicos para os diferentes tipos de resíduos como determina a Resolução CONAMA nº 275 de 2001, garantindo a sustentabilidade empresarial. É de suma importância que os responsáveis pela gestão do posto de combustível da coope-

rativa adotem uma postura de monitoramento integrado e prevenção, evitando possíveis contaminações e impactos ambientais (DREHMER et al., 2018).

4. CONCLUSÃO

O estudo possibilitou a dedução de que a legislação ambiental existente é necessária para a gestão empresarial assumir a responsabilidade das causas e consequências que as atividades desenvolvidas no posto podem ocasionar. Dessa forma, a pesquisa evidenciou que o Posto 26 LTDA não possui nenhuma restrição ou condicionante operacional ou administrativa, visto que sua Licença de Operação está atualizada com as condicionantes propostas.

Como relatado o empreendimento está suscetível a melhorias, pois não realiza a segregação dos seus resíduos de classe II nem incentiva a não geração, redução e reciclagem dos mesmos, no qual, o referencial bibliográfico abordado no presente artigo demonstra as múltiplas possibilidades, que se aplica a potencialidades economicamente viáveis, e também que contribui para a sociedade na geração de empregos.

Portanto, ao adquirir parcerias com cooperativas que desenvolvem a atividade de coleta de resíduos, como papel, papelão e plásticos, o posto poderia contribuir para aumentar a renda mensal de coletores, além de efetuar a separação correta e criteriosa dos resíduos, permitindo assim, seu tratamento. Outra possibilidade é destinar os resíduos orgânicos a pequenos agricultores para que se realize a compostagem e o adubo proveniente seja utilizado no plantio, aumentando a produtividade do solo e o recurso econômico.

Quanto à educação ambiental é importante no processo de implantação da coleta seletiva, sensibilizando os clientes do posto sobre a destinação dos resíduos em acordo com as cores estabelecida na CO-NAMA 275/001, no qual, segue as seguintes cores: azul: papel/papelão; vermelho: plástico; verde: vidro; amarelo: metal; preto: madeira; laranja: resíduos perigosos (como pilhas e baterias); branco: resíduos de hospitais e serviço de saúde; roxo: lixo radioativo; marrom: lixo orgânico; cinza: lixo não reciclável, contaminado ou cuja separação não é possível.

Em conformidade com a realidade apresentada no estudo, faz-se necessário a implementação da seletividade dos resíduos de acordo com as cores, sendo aplicado os coletores azul, vermelho, verde, amarelo, laranja, marrom e cinza com suas respectivas identificações. As políticas e operações destes setores econômicos devem desempenhar um papel importante na redução do impacto no que diz respeito à utilização dos recursos naturais e o meio ambiente, por intermédio da utilização de processos de produção e prestação de serviços mais eficientes, estratégias preventivas, tecnologias e procedimentos sustentáveis na produção e produtos com menor ciclo de vida possível, assim minimizando os impactos causados pelo empreendimento.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR N° 10.004.

Resíduos sólidos - Classificação. São Paulo, 2004. Disponível em: <<https://analiticaqmcresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>> Acesso 13 de julho de 2021;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR N° 13.786.

Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis - Seleção dos componentes para instalação de sistema de armazenamento subterrâneo de combustíveis (SASC). São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://protegeer.gov.br/images/documents/96/Norma%20NBR%2013.786.pdf>> Acesso em 13 de julho de 2021.

BARROS, P. E. O. Diagnóstico ambiental para postos de abastecimento de combustíveis: DAPAC. Itajaí: Universidade do Vale do Itajaí, 2006.

BARROS, D., de Oliveira, V., Ebole de Santana, M. de F., & Dias de Carvalho, D. (2008). CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DOS POSTOS DE REVENDA DE COMBUSTÍVEIS NO RIO DE JANEIRO. Águas Subterrâneas. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/aguassubterraneas/article/view/23410>> Acesso em 14 de outubro de 2021.

BERTOLI, J. G. C. Proposta de Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) em um posto de combustível na cidade de Paraguaçu Paulista-SP. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2014.

BRASIL. Lei N° 12.305, de 12 agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20072010/2010/lei/l12305.htm> Acesso em: 14 de junho de 2017.

BRASIL. Lei N° 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9605.htm> Acesso em: 24 de outubro de 2017.

BRASIL. Lei N° 9.478, de 6 de agosto de 1997. Dispõe sobre a política energética nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9478.htm> Acesso em: 24 de outubro de 2017.

CARVALHO, W.T.; VENDRAMETTO, O. ; LIMA, .A. A.W. B; GONÇALVES, R.F. Logística reversa de vasilhames e bebidas alcoólicas no estado de Goiás. SADSJ- South American Development Society Journal. 1. ed. p.120-125, 2018. Disponível em: < <http://www.sadsj.org/index.php/revista/article/view/181/160>> Acesso em: 27 de outubro de 2017.

CONAMA - Resolução CONAMA n° 452 de 19 de julho de 2012. Disponível em: <Resolução CONAMA N° 452 DE 02/07/2012 - Federal - LegisWeb> Acesso em: 13 de junho de 2017.

CONAMA - Resolução CONAMA n° 273 de 29 de novembro de 2000. Estabelece diretrizes para o licenciamento ambiental de postos de combustíveis e serviços e dispõe sobre a prevenção e controle da poluição. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res00/res27300.html>> Acesso em: 13 de junho de 2017.

CONAMA - Resolução CONAMA nº 275 de 25 de abril de 2001. Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=273>> Acesso em: 27 de outubro de 2017.

CONAMA - Resolução CONAMA nº 362, de 23 de junho de 2005. Dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=466>> Acesso em: 27 de outubro de 2017.

DREHMER, D.T; BORTOLOTTI, R. P; ZAMBERLAN, J.F; SALAZAR, L. N; SALAZAR, R. F. S. GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM UM POSTO DE COMBUSTÍVEL DE UMA COOPERATIVA DO RIO GRANDE DO SUL - ESTUDO DE CASO .CIENTEC v.2, n.2 p.31-42, dez./2018.

GERHARDT, A. E; DRUMM, F.C; GRASSI,P; FLORES,B.A; PASSINI,A.C.F; BORBA,W.F; KEMERICH, P.D.C. Diagnóstico para o gerenciamento dos resíduos sólidos em oficina mecânica: estudo de caso em concessionária do município de Frederico Westphalen-RS. Monografias Ambientais, v. 13, n. 1, p. 2899-2908, 2014.

MACIEL, D. S. C.; FREITAS, L. S. Utilização do método FMEA na identificação e análise dos impactos ambientais causados pelos postos de combustíveis: um estudo de caso. Revista de Administração da Universidade Federal de Santa Maria, v. 7, n. 4, 2014.

MARKONI E LAKATOS. Fundamentos de Metodologia Científica.5. ed.-São Paulo: Atlas 2003.

SILVA, VP; SOUZA, SKS.Caracterização ambiental de posto de revenda de combustíveis sob a ótica de adequação ambiental. Research, Society and Development,v. 9, n. 7, 2020.

SOUZA, 2009 apud CUNHA,2006.Avaliação e Valoração dos Impactos Ambientais no Processo de Operação de Postos Revendedores de Combustíveis. Dissertação,2009. Disponível em:<impactos-ambientais-dos-postos-de-combustivel.pdf (ufrj.br)>Acesso em 14 de outubro de 2021.

VENDRAMETTO, O.; LIMA, B.A.W.; GONÇALVES, R.S. LOGÍSTICA REVERSA DE VASILHAMES DE BEBIDAS ALCOÓLICAS NO ESTADO DE GOIÁS. South American Development Society Journal, p118-136, 2018.

VENÂNCIO, T. L.; VIDAL, C.M.S.; MOISA, R.E. Avaliação da percepção da importância da gestão ambiental em postos de combustíveis localizados na cidade de Irati, Paraná. *Ambiência* v.4 n.3 p.397 - 417, 2008.

CAPÍTULO 9

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE NASCENTES URBANAS: O CASO DO PARQUE MUNICIPAL DA ILHA DE MOSQUEIRO EM BELÉM/PA

Alberto Carlos de Melo Lima

Dr. em Engenharia Civil - Universidade do Estado do Pará.
E-mail: acmlima@uepa.br

Leonardo Santiago da Costa

Engenheiro Florestal - Universidade do Estado do Pará.
E-mail: lsantiago146@gmail.com

Marco Valério de Albuquerque Vinagre

Dr. em Engenharia de Recursos Naturais. Universidade de Amazônia.
E-mail: valeriovinagre@gmail.com

Elzelis Muller da Silva

Dra. em Engenharia de Recursos Naturais - Universidade do Estado do Pará – elzelis@uepa.br

Darci Augusto Moreira

MSc. em Engenharia Mecânica - Universidade do Estado do Pará – darcimoreira@uepa.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi de realizar um levantamento das nascentes existentes no Parque Municipal da Ilha de Mosqueiro (PMIM), pertencentes a Região Metropolitana de Belém/PA, com fins de localização e diagnóstico ambiental para subsidiar a elaboração do plano de manejo para futuros estudos de intervenção no parque com a criação de Unidades de Conservação (UC) como é o caso do PMIM que está inserido no meio urbano. A metodologia consistiu de caminhadas em trilhas desativadas e oitivas com os moradores próximos da área do PMIM e análise das imagens de satélite afim de identificar as possíveis nascentes. A única nascente identificada teve sua posição obtida por meio de GPS e realizado

registros fotográficos ao longo das trilhas e da área de entorno, afim de verificar as ações antrópicas e o uso e ocupação do solo. As Análises físico-química e bacteriológica da água da nascente para obtenção do IQA e análise macroscópica para determinação da qualidade ambiental da nascente identificada mostraram que a nascente possui boa qualidade de água, mas com qualidade ambiental pela análise macroscópica, razoável, mostrando que é preciso mais ações do poder público com fins de proteção de afloramentos hídricos em unidades de conservação.

Palavras-Chave: Qualidade ambiental. nascentes urbanas. unidades de conservação.

ABSTRACT

The objective of this work was to carry out a survey of the existing springs in the Municipal Park of Island of Mosqueiro (MPIM), belonging to the Metropolitan Region of Belém/PA, with the purpose of localization and environmental diagnosis to subsidize the elaboration of the management plan for future studies of intervention in the park with the creation of Conservation Units (UC) as is the case of the MPIM that is inserted in the urban environment. The methodology consisted of walks on deactivated trails and hearings with residents close to the MPIM area and analysis of satellite images in order to identify possible springs. The only spring identified had its position obtained by means of GPS and photographic records were taken along the trails and the surrounding area, in order to verify the anthropic actions and the use and occupation of the soil. The physicochemical and bacteriological analyzes of the spring water to obtain the IQA and macroscopic analysis to determine the environmental quality of the identified spring showed that the spring has good water quality, but with reasonable environmental quality by macroscopic analysis, showing that it is necessary more government actions with the purpose of protecting water outcrops in conservation units.

Keywords: Environmental Quality; urban springs, conservation units.

1. INTRODUÇÃO

A água é responsável em manter o funcionamento e a manutenção do corpo humano, além de ser essencial a vida na Terra. Segundo Alcântara (2010), a água tem os mais diversos fins, entre eles, o abastecimento público e industrial, a irrigação agrícola, a produção de energia elétrica e também a preservação da vida aquática. Embora a maior parte do planeta seja coberta por água, mais da metade desta encontra-se indisponível para consumo. A escassez da água de boa qualidade em várias partes do mundo, já é uma dura realidade e começa a ser considerada como um bem de alto valor econômico, estratégico e social. Isto ocorre devido a sua importância para os mais diversos setores da atividade humana. No entanto, ainda é alarmante a degradação dos recursos naturais, principalmente os ainda existentes nos entornos das áreas urbanas, onde sofrem constantemente pressão do urbano com a diminuição das áreas verdes e nascentes que afloram a superfície da terra e são mantenedoras dos cursos da água que abastecem a população das cidades.

O Brasil é considerado um país privilegiado devido sua extensa reserva de água doce. Todavia, a permanência de uma má gestão desse recurso poderá acarretar em impactos ambientais irreparáveis ao homem. Felipe e Junior (2016), asseveraram que o crescimento urbano altera a vazão de água das nascentes (principais responsáveis pelo aparecimento dos cursos de água no solo) podendo ocasionar o desaparecimento da mesma.

As nascentes são responsáveis pelo processo de passagem da água subterrânea para a superfície e é perceptível sua importância para o meio em que vivemos, devido serem responsáveis por abastecer os recursos hídricos. As nascentes terão aparição oriunda do ciclo hidrológico que abastece a camada subterrânea.

A cidade de Belém, capital do estado do Pará possui importantes mananciais que sofrem constantemente pressões com cargas de resíduos e contaminantes oriundos de diversas fontes que são lançados diretamente nos cursos d'água. Este cenário de desenvolvimento da urbe tem se constituído muito em função do processo

de formação e crescimento das cidades que se caracterizou pela ausência de planejamento e conseqüente destruição dos recursos naturais, incluindo, algumas vezes, áreas notoriamente consideradas como de proteção, como é o caso das nascentes e corpos hídricos de água (BELLO *et al.*, 2014).

É de conhecimento que no decorrer do processo de urbanização ocorram mudanças do ecossistema natural por outro ambiente totalmente desfavorável, conforme as necessidades do homem, exaurindo os recursos do solo, sem planejamento, agravando os problemas ambientais, e de modo diferenciado, as populações de baixa renda, que sem acesso à moradia, passam a ocupar áreas inadequadas, como por exemplo, as Áreas de Proteção Permanente-APP, as quais se ocupadas irregularmente, são chamadas de “invasões” (BARROS *et al.*, 2003).

No Brasil, com a criação dos parques urbanos pela Lei nº 9.985 de 2000, as cidades passam a ter espaços verdes destinados à promoção da qualidade de vida urbana no bem-estar das pessoas e proteção do meio ambiente. Os parques urbanos passam então a desempenhar diferentes funcionalidades e configurações nas cidades, os quais estão diretamente relacionados às formas de gestão ambiental e padrões de crescimento dos núcleos urbanos. Enquanto alguns centros recebem multidões, outros estão vinculados à proteção ambiental, sendo um consenso na literatura, que os parques urbanos são estrategicamente importantes para a qualidade de vida das pessoas no conjunto das sociedades em crescente urbanização (CARDOSO *et al.*, 2015).

Nessa visão, foi criado o Parque Municipal da Ilha de Mosqueiro que é uma Unidade de Conservação denominada Parque Municipal da Ilha do Mosqueiro (PMIM) pela Lei 1.401/88, através do Plano Diretor do Município de Belém, Lei nº 1.601/93 e ratificada pelo Decreto nº 26.138/93 – PMB, com uma área de 190 ha. A ilha de Mosqueiro sofreu uma ocupação desordenada com a construção da ponte que liga mosqueiro com o continente facilitando a entrada ao balneário por via rodoviária e vem sofrendo grande pressão de ocupação devido à expansão de atividades ligadas à agropecuária a às explorações madeireiras, imobiliária e turística o que poderá

acarretar vários problemas como, a escassez de recursos hídricos superficial e drenagem que são oriundos do crescimento urbano desordenado, destruição de ecossistemas marinhos em área de mananciais ocasionados por desequilíbrios no meio aquático provocado por ação humana (VENTURIERI *et al*, 1998).

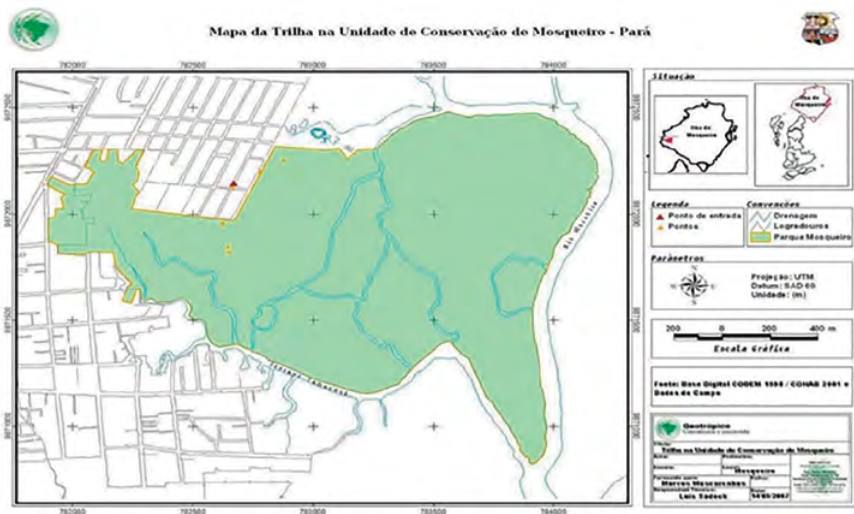
Dessa forma, observa-se que áreas de conservação ambiental como os parques ambientais por estarem localizadas em área urbana de Belém e a aproximadamente (70 km de Belém), respectivamente, se constituem em um dos poucos remanescentes florestais com enorme potencial demonstrativo para a pesquisa e desenvolvimento florestal, conservação da natureza, educação ambiental, turismo ecológico, o que deve ser incentivado e apoiado pela sociedade e pelas instituições. Assim, o presente trabalho teve como foco principal o Parque Municipal da Ilha do Mosqueiro (Belém/PA) pretendendo contribuir com este estudo na preservação dos recursos naturais, localizando, mapeando e avaliando a qualidade de suas nascentes através de índices ambientais para fomentar ações mais eficientes à gestão pública na preservação e fiscalização ambiental.

2. METODOLOGIA

A primeira etapa dos trabalhos que foram realizados no Parque Municipal da Ilha de Mosqueiro (PMIM) consistiu em obter junto a SEMMA autorização de acesso e apoio para realização do presente estudo no PMIM, a qual permitiu o acesso e com a ajuda do administrador do PMIM, em Mosqueiro, foi realizada as primeiras incursões na floresta para localização dos afloramentos hídricos.

Assim, vale destacar que o Parque Municipal da Ilha do Mosqueiro (Figura 1), que faz parte do município de Belém está situado na referida ilha entre as coordenadas de 01° 21' 52" S e 48° 20' 45" W e é formado por um conjunto de ilhas: do Cotovelo, Terra Alta e Carará e ladeado pelos rios Murubira e Tamanduá. Sua localização é limitada pelos igarapés Tamanduá e Cajueiro e pelo rio Murubira e está localizado a 67 km da cidade de Belém e abrange uma área de 190 ha. Foi criado pela Lei 1.401/88, e englobado pelo Plano Diretor do Município de Belém, Lei n° 1.601/93 e ratificada pelo Decreto n° 26.138/93.

Figura 1. Localização geográfica do Parque Municipal da Ilha de Mosqueiro (PMIM) em Belém/PA.



Fonte: BELÉM (2017)

2.1 Localização das Nascentes

Foi realizado inicialmente um levantamento das bibliografias referentes ao levantamento cadastral das nascentes dos parques. Em seguida foram feitas incursões na área do PMIM, bem como entrevistas com moradores vizinhos para pré-localização e posteriormente realizar o levantamento de campo para localização dos afloramentos hídricos.

Para o mapeamento das nascentes na área do PMIM foi utilizado o mapa cadastral georreferenciado disponibilizado em página eletrônica da Prefeitura Municipal de Belém. O diagnóstico ambiental das nascentes foi realizado com registro fotográfico, caminhamento para localização dos afloramentos hídricos, levantamento das coordenadas geográficas, e identificação da nascente no mapa cadastral georreferenciado em escala apropriada.

Foi utilizado um aparelho GPS da marca GARMIN, modelo OREGON 650 para obtenção das coordenadas geográficas do caminhamento realizado desde a entrada do PMIM até a posição da nascente.

2.2 Procedimentos de Coleta de Água na Fonte

Após a localização da nascente foram obtidas as amostras de água da nascente e realizadas análises físico, química e bacteriológicas para obtenção do Índice de Qualidade Ambiental. Esta etapa ocorreu durante os meses de maio e junho de 2018, mais precisamente pela parte da manhã. Durante o mês de Maio (dia 08/05), quando aconteceu a primeira coleta, os dias estavam com elevadas ocorrências de chuvas, o que elevou o nível de água da nascente. Já durante o mês de junho (dia 08/06), com a redução das precipitações houve diminuição do nível dos aquíferos e do nível de água da nascente. Porém, nenhum desses fatores impediu ou dificultou a coleta de água.

Os procedimentos de coleta seguiram os descritos pelo Guia Nacional de Coleta e Preservação das Amostras da Agência Nacional das Águas (ANA) e Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB).

Durante a coleta foi realizada a higienização das mãos com álcool em gel, utilização de luvas estéreis para impedir a contaminação dos frascos coletores. Seguindo as técnicas específicas para coleta, o primeiro frasco a ser utilizado possuía 250ml, direcionado para o ensaio bacteriológico, já que a água a ser coletada não poderia sofrer interferência de outro meio para não alterar o real resultado da análise bacteriológica. Em seguida, outro frasco com 1500 ml foi preenchido com a amostra para os ensaios físico-químico (Figura 2). Posteriormente as amostras foram armazenadas em isopor com gelo, para que fossem mantidas suas características e levadas para análise em laboratório.

Figura 2. Coleta de amostra de água da nascente.



No laboratório, as amostras foram analisadas para obtenção dos parâmetros físico-químico e bacteriológica para determinação do Índice de Qualidade das Águas (IQA) da nascente encontrada. A metodologia utilizada para as análises seguiu os procedimentos constantes no *Standard Methods for Water and Wastewater* – SMWW 22º Edição conforme descrito na Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetro obtidos para determinação do IQA.

Parâmetros	Método de Análise
DBO	SMWW 22º 5210 C
Fósforo	Método HACH 8029
Nitrogênio Total	-
Oxigênio Dissolvido	SMWW 22º 4500 O G
pH	SMWW 22º 4500-H+
Sólidos Totais	SMWW 22º 2540B
Temperatura da Água	SMWW 22º 2550B
Turbidez	SMWW 22º 2130B
Coliformes Termotolerantes	SMMW 22º 9223 B

2.3 Diagnóstico Ambiental da Nascente

Na obtenção do Índice de Qualidade das Águas (IQA) da nascente foi utilizado o método descrito pela CETESB (2011) no qual o IQA é calculado pelo produto ponderado da qualidade da água correspondente às variações que integram o índice. A Equação 1 é utilizada para o cálculo do IQA.

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad (\text{Eq. 1})$$

Sendo:

IQA: Índice de Qualidade das Águas, onde o número poderá variar entre 0 e 100;

qi: qualidade do i-ésimo parâmetro, sendo que o número está entre 0 e

100, obtido da respectiva “curva média de variação de qualidade”, em função de sua concentração ou medida;

w_i: peso que correspondera ao i-ésimo parâmetro, está contido entre 0 e 1

n: número de variáveis que entram no cálculo do IQA.

Para obter-se o valor do IQA, é necessário que todos os nove parâmetros estejam dispostos, caso contrário o cálculo é impossibilitado. Depois de referido cálculo, é possível identificar a qualidade da água, sendo um número que varia entre 0 e 100, como demonstrada na Tabela 2.

Tabela 2: Distribuição do IQA

Categoria	Ponderação
Ótima	$79 < IQA \leq 100$
Boa	$51 < IQA \leq 79$
Regular	$36 < IQA \leq 51$
Ruim	$19 < IQA \leq 36$
Péssima	$IQA \leq 19$

Fonte: Adaptado de CETESB.

O diagnóstico ambiental foi obtido com base no uso e ocupação do solo empregando a metodologia de Gomes et al (2005) que, através de uma análise sensorial e perceptiva, consideraram a coloração aparente, o odor da água, o lixo no entorno, os materiais flutuantes, a presença de espumas e óleos, o esgoto, a vegetação, a presença de animais, o uso por seres humanos (tendo em vista que as nascentes não podem ser drenadas, soterradas, ou receber cargas decorrentes de efluentes domésticos e em um raio de 50 metros deve haver preservação total do ecossistema, incluindo vegetação e solo), a existência ou não de proteção, presença ou não de identificação, residências nas proximidades e se as nascentes estão localizadas em áreas de inserção (áreas que visam a preservação), como fatores determinantes para a avaliação da qualidade ambiental da nascente. Os autores atribuíram a esses parâmetros um valor que foi transformado em padrão de qualidade, conforme mostrado no Quadro 1 de acordo os aspectos observados por Dias (1998).

Quadro 1. Quantificação da análise dos parâmetros macroscópicos.

Parâmetros	Valor		
Cor da água	(1) Escura	(2) Clara	(3) Transparente
Odor	(1) Cheiro Forte	(2) Cheiro Fraco	(3) Sem Cheiro
Lixo ao redor	(1) Muito	(2) Pouco	(3) Sem Lixo
Materiais Flutuantes	(1) Muito	(2) Pouco	(3) Sem Materiais Flutuantes
Espumas	(1) Muita	(2) Pouca	(3) Sem Espumas
Óleos	(1) Muito	(2) Pouco	(3) Sem Óleos
Esgoto	(1) Doméstico	(2) Fluxo Superficial	(3) Sem Esgoto
Vegetação	(1) Alta Degradação	(2) Baixa Degradação	(3) Preservada
Uso por animais	(1) Presença	(2) Apenas Marcas	(3) Não Detectado
Uso por humanos	(1) Presença	(2) Apenas Marcas	(3) Não Detectado
Proteção do local	(1) Sem proteção	(2) Com Proteção (com acesso)	(3) Com Proteção (sem acesso)
Proximidade com residência ou estabelecimento	(1) Menos de 50 metros	(2) Entre 50 e 100 metros	(3) Acima de 100 metros
Tipo de área de inserção	(1) Ausente	(2) Propriedade Privada	(3) Parques ou Áreas Protegidas

Fonte: Adaptado de Gomes *et al* (2005).

Segundo Gomes *et al* (2005), as nascentes foram distribuídas em classes de acordo com o grau de preservação, que foi denominado de Índice de Impacto Ambiental em Nascentes. Os autores dividiram as classes em cinco. Essas classificações se deram pela somatória dos pontos obtidos através das análises em campo da qualidade da nascente dos 13 parâmetros observados, conforme pode ser visto na Tabela 3.

Tabela 3. Classes das nascentes

Classe	Grau de Preservação	Pontuação Final
A	ÓTIMO	Entre 37 a 39 Pontos
B	BOA	Entre 34 a 36 Pontos
C	RAZOÁVEL	Entre 31 a 33 Pontos
D	RUIM	Entre 28 e 30 Pontos
E	PÉSSIMO	Abaixo de 28 Pontos

Fonte: Adaptado de Gomes *et al* (2005).

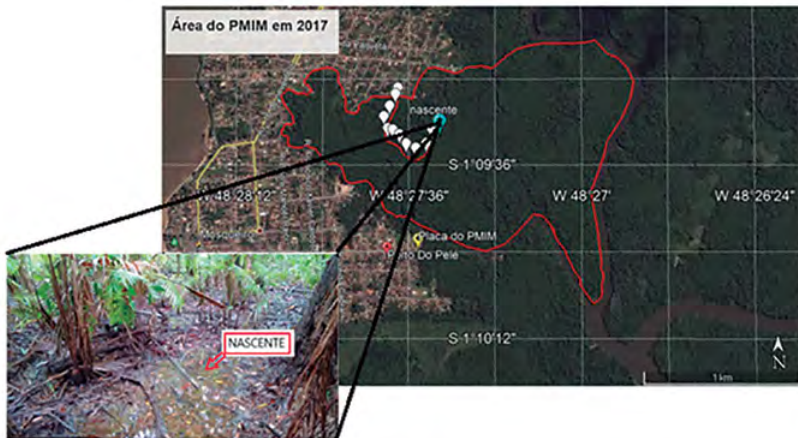
Vale destacar que durante a realização das trilhas na ocasião da busca das nascentes no PMIM foram obtidos vários registros fotográficos na caminhada para identificar as ações antrópicas na área do parque quanto ao uso e ocupação do solo, logo, estas observações ajudaram na quantificação dos parâmetros macroscópicos para obter o diagnóstico ambiental da área onde foi localizada a nascente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Localização e Mapeamento da Nascente do Parque Municipal da Ilha de Mosqueiro (PMIM)

A nascente foi georreferenciada nas coordenadas geográficas de 01°09'30.2" S e 048°27'29.5" W, e para chegar até o local foi percorrido a antiga trilha do PMIM, (Figura 3), que encontra-se desativada. Apesar de estar desativada, os moradores utilizam para caçar, extrair madeira e outras atividades que são proibidas no parque que é uma Unidade de Conservação.

Figura 3. Localização geográfica da nascente na área do PMIM e a demarcação da trilha percorrida até a nascente.



Fonte: Adaptado de Google Earth (2018)

Um dos importantes passos na identificação de um afloramento hídrico em uma área tão extensa como o PMIM que abrange uma área de 190ha foi a de ouvir os moradores vizinhos ao parque valorizando assim o conhecimento “popular” e direcionando as áreas de busca para os locais mais prováveis através das imagens de satélites (Figura 3) e do mapa georreferenciado disponibilizado pela Prefeitura Municipal de Belém (Figura 1) para verificar a possibilidade da existência de nascentes. Vale destacar que todo o processo de localização da nascente, após obtida a autorização de acesso dependia da agenda dos funcionários do PMIM para ajudar a chegar às áreas que eram de difícil acesso e haviam pessoas que habitavam as áreas do parque de forma irregular. Destaca-se que não foram encontradas outras nascentes na área estudada devido a extensão da área do PMIM e as dificuldades ora relatadas tornou inviável a busca por outras nascentes. No local da nascente, não havia placas identificando-a e nem cercas para sua proteção.

3.2 Uso e Ocupação do Solo

O Parque Municipal da Ilha do Mosqueiro, considerado uma Unidade de Conservação (UC), dispõe de uma vasta diversidade de fauna e flora, sendo criado em novembro de 1993. De acordo com Menezes *et al* (2011),

sua elaboração busca manter a preservação desta importante área de mata nativa; servir de refúgio da fauna silvestre e paralisar um processo de loteamento desordenado e urbanização do local. Este parque encontra-se localizado próximo ao centro comercial de Mosqueiro e possui 3000m de trilhas, porém, a trilha que deveria ser usada para o ecoturismo, fortalecendo de certa forma a economia da ilha e também sendo muito importante para desenvolvimento de pesquisas; está desativada por motivos de abandono. Ademais, o crescimento desordenado fez com que certas áreas do PMIM, principalmente as que estão próximas às avenidas, sofressem uma maior degradação, reduzindo consideravelmente uma parte dessa área. Na Figura 4, é possível observar à entrada do PMIM, ocupações irregulares da área do parque, e o descarte de resíduos sólidos.

A nascente que foi localizada denominada N1 apresenta-se com vazamentos superficiais que foram espalhados pela área que segundo Belizário (2015) é uma situação conhecida como nascente difusa. De acordo com Valente e Gomes (2005) apud Belizário (2015), a nascente difusa “é aquela formada por pequenos vazamentos superficiais espalhados por uma área que se apresenta encharcada (brejo) e vai acumulando água em poças até dar início a fluxos contínuos, sendo conhecidas como nascentes difusas”.

Figura 4. Ocupações irregulares à entrada do PMIM e descarte de lixo na trilha que leva a nascente.



Além das imagens retiradas na entrada do parque, foram fotografadas, no perímetro da Avenida 16 de Novembro, mais cenas de descartes irregulares de esgoto e resíduos sólidos. A decomposição desses resíduos forma o chorume, que se infiltra no solo e afeta diretamente a qualidade das águas armazenadas no lençol freático. Como é uma área de preservação ambiental, não deveriam estar presentes no local, as pequenas moradias e resíduos sólidos, onde por não existir saneamento básico, as águas servidas são despejadas no solo e contribuem na redução da qualidade das águas subterrâneas, que por sua vez afloram na superfície e abastecem os mananciais, no caso o rio Murubira. A Figura 5, demonstra o problema relatado.

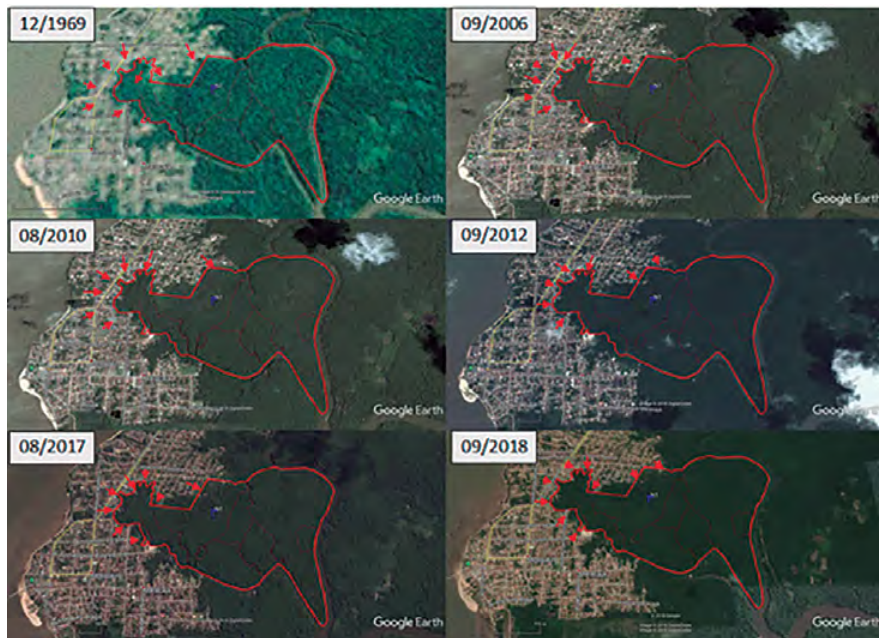
Figura 5. Descarte de resíduos sólidos e esgoto dentro do PMIM.



Fonte: Autor (2018).

Além das observações realizadas foi utilizado o aplicativo Google Earth Pro (versão 7.3.2.5491), que disponibiliza imagens de satélite, e permite verificar por uma série histórica de imagens (1969 à 2018), as áreas afetadas do PMIM pela pressão urbana que foram indicadas nas setas em vermelho nas áreas de entorno do PMIM (Figura 6).

Figura 6. Pressão urbana nas áreas próximas aos limites do Parque Municipal da Ilha de Mosqueiro (PMIM).



Fonte: Adaptado do Google Earth (2018).

As imagens disponibilizadas (Figura 6) são referentes aos anos anteriores e posteriores a criação do parque. No entanto, no ano de 1969, antes do local ser considerado uma Unidade de Conservação, já era possível observar que a área estava sendo objeto de ocupação. As Leis ambientais existentes visam a preservação do meio ambiente e minimizar os impactos destrutivos causados pela ação humana, como a Lei N° 12.651, de 25 de maio de 2012, que instituiu o Código Florestal Brasileiro, dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e estabelece normas gerais para áreas de preservação permanente, a própria Lei 1.401/88, que através do Plano Diretor do Município de Belém criou o PMIM, e a Lei Complementar de Controle Urbanístico n° 02/1999, de 19 de julho de 1999, que dispõe sobre o parcelamento, ocupação e uso do solo urbano do município de Belém. Diante disso, o cenário de ocupação de algumas áreas do PMIM, e de seu entorno gera, inevitavelmente, alterações físicas e ambientais no meio, as quais podem alterar

consideravelmente a dinâmica das nascentes e dos sistemas hídricos, sendo dessa forma, cabendo ao poder público e à população, ações imediatas que venham a conter o avanço da urbanização e os seus efeitos deletérios ao meio ambiente.

3.3 Diagnóstico Ambiental da Nascente pelo IQA-CETESB

Os resultados das análises das amostras de água coletadas na nascente do PMIM apresentaram resultados dentro dos limites aceitáveis de água própria para o abastecimento público, conforme a Resolução Conama n° 357/2005 como mostra a Tabela 4.

Os valores de DBO na 2ª amostra apresentaram-se acima dos limites esperados, bem como, o Nitrogênio total, indicando a presença de microrganismos patogênicos, sendo causa possível a presença humana na área da nascente ou de animais. O pH manteve-se dentro da neutralidade somente na 2ª amostragem e turbidez baixa, segundo Marmontel e Rodrigues (2015) valores de pH próximos à neutralidade são esperados quando se tem solos com vegetação natural como é o caso das nascentes do PMIM, onde há pouca degradação da vegetação de entorno à nascente. De acordo com Silva (2007) apud Marmontel e Rodrigues (2015), valores de pH com pouca alteração contribui para a manutenção de seres vivos presentes nos locais.

Tabela 4. Resultado das amostras de água da nascente identificada na área do PMIM (N1).

Parâmetros	Resultado (mg/L)/ 1ª Coleta 08/05	Resultado (mg/L)/ 2ª Coleta 08/06	CONAMA N° 357/2005 Tabela 1 e Artigo 15.	LQ	Parâmetros de comparação (reais)
DBO	0,33 mg/L	38,99 mg/L	Até 5,0 mg/L	-	0,10
Fósforo	0,02 mg/L	0,09 mg/L	Até 0,05 mg/L	0,02	0,10
Nitrogênio Total	0 mg/L	1,4 mg/L	-	2,0	0,10
Oxigênio Dissolvido	7,04 mg/L	5,17 mg/L	Não inferior a 5,0 mg/L	0,05	0,17

pH	5,20	6,56	De 6 a 9	-	0,12
Sólidos Totais	502,00 mg/L	76,00 mg/L	-	-	0,08
Temperatura da Água	21,00 °C	26,70 °C	-	-	0,10
Turbidez	14,00 uT	6,03 uT	Até 100 NTU	0,01	0,08
Coliformes Termotolerantes	44,8 NMP/100 mL	0 NM-P/100mL	Até 1000 NMP/ 100 mL	-	0,15

O Cálculo do IQA realizado conforme a Equação 01 nas duas amostragens apresentou, respectivamente, resultados de 63 e 53, para a 1ª e 2ª coleta, classificando a qualidade das águas da nascente, conforme a Tabela 2, como boa, apesar das variações observadas nas amostras de Coliformes Termotolerantes que foi detectada na 1ª coleta ter apresentado a existência de microrganismos, o que pode ser um indicativo de fezes de animais, comuns na área. No entanto, Marmontel e Rodrigues (2015) salientaram que a utilização da água como indicador qualitativo exige estudos complementares, que permitam verificar outros fatores que possam interferir na sua qualidade.

3.4 Diagnóstico Ambiental a Partir de Parâmetros Macroscópicos

A nascente encontrada no PMIM está distante das principais avenidas de circulação. Durante as caminhadas para localização da nascente, como já abordado, foram identificados a presença de lixo nas imediações, residências irregulares, entre outros. A água da nascente, considerando o aspecto da cor, encontra-se em bom estado, pois tem a coloração transparente, não foram detectados odores, a presença de lixo é pequena, não há materiais flutuantes, não tem presença de espumas, nem óleo na nascente, nem no seu entorno imediato e não há esgoto sendo lançado *in natura*, a vegetação é densa, existe a presença de animais (apenas marcas observadas durante as análises), a área tem a visita esporádicas de humanos, a proteção do local é inexistente, a proximidade da nascente com residências se dá a mais de 340 metros .

De acordo com os parâmetros de avaliação de qualidade ambiental a pontuação da qualidade da nascente é 33, portanto a nascente **N1** está com qualidade “razoável”, conforme pode ser observado na Tabela 5.

Tabela 5. Classificação da nascente quanto aos parâmetros macroscópicos.

Nascente N1		Coordenadas geográficas: 01°09'30.2" S e 048°27'29.5" W	
Parâmetros	Situação	Pontuação	
Cor da água	Transparente	03	
Odor	Sem Cheiro	03	
Lixo ao redor	Pouco	02	
Materiais Flutuantes	Sem Materiais Flutuantes	03	
Espumas	Sem Espumas	03	
Óleos	Sem Óleos	03	
Esgoto	Sem Esgoto	03	
Vegetação	Baixa Degradação	02	
Uso por animais	Apenas Marcas	02	
Uso por humanos	Apenas Marcas	02	
Proteção do local	Sem proteção	01	
Proximidade com residência ou estabelecimento	Acima de 100 metros	03	
Tipo de área de inserção	Parques ou Áreas Protegidas	03	
Pontuação		33	
Qualidade		Razoável	
Classificação		C	

Diante dos resultados apresentados do diagnóstico ambiental da nascente (N1) encontrada no Parque Municipal da Ilha de Mosqueiro nota-se que a qualidade (razoável) teve forte influência das ações antrópicas observadas no parque e a falta de proteção da nascente, que apesar de não ter sido catalogada em cadastros oficiais era conhecida dos moradores da área. Belizário (2015) asseverou que o principal contribuinte por parte dos processos de degradação de um afloramento hídrico é a população e o poder público pela falta de ações de proteção, haja visto que, a nascente está em área de preservação ambiental.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A nascente é área de proteção permanente e está inserida em área de conservação ambiental e vem sofrendo pressão com a deposição de resíduos na sua área que deveria estar protegida conforme determina a Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012. A proximidade com a urbe e as fragilidades observadas na área do PMIM fortalecem as ações antrópicas deletérias na área

As análises de qualidade da água e obtenção de índices de qualidade da água da nascente do Parque Municipal de Mosqueiro apresentaram resultados que corroboram essa análise, os limites aceitáveis de qualidade da nascente estão sendo prejudicados, o uso de técnicas bastante simples de educação ambiental, de restauração e proteção física das nascentes, da mata nativa e de políticas são práticas que se bem incorporadas podem ajudar na conservação.

Agradecimentos

Agradecimento especial a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade do Estado do Pará e a Fundação Amazônia Paraense de Amparo à Pesquisa pela bolsa PIBIC/FAPESPA concedida a qual tornou possível a realização deste projeto e a Prefeitura de Belém pelo apoio e cooperação no acesso ao parque (PMIM).

5. REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, D. C. Avaliação da qualidade da água em mananciais superficiais - estudo para criação de unidade de conservação em itapema/sc. Florianópolis, 2010. 88 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental). Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico.

APHA, 2012. Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater, 22nd Ed.: American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. Washington, DC.

BARROS, M. V. F; SCOMPARIM, A; KISHI, C. S; CAVIGLIONE, J. H; ARANTES, M. R. L; NAKASHIMA, S. Y; REIS, T. E. S.

Identificação das ocupações irregulares no fundos de vale da cidade de Londrina/PR por meio de Imagem Landsat 7. Curitiba – PR: UFPR, 2003. Disponível em: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/raega/article/viewFile/3350/2686> Acesso em 19 de out. 2011, 22:30:30.

BELÉM, Lei Complementar Nº 2/99, De 19 De Julho De 1999. Lei Complementar De Controle Urbanístico - Dispõe Sobre o Parcelamento, Ocupação e Uso do Solo Urbano do Município de Belém e dá Outras Providências. Disponível em: http://www.belem.pa.gov.br/planodiretor/pdfs_legislacao/lccu.pdf?id_lei=724 em: 25/09/2018

BELÉM. Lei n. 7.539, de 19/11/1991. Cria o Parque Ecológico de Belém. (1991). Recuperado em 20 de fevereiro de 2010, de <http://www.belem.pa.gov.br>

BELÉM. (2008, 31 de julho). *Plano Diretor de Belém. Lei nº 8.655/08.* Belém: Diário Oficial [do] Município n. 11.189. Recuperado em 20 de fevereiro de 2010, de <http://www.belem.pa.gov.br>.

BELLO, L. A. L. ; TORRES, F. F. M ; LIMA, A. C. M. ; DE CAMPOS, T. M. P. *Estudo sobre métodos de diagnóstico ambiental de nascentes em unidades de conservação permanente.* 2014. Apresentação em Congresso COBRAMSEG, Goiânia, Brasil 2014.

BELIZÁRIO, W. S.; Avaliação da Qualidade Ambiental de Nascentes em Áreas Urbanas: Um Estudo sobre Bacias Hidrográficas do Município de Aparecida de Goiânia/GO, Revista Mirante, Anápolis/GO; v. 8; n. 1, jun. 2015.

BRASIL; MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE; CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA – RESOLUÇÃO Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005; Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>, em 25/09/2018.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (2000, 19 de julho). *Lei n. 9.985, de 18 de Julho de 2000. Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC.* Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil.

BRASIL. Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012. *Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a medida provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.* Acesso em: 10/08/2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm

CARDOSO, S. L. C.; SOBRINHO, M. V.; VASCONCELLOS, A. M. A. *Gestão ambiental de parques urbanos: o caso do Parque Ecológico do Município de Belém Gunnar Vingren.* Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana (Brazilian Journal of Urban Management). 2015 jan./abr., 7(1), 74-90.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos / Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Organizadores: Carlos Jesus Brandão ... [et al.]. – São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011.

DIAS, G. F.; Educação Ambiental: Princípios e Práticas. Editora Gaia; São Paulo; 5º Edição.

FELIPPE, M.; JUNIOR, A. M. Consequências da ocupação urbana na dinâmica das nascentes em Belo Horizonte-MG.

GOMES, P. M.; MELO, C.; VALE, V. S.; Avaliação dos Impactos Ambientais em Nascentes na Cidade de Uberlândia-MG: Análise Macroscópica; Sociedade & Natureza, Uberlândia, vol 17, n.32: 103-120, jun, 2005.

GOOGLE. Google Earth Pro. Versão 7.3.2.5491. 2018. Ilha de Mosqueiro. Disponível em: [http:// https://earth.google.com/download-earth.html](http://https://earth.google.com/download-earth.html). Acesso em: 02/07/2018.

MARMONTEL, C. V. F.; RODRIGUES, V. A.; Parâmetros Indicativos para Qualidade da Água em Nascentes com Diferentes Coberturas de Terra e Conservação da Vegetação Ciliar; Floresta e Ambiente; 22(2):171-181, 2015.

MENEZES Lucia; CARVALHO Elena; NUNEZ Yuri; BRITO Liane, SEMBER Nair; VASCONCELOS Eduardo. Parques Urbanos de Belém (PA): Situação Atual e Problemáticas Sócio-Ambientais, 2011.

SEMMA – Secretária Municipal do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.belem.pa.gov.br/app/c2ms/v/?id=10&conteudo=2715>. Acesso: 03 jun. 2013.

VENTURIERI. A.; WATRIN, O. S.; ROCHA, A. M. A; SILVA, B. N. R; Avaliação da Dinâmica da Paisagem da Ilha do Mosqueiro, Município de Belém, Pará; Anais IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Santos, Brasil, 11-18, Setembro, 1998, INPE, p. 247-256. Disponível em: http://marte.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/deise/1999/02.08.10.03/doc/4_69o.pdf. Acesso em: 12/04/2017.

CAPÍTULO 10

AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DA EXPANSÃO URBANA NO IGARAPÉ SANTA BÁRBARA EM IGARAPÉ-MIRI/PARÁ

Sebastião da Cunha Lopes

Professor Doutor da Universidade do Estado do Pará, UEPA,
sebclopes@yahoo.com.br

Manoela da Silva Cunha

Graduada em Licenciatura em Ciências Biológicas, UEPA,
unmacunha@hotmail.com

Tatiane Alves Lobato

Graduada em Licenciatura em Ciências Biológicas, UEPA,
Tatiane_t.marcelly@hotmail.com

Luzinês de Jesus Costa Ferreira

Graduada em Pedagogia, UVA, luzjesus007@gmail.com

RESUMO

Com o crescimento desordenado das cidades a pressão sobre os recursos hídricos tornam-se inevitáveis, principalmente de igarapés que tem seu leito dentro da zona urbana. E como consequência do desmatamento e construção de palafitas ocorre alterações ambientais sérias algumas irreversíveis. O objetivo deste estudo é fazer uma análise da relação entre as atividades antrópicas e a degradação ambiental do igarapé Santa Barbara localizado no município de Igarapé-Miri/PA. Levados pela preocupação e interesse em compreender as questões ambientais mais profundamente, bem como, com a visível degradação pela qual vem passando o Igarapé Santa Bárbara optou-se em utilizar a abordagem quali-quantitativa, objetivando captar as percepções dos moradores sobre as problemáticas ambientais mais urgentes, utilizando-se como instrumento a aplicação de questionário, entrevistas e observações. A forma desordenada como foi realizada a ocupação da área ao entorno do igarapé tem grande relevância na compreensão da

questão discutida por este trabalho. No entanto, evidencia-se que, para além da forma de ocupação, há também, a total ausência do poder público na ordenação e gestão de questões urbanísticas. Isso possibilitou de forma ainda mais acentuada, a poluição do componente hídrico e degradação das margens do igarapé objeto de estudo, resultando em significativa queda na qualidade de vida da população local além de uma perda, provavelmente, irreparável do ecossistema. Constatou-se ainda que, apesar do alto grau de degradação ambiental o poder público municipal ainda não possui uma política voltada para a defesa do meio ambiente, conforme preceitua as legislações atualmente em vigor, nem tampouco desenvolve ações que visem à implementação de uma prática de educação ambiental.

Palavras-Chave: degradação. urbanização. educação ambiental.

ABSTRACT

With the disorderly growth of cities, pressure on water resources becomes unavoidable, especially on streams that have their bed within the urban area. And as a consequence of deforestation and the construction of stilts, serious environmental changes occur, some of them are irreversible. The aim of this study is to analyze the relationship between human activities and environmental degradation of the Santa Barbara stream located in the municipality of Igarapé-Miri/PA. Driven by the concern and interest in understanding environmental issues more deeply, as well as the visible degradation that the Igarapé Santa Bárbara has been going through, it was decided to use the quali-quantitative approach, aiming to capture the residents' perceptions about the most urgent environmental issues, using as an instrument the application of a questionnaire, interviews and observations. The disorderly way in which the occupation of the area around the stream was carried out has great relevance in understanding the issue discussed in this work. However, it is evident that, in addition to the form of occupation, there is also the total absence of public power in the ordering and management of urban issues. This made even more accentuated the pollution of the water component and degradation of the banks of

the stream which are the object of study, resulting in a significant drop in the quality of life of the local population, in addition to a probably irreparable loss of the ecosystem. It was also found that, despite the high degree of environmental degradation, the municipal government still does not have a policy aimed at protecting the environment, as provided for in the legislation currently in force, nor does it develop actions aimed at implementing a practice of environmental education.

Keywords: degradation. urbanization. environmental education.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento desordenado das cidades tem ocasionado mudanças profundas na paisagem natural, produzindo grandes alterações no meio ambiente, que comprometem a qualidade de vida e, botam em risco não apenas a saúde das pessoas, mais até mesmo a existência de muitas espécies animais e vegetais. Segundo Tonello et al. (2008, p.41), “a atividade antrópica vem alterando e comprometendo de forma irreversível ambientes que comportam recursos indispensáveis a sobrevivência do homem”. Isto é, a forma como o homem vem explorando os recursos naturais, se traduz em grandes impactos ao meio ambiente, que podem efetivamente, exceder a capacidade de suporte e regeneração dos ecossistemas constitutivos da biosfera, ocasionando consequentemente seu desequilíbrio. Nesse âmbito, pontuam Gomes e Soares (2004):

[...] como fruto da urbanização desenfreada vivenciada principalmente pelos países ditos ‘subdesenvolvidos’, a problemática ambiental se agrava e ganha escopo cada vez mais à medida que as cidades se expandem. [...] *A partir desse cenário, identificado a priori, pode-se tentar compreender a importância que assume a preocupação com a qualidade ambiental urbana, vista como elemento fundamental para o alcance da melhoria da qualidade de vida do homem urbano.* (GOMES; SOARES, 2004, p. 22)
[Grifo nosso]

Faz-se imprescindível, no mundo de hoje que todos: governos, organizações não governamentais, universidades, escolas, enfim, que a sociedade civil organizada, possa buscar soluções para as grandes problemáticas ambientais que afligem a sociedade. Os problemas ambientais, causados pela emissão de gases tóxicos na atmosfera, pela aceleração do desmatamento de grandes áreas florestais, pelo impacto provocado pelos grandes projetos de desenvolvimento, como tem ocorrido na Amazônia, por acidentes causados pelas empresas petrolíferas, pela grande produção de lixo doméstico; entre outras, são constantemente noticiados através dos meios de comunicação.

Estas situações chamam à atenção para a necessidade urgente de repensar a relação com o meio ambiente, buscando compreender a necessidade de assumir uma nova postura, mais adequada à preservação ambiental. Apesar de que o município de Igarapé-Miri, não possui altos índices de urbanização, como será percebido adiante, no entanto, é possível perceber uma a série de problemas ambientais que colocam em risco o equilíbrio ambiental de áreas que deveriam ser preservadas, como os igarapés.

O objetivo deste estudo foi fazer uma análise da relação entre as atividades antrópicas e a degradação ambiental do igarapé Santa Bárbara localizado no município de Igarapé-Miri/PA.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Essa pesquisa teve caráter quali-quantitativo foi realizada através de pesquisa de campo e entrevista aos moradores no entorno do igarapé.

2.1 Local da pesquisa

Foram realizadas inicialmente três visitas para observações das condições ambientais *in loco*. Essa pesquisa foi realizada no igarapé Santa Bárbara que nasce no rio Igarapé-Miri e direciona-se para o interior entrando cerca de 1.000 metros para o interior da zona urbana do município de Igarapé-Miri/PA.

Figura 1- Imagem de um trecho da cidade de Igarapé-Miri, onde está situado o Igarapé Santa Bárbara.



Fonte: Google Earth, modificado, 2016.

2.2. Coleta dos dados do igarapé

Foram coletados dados de largura e profundidade em quatro pontos selecionados no curso navegável do igarapé. O primeiro ponto foi à desembocadura, ou seja, o lugar onde o igarapé se encontra com o rio, o segundo à 30 metros do primeiro, o terceiro a 60 m e o quarto onde não era possível a navegação de canoa. E cada um desses pontos de coleta, buscou-se reunir informações visuais e descritivas para melhor subsidiar as informações coletadas.

2.3. Entrevista com os moradores

Foram realizadas entrevistas com 21 moradores do entorno do igarapé, essas entrevistas tinham por objetivo o preenchimento de um questionário com perguntas de cunho socioeconômico e ambiental.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Características do Igarapé

A ocupação da área onde se localiza o igarapé data do início dos anos 80, período em que se registra uma elevação significativa

nas taxas de urbanização no município. Na desembocadura o igarapé mede 12 metros de largura e 1,80 metros de profundidade, sendo que, tanto a largura quanto a profundidade vão-se alterando ao longo do percurso do igarapé, chegando a 8 metros de largura e 1,40 metros de profundidade.

A região apresenta vegetação de capoeira e de várzea pouco exuberante. Os solos da várzea do igarapé apresentam drenagem baixa e são argilosos e geralmente úmidos. A bacia apresenta ainda várzea do tipo “várzea de maré”, “[...] que acumulam nutrientes com os depósitos deixados pelas marés”. (MATOS et al., 2011, p. 9). Sofre ao longo do seu percurso com atividades antrópicas que o tornam bastante poluído. A ação do homem tem provocado danos significativos a esse ecossistema, devido à forma indevida como vem sendo utilizado.

Entrevista com moradores

Considerando-se que as famílias são formadas por 4,6 pessoas em média, logo, a renda per capita média dos entrevistados é R\$ 217,34 (duzentos e dezessete reais e trinta e quatro centavos). Quanto à situação de moradia, 85,7% alegaram que são proprietários da área de terra onde está construída a residência, sendo, como se observa, quase que a totalidade das casas construídas em madeira, muitas localizadas bastante próximo da margem do igarapé e, outras praticamente dentro do igarapé, perfazendo um percentual de 61,9% das residências. Aparentemente, o único critério usado na época da ocupação para construção das residências, era que estivessem próximo à margem, provavelmente pela necessidade de consumo de água.

Os dados demonstram que, a população residente às margens do igarapé está social e economicamente desfavorecida. São famílias de um nível socioeconômico muito baixo, o que explica, em certa medida, os motivos pelos quais os mesmos optaram por residir na referida área. Dados relevantes sobre a situação socioeconômica e cultural dos entrevistados são demonstrados na tabela abaixo:

Tabela 1- Dados socioeconômicos e culturais dos entrevistados.

Perfil dos Entrevistados		Quant.	Porcentagem (%)
Profissão	Donas de Casa (doméstica)	6	28,6
	Comerciante	1	4,8
	Marceneiro	1	4,8
	Vive de bicos	4	19,0
	Não Trabalha	3	14,8
	Autônomo	6	28,6
Nível de Escolaridade	Analfabeto	3	14,3
	Ensino Fundamental Incompleto	11	52,4
	Ensino Fundamental Completo	1	4,8
	Ensino Médio Incompleto	4	19,0
	Ensino Médio Completo	2	9,5
Renda Mensal	01 Salário Mínimo	10	47,6
	02 Salários Mínimos	5	23,8
	03 Salários Mínimos	3	14,3
	Recebe ajuda de Programas de Transferência de Renda/ Governo Federal	3	14,3

Fonte: Autores, 2016.

O baixo poder aquisitivo se comprova em primeira instância quando se observa as casas, que são modestas, em sua totalidade de madeira e desprovidas de banheiros adequados para o local. A maioria dos moradores, exceto um, nunca ouviu falar sobre a existência dos banheiros ecológicos secos, próprios para residências localizadas as margens de rios e igarapés. Do total de entrevistados 90,4% informaram que a destinação dos resíduos (bolo fecal e urina) de suas residências era feita direto no leito do igarapé.

Observa-se o baixo nível de escolaridade dos entrevistados, o que reflete também o nível de formação escolar da população. A maioria não concluiu o ensino fundamental (66,7%). Destes, 14,3% são analfabetos e, apenas 9,5% concluíram o ensino médio. Fica evidente que,

o baixo nível de escolaridade da população exerce grande influencia na forma como esta se relaciona o ambiente. A falta de informações e conhecimentos básicos, provavelmente, impossibilita a compreensão sobre seus direitos, mas, também, sobre seus deveres.

Impactos ambientais sobre o igarapé

A área do Igarapé Santa Bárbara é, caracteristicamente, uma área residencial. Porém observa-se a presença de algumas atividades econômicas, principalmente ligadas a produção e venda de madeira ou a construção de embarcações como ilustrado na Figura 2.

Figura 2- Serragem produzida na serraria localizada às margens do igarapé Santa Bárbara.



Fonte: Autores, 2016.

A diminuição da capacidade do escoamento (vazão) do excesso de água, devido a grande quantidade de esgoto doméstico, o que acelera a contaminação, a poluição e o assoreamento. Os pontos de venda de açaí, bem como, as serrarias aportam muitos resíduos que são despejados à margem do igarapé. Encontram-se também, sacolas plásticas, garrafas plásticas e resíduos orgânicos.

O problema ambiental tornou-se um tormento para alguns moradores. Isso porque, devido o assoreamento causar a diminuição do espaço de vazão da água, a mesma passa agora a ocupar outros espaços, que no caso são os quintais e as casas mais antigas e mais baixas, pois, “[...] a alteração do leito do igarapé pelo aterramento das margens provoca diminuição do espaço de vazão da água no canal. Assim, o transbordamento é inevitável atingindo a população do entorno”. (PIMENTEL et al., 2006, p.6).

Segundo relato dos moradores mais antigos, a área era ocupada por matas que ofereciam em abundância recursos como: pescados, caças e frutas o que beneficiava os poucos moradores. Encontrava-se em abundância espécies aquáticas como camarões (*Macrobrachium-amabonicum*), jacundá (*Crenicichala-lenpiculata*), raia (*Potamotrygon-falknere*), pacu (*Ciaraccuf-mesocopamicue*), aracu (*Lecorinus-sriderici*), mandíí (*Cimelodus-maculatus*); entre outras espécies de peixes. Os entrevistados dizem que ainda existe a presença de muitas dessas espécies de peixes no igarapé, apesar de que não sabem informar que espécies ainda podem ser encontradas, haja vista que, não realizam mais atividades de pesca no igarapé objeto de estudo.

Verifica-se também a presença de animais silvestres como: camaleão (*Iguana iguana*), jabuti (*Geochelone carbonária*), mucura (*Didelchis sp.*) e capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris*), sendo a última atualmente pouco avistada. Além de muitas espécies vegetais que, de acordo com o relato dos moradores ainda se encontram em grande quantidade, como é o caso do açaizeiro (*Euterpe oleracea*) e da aninga (*Montrichardia linifera*). Ainda de acordo com o relato dos mesmos e também das observações feitas *in loco*, algumas espécies vegetais raramente são visualizadas. São elas: o abiu (*Pouteria sp.*), tucumanzeiro (*Astrocaryum sp.*), castanheira (*Bertholletia excelsa*), miritizeiro (*Mauritia flexuosa*) e a siriubeira (*Avicennia sp.*).

Despejo de resíduos sólidos

Verificou-se que é frequente o despejo de resíduos sólidos no igarapé. De acordo com Miller (2011), resíduos sólidos são qualquer material indesejado ou descartado que não seja gasoso ou líquido. Estes, não existem na natureza, já que os resíduos produzidos pelos organismos são transformados em nutrientes para outros organismos. Os resíduos sólidos resultam de atividades da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. O autor diz ainda que, grande parte desses resíduos representa um grande desperdício de recursos preciosos da terra, bem como, provocam a poluição do ar, da água e a degradação da terra.

As observações realizadas durante a pesquisa; evidenciam o descarte de resíduos sólidos produzidos em residência (lixo domiciliar), despejados diretamente no corpo hídrico do igarapé Santa Bárbara. Podendo ser avistados imersos ao longo do leito como: móveis, garrafas plásticas e de vidro, papel, fraldas descartáveis, entre outros dos mais variados materiais de consumo e atividades humanas.

Os resíduos produzidos por algumas atividades econômicas desenvolvidas na região do igarapé Santa Bárbara são descartados e tem como última destinação, o leito do igarapé, onde são despejados. Isso evidencia uma prática extremamente poluidora dos moradores do local. As imagens a seguir evidenciam tal prática dos moradores da área, pondo em risco a integridade do ecossistema e a saúde da população do entorno, haja vista a crescente poluição do mesmo por todo tipo de resíduos.

Verifica-se que, não há muita preocupação dos moradores com a preservação do igarapé. Nas entrevistas realizadas, evidenciou-se que é quase unânime a ideia de que a responsabilidade é do poder público, devendo o mesmo garantir as condições de preservação dos recursos naturais. A fala abaixo evidencia tal ideia:

“Quando a gente veio pra cá, não tinha nada. Era só mato, não tinha rua. As casas foram sendo construídas e aí fumos fazendo pontes. O igarapé tava limpo, nos tomava banho, pescava, catava fruta nas árvore. Depois, foi sendo aterrada as ruas com

muinha, caroço de açaí e, só depois que colocaru barro. Fumo construindo as casa bem perto do igarapé por causa da água. Lá nós lavava roupa, as panela, os prato.... Mas agora não por que não dá mais.... Tá sujo! O prefeito não manda limpa... Por que é obrigação dele... (Entrevistado).

A fala acima, expressa uma visão extremamente simplista sobre a questão. O entrevistado coloca-se totalmente alheio à responsabilidade de não poluir. Não consegue perceber que, a degradação do ecossistema é o resultado de um comportamento ecologicamente incorreto e, que ele mesmo pratica. É necessário, portanto, que se crie às condições para a formação de uma consciência ecológica.

Portanto, está claro que é indispensável que se garanta as condições de desenvolvimento de políticas e práticas de educação ambiental que possam, efetivamente, levar a formação de cidadãos mais conscientes de suas responsabilidades frente às problemáticas ambientais, conforme estabelece a Política Nacional de Meio Ambiente [Lei Federal 6.938, de 02 de setembro de 1981], em seu inciso, art. 2º. Fica claro também, que o baixo nível de escolarização tem influenciado bastante na forma como a população residente nas redondezas do igarapé, se relaciona com o mesmo.

A forma predatória como vem se dando a relação entre os moradores e o Igarapé Santa Bárbara, evidencia um comportamento muitas vezes inconsciente, e, resultante a primeira vista da ausência de uma cultura de preservação. Essa afirmação baseia no fato de que, apesar de existem algumas atividades econômicas e industriais nas proximidades do igarapé, a maior parte dos dejetos que são despejados no mesmo, são de origem domiciliar. O princípio de preservação deve ser o fundamento orientador das práticas cotidianas, seja na escola, na casa, no trabalho, no bairro, enfim, em qualquer das práticas sociais.

A educação, portanto, é o meio através do qual se possibilitará essa mudança de paradigma essencial a construção de uma nova postura comportamental, mais alinhada com a defesa e proteção dos recursos naturais indispensáveis a vida humana, garantindo-se assim, as condições intelectuais necessárias para que àqueles que fazem a so-

cidade possam pensar a realidade socioambiental de forma autônoma e, comprometida com a criação de uma sociedade melhor para todos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Constatou-se que a forma desordenada como foi realizada a ocupação da área ao entorno do igarapé tem grande relevância na compreensão da questão discutida por esse trabalho. No entanto, evidencia-se que, para além da forma de ocupação, há também, a total ausência do poder público na ordenação e gestão de questões urbanísticas. Isso possibilitou de forma ainda mais acentuada, a poluição do componente hídrico e degradação das margens do Igarapé Santa Bárbara, resultando em significativa queda na qualidade de vida da população local além de uma perda, provavelmente, irreparável do ecossistema, uma vez que tais atividades e comportamentos comprometem seriamente a fauna, flora local e assim como a navegabilidade pelo assoreamento do mesmo.

Está claro ainda que, a poluição do ecossistema Igarapé Santa Bárbara, é resultado da forma indevida como os moradores do local se relacionam com o mesmo. Comportamento este que é dado, segundo foi possível perceber através dos dados coletados com os questionários e das informações das entrevistas, pela ausência de uma compreensão mais adequada da questão, pela ausência de uma cultura de preservação que só poderia ser construída através de uma educação fundamentada nos princípios da sustentabilidade: a educação ambiental. Averiguou-se ainda que o poder público municipal ainda não possui uma política voltada para a defesa do meio ambiente, conforme preceitua as legislações atualmente em vigor, nem tampouco desenvolve ações que visem à implementação de uma prática de educação ambiental.

Sendo imprescindível, uma intervenção urgente, seja do Ministério Público ou qualquer outro órgão a quem compete atuação legítima na defesa e preservação do meio ambiente ou, até mesmo, por parte da própria comunidade, visando uma solução a curto e médio prazo para tais questões.

5. REFERÊNCIAS

CONGRESSO NACIONAL. Lei Federal Nº 6.938, de 02 de setembro de 1981 [Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências].

GOMES, Marcos Antônio Silvestre; **SOARES,** Beatriz Ribeiro. Reflexões sobre qualidade ambiental urbana. In: Estudos Geográficos - Rio Claro, jul/dez. 2004.

MATOS, Fernando Cardoso de. Análise temporal da expansão urbana no entorno do Igarapé Tucunduba, Belém, PA, Brasil. Revista Biociências, UNITAU. Volume 17, número 1, 2011. Disponível em: <<http://www.periodicos.UNITAU.br>> Acesso em: 27 ago. 2013.

MILLER, G. Tyler. Ciência ambiental. Tradução All Tasks; revisão técnica Wellington Braz Carvalho Delitti. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

PIMENTEL, M. A. da S. Análise preliminar de impacto ambiental nas nascentes do Rio Maguariçu – Ananindeua – PA. Apresentado no VI Simpósio Nacional de Geomorfologia/Regional Conference on Geomorphology. Goiania, 6 a 10 de set. de 2006.

TONELLO, Marcio Farkas; **FERREIRA,** Eliene da Silva; **RODRIGUES,** Iolanda Oliveira Monteiro; **SOUZA,** Vladimir de. Situação ambiental do Igarapé Mirandinha (canalização). Revista Acta Geográfica Ano II, Nº 4, jul./dez. de 2008, p.41-53.

CAPÍTULO 11

PRECIPITAÇÃO EM PARAGOMINAS-PA: CLIMATOLOGIA, TENDÊNCIA E MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Edmir dos Santos Jesus

Meteorologista. Doutorado em Ciências Climáticas. Pós-Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. Universidade do Estado Pará. edmir.jesus@uepa.br

Altem Nascimento Pontes

Físico. Doutorado em Física. Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Estado Pará. altempontes@hotmail.com

Nilzele de Vilhena Gomes Jesus

Meteorologista. Doutorado em Meteorologia. Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia. nilzele.jesus@sipam.gov.br

Antônio Pereira Júnior

Biólogo. Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Estado Pará. antonio.junior@uepa.br

RESUMO

O objetivo deste estudo foi identificar a climatologia de precipitação em Paragominas-PA e avaliar se existe tendência passível de ser considerada como evidência de mudanças climáticas, utilizando um conjunto de dados da *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), através do *Climate Prediction Center* (CPC), com resolução de $0,5^\circ \times 0,5^\circ$ de latitude e longitude, de 1979 a 2020, do ponto com as coordenadas $-3,25^\circ\text{S}$ e $-47,25^\circ\text{W}$. Para avaliar a tendência foi aplicado o teste de Mann-Kendall nos dados anuais de precipitação e em mais seis variáveis do número de dias com precipitação anual maiores ou iguais a 1 mm, 10 mm, 20 mm, 30 mm, 40 mm e 50 mm. Os resultados mostraram que a climatologia da precipitação apresentou dois períodos distintos e bem definidos: de dezembro a maio a estação chuvosa e de

junho a novembro a estação seca, com média anual de 1.640 mm. Além disso, em média de 46% dos dias do ano houve ocorrência de chuvas e a maior quantidade de dias com registro de precipitação ocorreu no período chuvoso. Tanto a precipitação anual quanto as séries de número de dias com precipitação no ano não apresentaram tendência significativa, ou seja, a variabilidade que ocorreu não foi passível de ser considerada como evidências de mudanças climáticas. Ao longo dos 42 anos analisados, foi verificada uma forte variação, com grande amplitude na série de precipitação e de número de dias com precipitação, as quais estiveram ligadas principalmente com o modo de variabilidade interanual da temperatura da superfície do mar dos Oceanos Pacífico e Atlântico.

Palavras-chave: Variabilidade Climática, Clima, testes não paramétricos.

ABSTRACT

The objective of this study was to identify the precipitation climatology in Paragominas-PA and assess whether there is a trend that can be considered as evidence of climate change, using a data set from the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), through the Climate Prediction Center (CPC), with a resolution of $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$ of latitude and longitude, from 1979 to 2020, from the point with coordinates -3.25°S and -47.25°W . To assess the trend, the Mann-Kendall test was applied to annual precipitation data and six variables for the number of days with annual precipitation greater than or equal to 1 mm, 10 mm, 20 mm, 30 mm, 40 mm and 50 mm. The results showed that the rainfall climatology presented two distinct and well-defined periods: from December to May the rainy season, and from June to November the dry season, with an annual average of 1,640 mm. In addition, on average about 46% of the days of the year there was rainfall and the largest number of days with recorded precipitation occurred in the rainy season. Both the annual precipitation and the series of number of days with precipitation in the year did not show a significant trend, that is, the variability that occurred could not be considered as evidence of climate change. Over the 42 years analyzed, a strong variation was observed, with great amplitude in the series of precipita-

tion and number of days with precipitation, which were mainly linked with the interannual variability mode of the sea surface temperature of the Pacific and Atlantic Oceans.

Key-words: Climate variability, Climate, non parametric tests

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos muito tem se falado sobre mudanças climáticas e as suas consequências, as quais seriam altamente danosas à humanidade. Os relatórios publicados pelo *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), mostraram que os regimes pluviométricos de várias áreas do planeta estão sendo modificados, com indícios de aumento dos eventos extremos, tanto de secas quanto de excesso de chuvas. Para o setor nordeste da América do Sul é esperado que haja o aumento tanto da intensidade, quanto da frequência de precipitações extremas e de inundações pluviais, assim como também é esperado um aumento na duração dos períodos de seca (IPCC, 2021).

A interferência do homem no meio ambiente vem intensificando consequências de eventos extremos de precipitação, com ações como o desmatamento de encostas e a construção civil em áreas de risco (Marengo, 2009). Vale ressaltar que, a Amazônia, tem experimentado crescente aumento populacional e urbanização nas últimas décadas (IBGE, 2019), e quando há um aumento de habitantes e não há adequado ordenamento e/ou planejamento, cresce junto a vulnerabilidade às adversidades diante da ocorrência de eventos extremos climáticos. Esses eventos causam vultuosos prejuízos sociais e econômicos às regiões atingidas, principalmente em cidades cuja infraestrutura não é adequada para evitar enchentes e aquelas que possuem habitações em locais de risco, como encostas de montanhas, vales de rios e córregos. Na Amazônia, os eventos de precipitação extrema causam importantes impactos principalmente aos núcleos de ocupação populacional nas margens dos seus inúmeros rios, pois as enchentes e inundações impossibilitam o cultivo de plantações, impedindo inclusive a saída e o acesso das comunidades para a obtenção de mantimentos e recebimento de ajuda governamental.

Alguns estudos apontam tendência de mudanças climáticas na Amazônia. Lopes et al. (2012) investigaram a tendência de precipitação em Belém-PA e os seus resultados sugeriram um aumento no volume de chuvas e no número de dias com chuva para os meses da estação chuvosa, sendo encontrada significância estatística em dezembro, janeiro e abril, e também para os meses da estação seca, com destaque para agosto, outubro e novembro. Brito et al. (2014) estudaram diferentes tipos de eventos extremos de precipitação na Amazônia, analisando frequência, intensidade e a contribuição para a climatologia da precipitação acumulada, para o período de 1998 a 2013, e observaram que os extremos de precipitação produziram mais chuvas nos últimos 7 anos, atingindo um máximo durante 2011-2012. Santos et al. (2015) analisaram a tendência da precipitação diária para a Amazônia Brasileira e mostraram que houveram tendências significativas no aumento do número de dias com precipitação extrema no noroeste da Amazônia e diminuição do número de dias com precipitação extrema no sul da região.

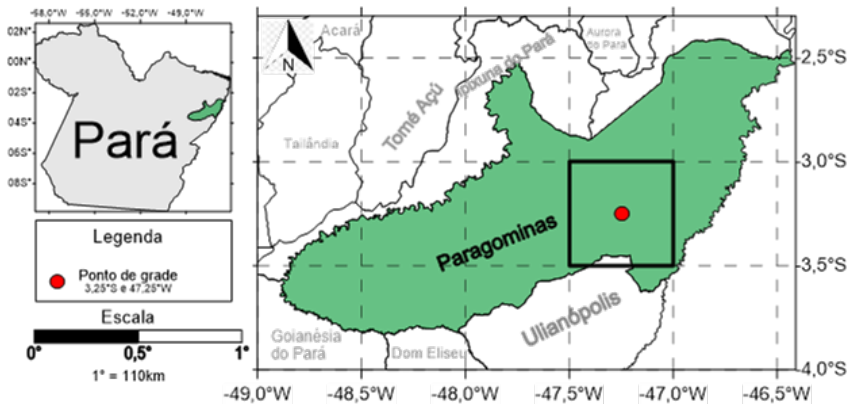
Portanto, as investigações científicas apontam a existência de tendência de eventos extremos na Amazônia, todavia como a distribuição de precipitação apresenta uma grande variabilidade espaço-temporal na região, há a necessidade de estudos mais detalhados em regiões específicas. Por vezes, a região Sudeste do Pará tem sofrido a influência danosa do excesso de chuvas, em particular a microrregião de Paragominas que ao longo dos anos tem decretado, por vezes, estado de calamidade pública em função das enxurradas e inundações, como a exemplo de março dos anos de 2018 e 2019 na cidade de Paragominas, assim como em fevereiro de 2021 em Ipixuna do Pará. Todavia, como saber se as mudanças que estão ocorrendo na ocorrência de chuvas são transitórias ou permanentes? Neste contexto, o objetivo deste estudo foi identificar a climatologia de precipitação em Paragominas-PA e avaliar se existe tendência passível de ser considerada como evidência de mudanças climáticas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A Figura 1 mostra a localização geográfica do município de Paragominas, situado na mesorregião do Sudeste Paraense, no estado do Pará. Foram utilizados os dados de precipitação de um banco de da-

dos internacional da *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), através do *Climate Prediction Center* (CPC), que consiste em uma densa rede observacional ao redor do mundo, interpolada em uma grade de $0,5^\circ \times 0,5^\circ$ de latitude e longitude (SILVA et al., 2007). Optou-se por escolher este tipo de dado, pois em Paragominas as medições de precipitação pontuais são relativamente recentes, não havendo uma série histórica longa (maior ou igual a 30 anos), o qual é adequado para estudos climatológicos. Além disso, a série de dados do CPC para a região não apresenta falhas, o que foi outro ponto determinante para a escolha deste conjunto de dados para este estudo. Como os dados são em pontos de grade, foi escolhido a série temporal do ponto com as coordenadas $-3,25^\circ\text{S}$ e $-47,25^\circ\text{W}$ (destacada na Figura 1), devido a grade abranger a maior parte da área urbana do município.

Figura 1- Localização geográfica do município de Paragominas-PA, com destaque para o ponto de grade representativo usado para extrair os dados de precipitação neste estudo.



Para o cálculo das tendências foram computados os totais anuais de precipitação de 1979 a 2020, totalizando 42 anos. Além dos totais anuais, também foram analisados dos dados do nº de dias com registro de precipitação ao ano, do mesmo período, sendo calculadas 6 novas variáveis: número de dias com precipitação maior ou igual a 1mm (N° dia PRP $\geq 1\text{mm}$) número de dias com precipitação maior ou igual a 10 mm (N° dia PRP $\geq 10\text{mm}$), número de dias com precipitação maior ou igual a 20 mm (N° dia PRP $\geq 20\text{mm}$), N° de dias com precipitação

maior ou igual a 30 mm (Nº dia PRP ≥ 30 mm) Nº de dias com precipitação maior ou igual a 40 mm (Nº dia PRP ≥ 40 mm) e Nº de dias com precipitação maior ou igual a 50 mm (Nº dia PRP ≥ 50 mm). Portanto, foram avaliadas 7 situações, associadas a precipitação neste estudo.

A climatologia de precipitação e dos números de dias com precipitação maior ou igual a 1 mm, 10 mm, 20 mm, 30 mm, 40 mm e 50 mm foram calculadas utilizando a média aritmética dos acumulados anuais e mensais, com a finalidade de entender o padrão médio da distribuição temporal e características quanto a taxa diária de precipitação que ocorreram ao longo do ano no município.

Para avaliar a existência de tendência nas séries de precipitação e dias com registro de precipitação em Paragominas, foi aplicada o teste de Mann-Kendall (MK) que consiste em uma técnica estatística não-paramétrica e é mais apropriado para analisar mudanças climáticas em séries climatológicas (Goossens; Berger, 1986).

O teste de MK compara cada valor da série temporal com os valores restantes, em ordem sequencial, contando o número de vezes em que os termos restantes são maiores que o valor analisado. O método descreve a tendência de uma série temporal de dados, sendo apropriado para casos em que a tendência possa ser assumida como monotônica; portanto, não apresentam qualquer ciclo sazonal ou outra tendência nos dados, seja as observações x_1, x_2, \dots, x_n de uma série temporal. No teste de MK, deseja-se testar a hipótese nula (H_0) de não existência de tendência, ou seja, as observações x_n são aleatoriamente ordenadas no tempo, contra a hipótese alternativa (H_1) em que há uma tendência monotônica de aumento ou redução (Mann, 1945; Kendall, 1975). O sinal do teste de MK (S) e sua variância são definidos de acordo com as equações 1 e 2, respectivamente.

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sinal}(x_j - x_k) \quad (\text{Eq. 1})$$

$$\text{Var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18} \quad (\text{Eq. 2})$$

Sendo x_j e x_k valores sequenciais, n é o número de observações e, o sinal obtido da seguinte forma:

$$\text{sinal}(x_j - x_k) = \{1, \text{se } (x_j - x_k) > 0 \quad 0, \text{ se } (x_j - x_k) = 0 \quad -1, \text{ se } (x_j - x_k) < 0\}$$

E o valor da estatística de MK é dado por

$$MK = \left\{ \frac{S - 1}{\sqrt{\text{Var}(S)}}, \text{ se } S > 0 \quad 0, \quad \text{se } S = 0 \quad \frac{S + 1}{\sqrt{\text{Var}(S)}}, \text{ se } S < 0 \right\}$$

Folhes e Fisch (2006), Sanches et. al (2013; 2014) e Vilanova (2014) sugeriram que ao aplicar o teste de MK, deva se adotar um nível de significância estatística $\alpha = 0,05$. Dessa forma, valores fora do intervalo $[-1,96; +1,96]$ seriam considerados como tendências significativas de aumento (se maiores que $+1,96$) ou de redução (se menores que $-1,96$).

Outros dois cálculos que foram feitos através desta metodologia referem-se, primeiramente, ao nível de significância da tendência por ventura detectada, obtido através da comparação com o valor p . O valor de p da estatística S para os dados da amostra pode ser estimado pela probabilidade acumulada da distribuição normal, considerando que se for maior que o nível de significância $\alpha = 0,05$, aceita-se a hipótese H_0 . Do contrário, a hipótese nula é rejeitada e admite-se que há tendência de aumento ou redução. Em segundo, o valor τ (tal), calculado através da equação 3, que representa a medida da força da tendência, τ assume um valor entre -1 e $+1$, onde o sinal indica a direção da tendência.

$$\tau = \frac{2s}{|n(n-1)|} \quad (\text{Eq. 3})$$

Em que n é o número de observações e s é o sinal.

Adicionalmente, foi calculado também o estimador de declive de Sen (Sen), que fornece a magnitude das tendências detectadas, proposto por Sen (1968), o qual, tal como descrito por Portela et al. (2011) e Tao et al. (2014), é estimado através da estatística equação 4:

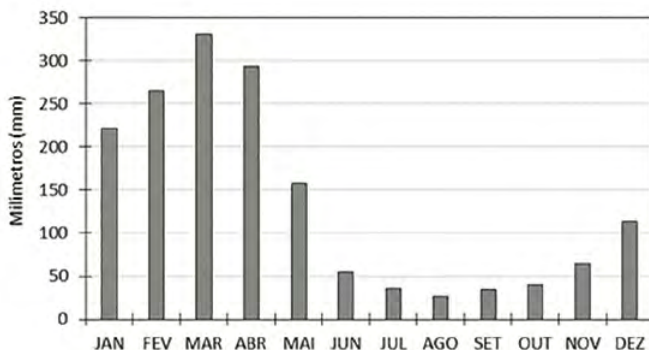
$$\text{Sen} = \frac{x_j - x_i}{j - i} \text{ com } i < j \quad (\text{Eq. 4})$$

Em que i e j representam os valores da variável em estudo nos anos i e j . Valor positivo ou negativo para Q indica tendência crescente ou decrescente, respectivamente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta a precipitação climatológica segundo os dados do CPC para Paragominas, mostrando que existem dois períodos distintos e bem definidos: de dezembro a maio a estação chuvosa e de junho a novembro a estação seca. O mês mais chuvoso do município é março, com acumulado mensal médio de 331 mm e o mês menos chuvoso é agosto, com total mensal de apenas 26,0 mm. A média anual de precipitação em Paragominas é de 1.640 mm. Os meses com maiores volumes de chuvas no município coincidem com o período de atuação de sistemas meteorológicos de grande escala como a Zona de Convergência Intertropical (HASTENRATH; LAMB, 1977; RAO; HADA, 1990) e da periferia de Vórtice Ciclônico de Altos Níveis ou de Cavado de ar superior (GAN; KOUSKY, 1986; LOPES et al., 2013), conhecidos por causar elevados volumes de precipitação na Amazônia. Vale ressaltar também, que embora não haja uma série histórica de medições convencionais de precipitação para Paragominas, as climatologias prévias que interpolam espacialmente as medições convencionais com boa coerência qualitativa, acompanhando a sazonalidade da precipitação na região (FIGUEROA; NOBRE, 1990; INMET, 2020).

Figura 2- Climatologia da Precipitação mensal do município de Paragominas segundo os dados do CPC/NCEP (período de 1979 a 2020).



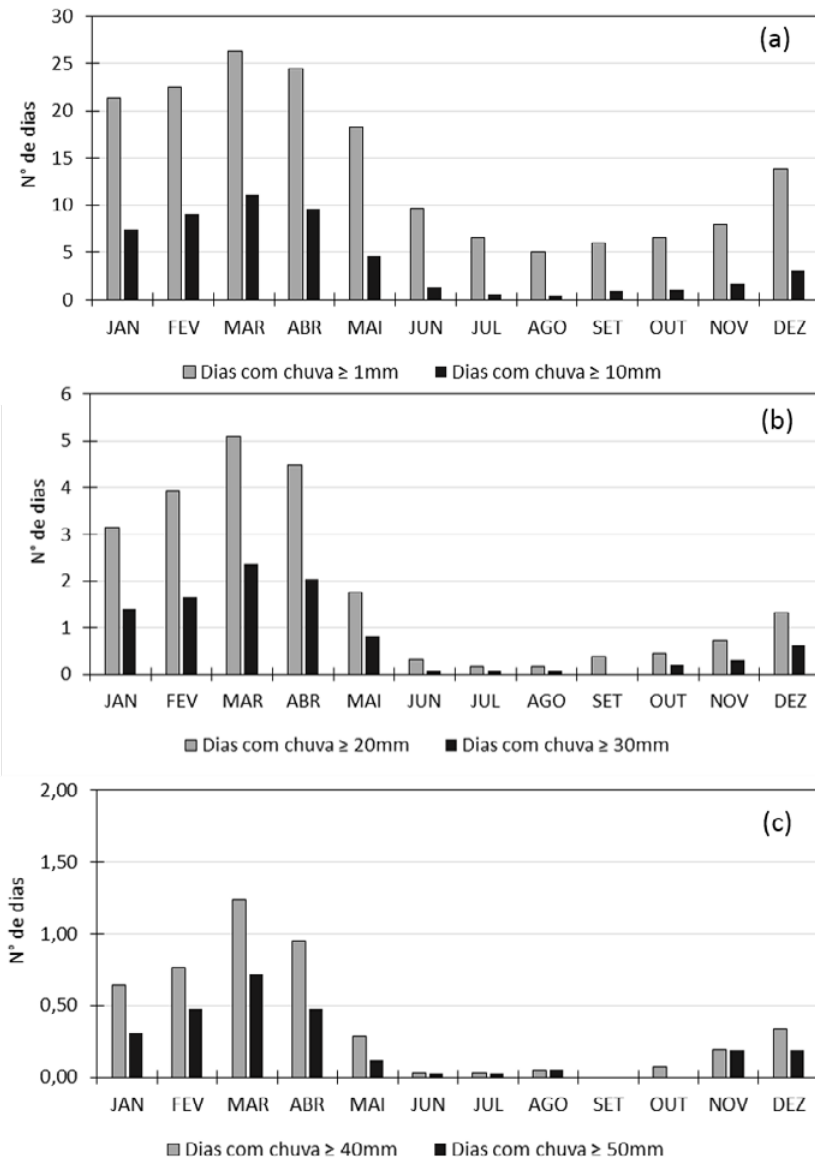
Na média climatológica anual do N° de dias com precipitação, apresentada na Tabela 1, notou-se que em cerca de 46% dos dias do ano (168 dias) há registro de precipitação maior ou igual a 1 mm. Conforme o acumulado diário vai aumentando, a média de dias com precipitação no ano diminui, com 51, 22 e 10 eventos de precipitação igual ou superior a 10 mm, 20 mm e 30 mm, respectivamente. Os acumulados extremos, igual ou superior que 40 mm, com maior potencial de danos para o município, ocorreram em média de 8 vezes no ano.

Tabela 1 - Média histórica anual com os dados do CPC/NCEP (período de 1979 a 2020) para o número de dias com precipitação maior ou igual a 1 mm, 10 mm, 20 mm, 30 mm, 40 mm e 50 mm, para Paragominas-PA.

N° de dias com Precipitação	Média anual do N° de dias
≥ 1mm	168
≥ 10 mm	51
≥ 20 mm	22
≥ 30 mm	10
≥ 40 mm	5
≥ 50 mm	3

Ao longo dos meses, a maior quantidade do número de dias com registro de precipitação em média ocorre no período chuvoso, ou seja, de janeiro a maio, com mais de 50% dos dias do mês com precipitação acima de 1 mm. O mesmo comportamento foi observado para o número de dias com precipitação superiores ou igual a 10 mm, 20 mm, 30 mm, 40 mm e 50 mm (Figuras 3a, b e c).

Figura 3- Média climatológica do número de dias com ocorrência de precipitação, (a) Maior ou igual a 1 mm e 10 mm; (b) Maior ou igual a 20 mm e 30 mm; (c) Maior ou igual a 40 mm e 50 mm no município de Paragominas-PA (1979 a 2020) segundo os dados do CPC/NCEP.



Através da aplicação do teste de MK nos dados anuais de precipitação e número de dias com precipitação no ano maior que: 1 mm, 10 mm, 20 mm, evidenciou decréscimo temporal não significativo, ou seja, embora os valores de τ , S e Sen sejam negativos, os valores da variável p são maiores que o nível de significância $\alpha = 0,05$.

Para o número de dias com precipitação maior ou igual a 30 mm e 40 mm também foi detectada tendência de redução destes eventos não significativos, tanto pelo critério do valor de p, quanto pelo valor de Sen. Embora o número de dias com precipitação maior ou igual a 30 mm tenha apresentado tendência de aumento indicado pelos valores de S e Sem, para esta variável também foi aceita a hipótese nula pelo valor de p e τ (Tabela 2). Para os valores de Z, nenhuma variável de precipitação avaliada neste estudo apresentou tendências significativa, nem mesmo para o N° dia PRP ≥ 1 mm que apresentou um valor de Z mais próximo de -1, (Tabela 2). Em outras palavras, a avaliação das tendências mensais a partir da aplicação do teste de MK demonstrou que nenhuma das tendências observadas pode ser caracterizada como decorrente de mudanças climáticas, uma vez que seus escores permaneceram dentro do intervalo de confiança da hipótese H_0 . Estes resultados corroboram com Santos et al. (2015) que analisou a tendência de precipitação diária na Amazônia Brasileira, com dados de medições convencionais no período de 1983 a 2012, utilizando o teste de MK, e também verificaram que não havia tendência significativa na precipitação para a área que abrange o município de Paragominas.

Tabela 2 - Estatística do teste de Mann-Kendall para precipitação número de dias com precipitação maiores ou igual a 1 mm, 10 mm, 20 mm, 30 mm, 40 mm e 50 mm no ano em Paragominas-PA.

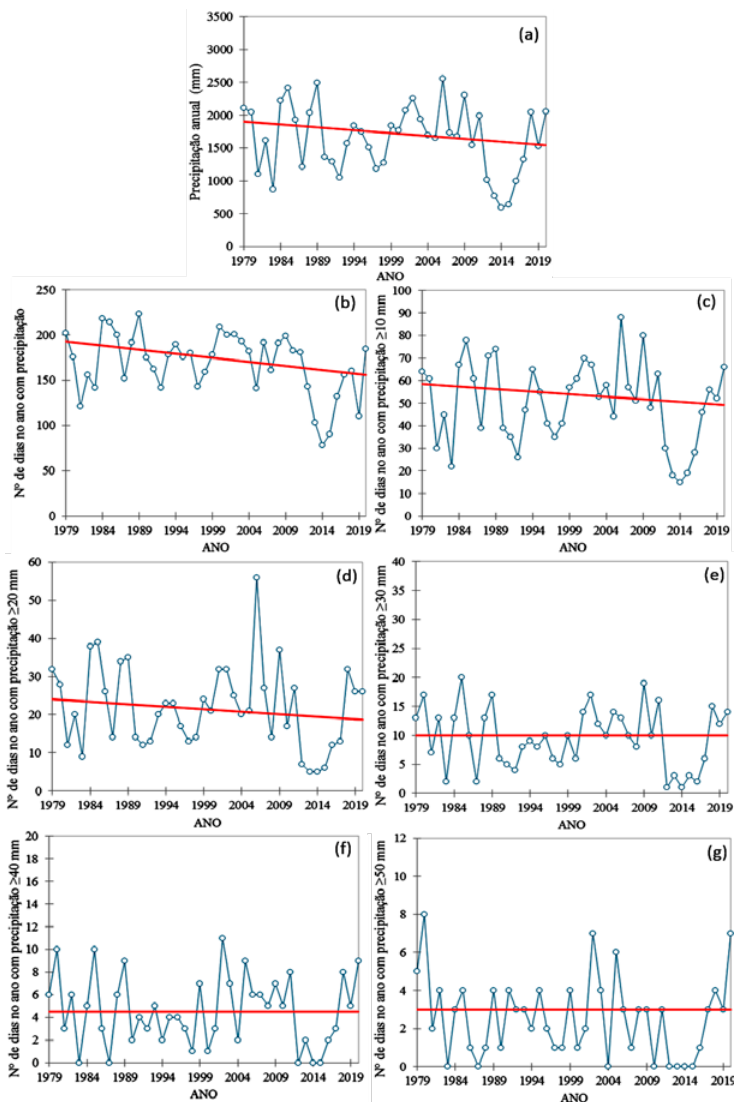
N° de dias com Precipitação	τ	S	p	Sen	Z	Tendência
Precipitação	-0,11	-95	0,31	-8,72	-1,02	nula
≥ 1 mm	-0,2	-172	0,06	-0,9	-1,85	nula
≥ 10 mm	-0,08	-66	0,47	-0,23	-0,70	nula
≥ 20 mm	-0,1	-86	0,35	-0,13	-0,92	nula

≥ 30 mm	-0,05	-46	0,62	0	-0,49	nula
≥ 40 mm	-0,03	-28	0,76	0	-0,29	nula
≥ 50 mm	0	8	2,57	2,09	0,10	nula

A análise dos totais anuais de precipitação para Paragominas, revela uma característica peculiar: uma forte variação dos valores ao longo da série temporal, com valor máximo de 2.559 mm no ano de 2006, além dos mínimos de precipitação de 596 mm em 2014 e 639 mm em 2015 (Figura 4a). Os anos de 2006 e 2014/2015 foram marcados por eventos de ENOS os quais influenciam diretamente no regime de precipitação na Amazônia (SOUZA et al., 2004; LIMBERGER; SILVA, 2016).

A distribuição do N° de dias com precipitação (PRP) também apresentou uma grande variação ao longo dos 42 anos analisados. O ano que apresenta os máximos valores de N° de dias com precipitação apresenta diferenças conforme a quantidade do volume de precipitação analisada, no entanto, vale ressaltar que o N° de dias com menores volumes de precipitação tiveram o máximo coincidentes no ano de 2006 (Figuras 4b, 4c e 4d), ano que ocorreu um evento de La Niña, que em geral influencia no aumento de precipitação na Amazônia, enquanto que o máximo do N° de dias com precipitação maior ou igual a 30 mm, 40mm e 50 mm (Figuras 4e, 4f e 4g), tiveram valores máximos em anos alternados (1985, 2002 e 1980, respectivamente), sugerindo que existem outros mecanismos moduladores destes eventos extremos. Por outro lado, o N° de dias com precipitação tiveram valores mínimos praticamente nos mesmo ano, 1983, 2013, 2014 e 2015, anos que ocorreram eventos de El Niño e aquecimento anômalo no Atlântico Tropical Norte, fatores que contribuem para redução de precipitação na Amazônia (RONCHAIL et al., 2002). Desta forma, a variabilidade climática do N° de dias de precipitação parece sofrer mais efeitos sob a influência da variabilidade interanual das temperaturas da superfície do mar que causa redução de chuvas, do que da influência dos fatores que promovem o aumento de chuvas no município de Paragominas.

Figura 4 - Série de precipitação anual em Paragominas-PA. A linha vermelha representa a tendência. (a) Total anual de precipitação, (b) Número de dias com precipitação maior ou igual a 1mm, (c) Número de dias com precipitação maior ou igual a 10 mm, (c) Número de dias com precipitação maior ou igual a 20 mm, (c) Número de dias com precipitação maior ou igual a 30 mm, (c) Número de dias com precipitação maior ou igual a 40 mm e (c) Número de dias com precipitação maior ou igual a 50mm.



4. CONCLUSÕES

Viu-se que os meses com maiores volumes de chuvas no município coincidem com o período de atuação de sistemas meteorológicos de grande escala. Quanto ao N° de dias com chuvas no ano, a média histórica mostrou que em 46% dos dias há ocorrência de chuvas. Ao longo dos meses, a maior quantidade de dias com registro de precipitação em média ocorreu no período chuvoso.

Após a aplicação de uma ferramenta robusta como o teste não paramétrico de Mann-Kendall às séries temporais de precipitação anual e número de dias com valor de precipitação maior ou igual a 1, 10, 20, 30, 40 e 50 mm, foi verificada que as séries não apresentaram tendência significativa, ou seja, a variabilidade que ocorreu não foi passível de serem consideradas como evidências de mudanças climáticas no município paraense.

Ao longo dos 42 anos analisados, foi verificada uma forte variação, com grande amplitude na série de precipitação e de N° de dias com precipitação, as quais estiveram ligadas principalmente com o modo de variabilidade interanual da temperatura da superfície do mar dos Oceanos Pacífico e Atlântico. Vale ressaltar que, tanto o total anual quanto o número de dias com precipitação parecem sofrer maior influência quando está sob o efeito de fenômenos climáticos que desfavorecem a ocorrência de precipitação na Amazônia, como o El Niño e o aquecimento anômalo no Atlântico Tropical Norte.

Este estudo preocupou-se em detectar tendências na precipitação e N° de dias com precipitação em Paragominas numa escala anual, entretanto, as causas que podem produzir as mudanças no regime de chuvas necessitam investigações mais profundas, visto que modos climáticos podem atuar em diversas escalas temporais.

5. REFERÊNCIAS

BRITO, A. L.; VEIGA, J. A. P.; YOSHIDA, M. C. 2014. Extreme rainfall events over the Amazon basin produce significant quantities of rain relative to the rainfall climatology. *Atmospheric and Climate Sciences* 4, 179-191. DOI: 10.4236/acs.2014.42021.

Censo Demográfico. 2019. Resultados Gerais da Amostra. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE. 2019.

FIGUEROA, S.N.; NOBRE, C. A. Precipitation distribution over Central and Western tropical South America. *Climanálise*, São José dos Campos, v. 5, n.6 p. 36-44, jun. 1990.

FOLHES, M.T.; FISCH, G. Caracterização climática e estudo de tendência nas séries temporais de temperatura do ar e precipitação em Taubaté (SP). *Ambi-Agua*, Taubaté, v.1, n.1, p.61-71, 2006.

GAN, M. A.; KOUSKY, V. E. Vórtices ciclônicos da alta troposfera no oceano Atlântico Sul. *Revista Brasileira de Meteorologia*, São Paulo, v.1, n.1, p.19-28. jun. 1986.

GOOSSENS, C.; BERGER, A. 1986. Annual and seasonal climatic variations over the northern hemisphere and Europe during the last century. *Annales Geophysicae*, Berlin 4(B4): 385-400.

HASTENRATH, S.; LAMB, P. Some aspects of circulation and climate over the eastern equatorial Atlantic. *Monthly Weather Review*, Boston, v. 105, n.8, p. 1019-1023, Aug. 1977.

INMET, 2020. Instituto Nacional de Meteorologia. Estações e Dados. Disponível em: <https://clima.inmet.gov.br>. Acesso em 23 de setembro de 2021.

IPCC, 2021: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.

KENDALL, M.G. Rank correlation Methods. 4.ed. Londres: Charles Griffin, 1975.

LIMBERGER, L.; SILVA, M. E. S. Precipitação na bacia amazônica e sua associação à variabilidade da temperatura da superfície dos oceanos Pacífico e Atlântico: uma revisão. Geosp – Espaço e Tempo (Online), v. 20, n. 3, p. 657-675, mês. 2016. ISSN 2179-0892.

LOPES, M. N. G.; ROLIM, P. A. M.; BOUÇÃO, G. M.; CASTRO, B. S. V. R.; LOPES, L. M. Análise de tendência da precipitação em Belém-PA. Anais Congresso Brasileiro de Meteorologia, Gramado -RS, 2012.

LOPES, M. N. G.; SOUZA, E. B.; FERREIRA D. B. da S. Climatologia regional da precipitação no estado do Pará. Revista Brasileira de Climatologia, Curitiba, v.12. n. 9, jan-jul. 2013.

MANN, H.B. Non-parametric tests against trend. Econometria, v. 13, p. 245-259, 1945

MARENGO, J.A. 2009. Mudanças climáticas, condições meteorológicas extremas e eventos climáticos no Brasil. Mudanças climáticas e eventos extremos no Brasil. Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável - FBDS, 4-18

PORTELA, M.M.; QUINTELA, A.C.; SANTOS, J.F.; VAZ, C; MARTINS, C. Tendências em séries temporais de variáveis hidrológicas. Associação Portuguesa de Recursos Hídricos (APRH), v. 32, n. 1, p. 43-60, 2011.

RAO, V.B.; HADA, K. Characteristics of rainfall over Brazil: annual variations and connections with Southern oscillations. Theoretical and Applied Climatology, Netherlands, v. 42, n. 2, p.81-91, Jun. 1990.

RONCHAIL, J. et al. Interannual rainfall variability in the Amazon basin and sea-surface temperatures in the Equatorial Pacific and the Tropical Atlantic Oceans. International Journal of Climatology, New York, v.22, n. 9, p. 1663-1686, Jun. 2002.

SANCHES, F.O.; VERDUM, R.; FISCH, G. Estudo de tendência de chuvas de longo prazo. Rev. Ambiente & Água, vol. 8 n. 3 Taubaté - Sep. / Dec. 2013.

SANCHES, F.O.; VERDUM, R.; FISCH, G. Tendência de longo prazo das chuvas diárias no Sudoeste do Rio Grande do Sul: os eventos extremos e a arenização. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 7, p. 1100-1109, 2014.

SANTOS, Eliane Barbosa; LUCIO, Paulo Sergio; SANTOS E SILVA, Cláudio Moisés. Análise de Tendência da Precipitação Diária na Amazônia Brasileira (Trend analysis of daily precipitation in the Brazilian Amazon). *Revista Brasileira de Geografia Física*, [S.l.], v. 8, n. 4, p. 1041-1052, jan. 2016. ISSN 1984-2295. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/233461>>. Acesso em: 09 mar. 2021. doi:<https://doi.org/10.5935/1984-2295.20150052>.

SEN, P.K. Estimates of the regression coefficient based on Kendall's Tau. *J. Am. Stat. Association*, v. 63, p. 1379-1389, 1968.

SOUZA, E. B.; KAYANO, M. T.; AMBRIZZI, T. The regional precipitation over the eastern Amazon/northeast Brazil modulated by tropical Pacific and Atlantic SST anomalies on weekly timescale. *Revista Brasileira de Meteorologia*, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 133-122, dez 2004.

TAO, H.; FRAEDERICH, K.; MENZ, C.; ZHAI, J. Trends in extreme temperature indices in the Poyang Lake Basin, China. *Stoch. Environ. Res. Risk Asses.*, v. 28, p. 1543-1553, 2014

VILANOVA, M.R.N. Tendências hidrológicas anuais e sazonais na bacia do rio Paraibuna, Parque Estadual da Serra do Mar (SP). *Sociedade & Natureza*, 26 (2): 301-316, mai/ago 2014.

