

Organizadores:

Maria Raimunda Chagas Silva

Darlan Ferreira da Silva

Fabricio Brito Silva

2022

INDICADORES DE QUALIDADE AMBIENTAL

uma perspectiva a partir da zona de transição Amazônia-Cerrado


Pascal
Editora

VOL 1

**MARIA RAIMUNDA CHAGAS SILVA
DARLAN FERREIRA DA SILVA
FABRICIO BRITO SILVA
(Organizadores)**

**INDICADORES DE
QUALIDADE AMBIENTAL
uma perspectiva a partir da zona
de transição Amazônia-Cerrado**

VOLUME 1

**EDITORA PASCAL
2022**

2022 - Copyright© da Editora Pascal

Editor Chefe: Dr. Patrício Moreira de Araújo Filho

Edição e Diagramação: Eduardo Mendonça Pinheiro

Edição de Arte: Marcos Clyver dos Santos Oliveira

Bibliotecária: Rayssa Cristhália Viana da Silva – CRB-13/904

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

Dr^a. Aurea Maria Barbosa de Sousa

Dr. Elmo de Sena Ferreira Junior

Dr^a. Gerbeli de Mattos Salgado Mochel

Dr^a. Anna Christina Sanazario de Oliveira

Dr^a. Elba Pereira Chaves

Dr. Glauber Túlio Fonseca Coelho

Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S586c

Indicadores de qualidade ambiental: uma perspectiva a partir da zona de transição Amazônia-Cerrado. / Maria Raimunda Chagas Silva, Darlan Ferreira da Silva e Fabrício Brito Silva, (Orgs.). — São Luís: Editora Pascal, 2022.

151 f.; il. – (Indicadores de qualidade ambiental; v. 1)

Formato: PDF

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN: 978-65-86707-92-2

D.O.I.: 10.29327/561366

1. Indicadores. 2. Qualidade. 3. Ambiental. 4. Amazônia. 5. Cerrado. I. Silva, Maria Raimunda Chagas. II. Silva, Darlan Ferreira da. III. Silva, Fabrício Brito. IV. Título.

CDU: 502/504

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2022

www.editorapascal.com.br

contato@editorapascal.com.br

APRESENTAÇÃO

Tanto a Amazônia (5015km²) quanto o Cerrado (2045 km²) constituem dois importantes biomas brasileiros em extensão, biodiversidade e serviços ambientais. Com relação a sua magnitude e extensão, juntos somam quase a totalidade do território nacional (8516 km²). Separados possuem espécies endêmicas, constituindo assim um patrimônio biotecnológico que por vezes é desconhecido. Em relação aos serviços ecossistêmicos, ambos biomas têm relação direta com os geossistemas (clima, geoesfera e hidrosfera) contribuindo de forma significativa na produção de água em suas bacias e mais ainda alimentando a atmosfera com umidade atuando diretamente na formação de chuvas em diversas parte do país, mais especificamente a Amazônia. Um outro ponto é a importância desses biomas para a captura e aprisionamento de carbono, contribuindo para a diminuição da intensidade do aquecimento global. Recentemente estes dois biomas têm sofrido com impactos provados pela mineração, desmatamento, queimadas e avanço da fronteira agrícola.

A Amazônia e o Cerrado têm sofrido ao longo dos anos com o avanço da fronteira agrícola, que expande aos custos de queimadas e desmatamento. Dados do INPE apontam que em 2021 o Brasil perdeu uma área de aproximadamente 217.239 km² envolvendo os seis biomas (Amazônia, Cerrado, Caatinga, Mata Atlântica, Pantanal e Pampa), desse total o Cerrado foi o mais afetado, com 124.021 km² queimados, seguido da Amazônia com 37.938 km², e da Caatinga com 22.282 km². Na Amazônia tem-se o agravamento do desmatamento e da mineração ilegal, que tem promovido uma série de conflitos em comunidades tradicionais e indígenas que sofrem com a poluição promovida pelo garimpo e por conflitos armados que tentam expulsar essas comunidades.

Todas essas informações ilustram o quão importante esses biomas são e mais ainda indicam a necessidade de pesquisas em diferentes áreas que possam aferir o grau de interferência que o homem provoca nesses ambientes.

O presente livro abrange um leque de temas relevantes para a temática aqui apresentada, todos abordando em algum nível a sustentabilidade no uso dos recursos naturais, você será apresentado a artigos cuja temática envolvem a saúde e qualidade ambiental, proteção de comunidades indígenas, formação de professores e educação e gestão ambiental, entre outros temas.

Prof. Dr. Eduardo H. Costa Rodrigues

ORGANIZADORES

Maria Raimunda Chagas Silva



Possui graduação em Química Industrial pela Universidade Federal do Maranhão (1999), Formação pedagógica, Licenciatura em Química pelo Instituto de Ensino Superior Franciscano (2017), Especialização Educação Ambiental e Recursos Hídrico pela EESC-CRHEA/USP (2001), Especialização em Microbiologia Clínica pela Universidade Ceuma (2019), Especialização Biologia Molecular pela Universidade Ceuma (2020), mestrado em Química (Química Analítica) pela Universidade de São Paulo (2002) e doutorado em Química Analítica pelo Instituto de Química de São Carlos (2006). Works Mission- Pós- Doutorado: Projeto Desenvolvido no Departamento de Solo Qualitativo, Wageningen University Holanda (2010). Desenvolve de Projeto de Pesquisa e atualmente consultora ADHOC na FAPEMA e CNPQ e

Avaliadora da revista CERES e Revista Ciências Exatas e Naturais e RENEFARA. Atualmente é Professora e Pesquisadora (Mestrado Meio Ambiente da Universidade Ceuma) e os Cursos de Engenharia Ambiental e Cível Produção, Farmácia, Nutrição, Biomedicina. Medicina (linha de pesquisa: Gestão Ambiental e Política e Saúde e Meio Ambiente). Tem experiência na área de Química, com ênfase em Análise de Metais - Traços e Química Ambiental e identificação microbiológicas e parasitas em areia e água na zona costeiras, atuando principalmente nos seguintes temas: Água potável, águas subterrâneas, microbiologia do solo e água, efluente , alimentos, bromatologia, resíduos sólidos e sedimentos, herbicidas , solo, educação ambiental e bacias hidrográficas. <https://orcid.org/0000-0002-8685-7608> / <http://lattes.cnpq.br/5681082851141570>

Darlan Ferreira da Silva



Doutor em Química Analítica pela Universidade de São Paulo - IQSC/USP (2016). Mestre em Química Analítica pela Universidade Federal do Maranhão UFMA (2010). Graduado em Licenciatura em Química pela Universidade Estadual do Maranhão - UEMA (2008). Durante o mestrado desenvolveu pesquisa na área de Química Analítica, estudando a contaminação por inseticidas organofosforados em grãos de arroz por meio de técnicas cromatográficas (HS-SPME-GC/MS) na Universidade Federal do Maranhão e eletroanalíticas empregando biossensores amperométricos na Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (IQ/UNESP). Durante o doutorado adquiriu experiência na área química analítica ambiental, atuando nos seguintes temas: contaminação de solos, poluentes orgânicos persistentes (POPs, PCBs), métodos de extração em fase sólida (SPE, SPME),

extração assistida por micro-ondas (MAE), cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), cromatografia gasosa (GC/MS), bioherbicidas, otimização de métodos (RSM). Tem experiência no Sistema de Gestão de Laboratório (NBR ISO/IEC 17025 e Boas Práticas de Laboratório) e no Sistema de Gestão Ambiental (NBR ISO 14001). Atualmente, trabalha com análise de fitoativos em resíduos orgânicos; análise de parâmetros físico-químicos de água, solo e sedimento; Processos Oxidativos Avançados (POA) utilizando análise estatística multivariada. <https://orcid.org/0000-0001-7091-8077> / <http://lattes.cnpq.br/6804115819693791>

Fabício Brito Silva



Possui doutorado em Sensoriamento Remoto (INPE/2013) onde atuou em modelagem de carbono na Amazônia, mestrado em Agronomia (UFPI/2008) onde atuou em identificação de áreas desertificadas utilizando dados de sensoriamento remoto e possui graduação em Agronomia pela Universidade Estadual do Maranhão (2005). É professor titular do curso de Engenharia Ambiental e líder do grupo de pesquisas Geotecnologias no Estudo dos Ecossistemas Maranhenses da Universidade CEUMA. Atua na área de modelagem ambiental, com ênfase na estimativa de parâmetros biofísicos ambientais utilizando dados de sensoriamento remoto. <https://orcid.org/0000-0002-9878-0206> / <http://lattes.cnpq.br/3322637911743278>

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	7
ORGANIZADORES	8
CAPÍTULO 1.....	9
ESTUDO DA ADSORÇÃO DO HERBICIDA DIQUAT EM SOLO DE RIZICULTURA NO MUNICÍPIO DE ARARI, MARANHÃO, BRASIL	
Hyasmim Pinto Dutra	
Maria Lucia Alvino	
Mariana Nogueira Guimarães	
Fernanda Oliveira Sousa Araruna	
Felipe Bastos Araruna	
Eduardo Henrique Costa Rodrigues	
Anna Regina Lanner de Moura	
Rita de Cássia Mendonça de Miranda	
Fabrcio Brito Silva	
Darlan Ferreira da Silva	
Wellyson da Cunha Araújo Firmo	
Maria Raimunda Chagas Silva	
D.O.I.: 10.29327/561366.1-1	
CAPÍTULO 2	27
EDUCAÇÃO AMBIENTAL E A FORMAÇÃO DE PROFESSORES DA EDUCAÇÃO BÁSICA	
Keila Maria Veras Soares Silva	
Jessica Barbosa dos Passos Ericeira	
Debora Maria Nascimento Silva	
Fabricio Brito Silva	
Anna Regina Lanner de Moura	
Wolia Costa Gomes	
Maria Raimunda Chagas Silva	
Rita de Cássia Mendonça de Miranda	
D.O.I.: 10.29327/561366.1-2	
CAPÍTULO 3.....	38
BIOPROSPECÇÃO DE ACTINOMICETOS DE INTERESSE BIOTECNOLÓGICO	
Alexya Gonçalves Mota	
Barbara Lima de Almeida	
Erika Alves da Fonseca Amorim	
Jhessica Ribeiro Martins	
Fernanda Costa Rosa	
Felicia Maria Melo Aragão	
Wallison de Souza Câmara	
Carolina Azevedo Amaral	
Matheus Silva Alves	
Amanda Silva dos Santos Aliança	
Rita de Cássia Mendonça de Miranda	
D.O.I.: 10.29327/561366.1-3	

CAPÍTULO 4..... 51

HANSENÍASE: INDICADOR DE QUALIDADE SÓCIO-AMBIENTAL NO ESTADO DE TRATAMENTO

Eunice Silva de Paula Pinto
Isabela Teixeira dos Santos
Juliana Oliveira Borges
Luiza Helena Everton Coelho
Rômulo Diego Marinho Siqueira
Josenia Costa Ribeiro
Marcia Rodrigues Veras Batista
Angela Falcai
Julliana Ribeiro Santos Alves
Cristina Maria Douat Loyola
Flor de Maria Araújo Mendonça Silva
Maria Raimunda Chagas Silva

D.O.I.: [10.29327/561366.1-4](https://doi.org/10.29327/561366.1-4)

CAPÍTULO 5..... 60

EXPOSIÇÃO ÀS ÁREAS VERDES E SAÚDE MENTAL DE ADULTOS DURANTE A PANDEMIA DO COVID-19 EM SÃO LUÍS (MA)

Poliane Amorim do Vale
Nathália Silva Castro
Igor Eduardo Costa Martins
Bruno Bavaresco Gambassi
Maria Claudia Gonçalves
Paulo Cesar Mendes Villis
Maria Raimunda Chagas Silva
Maycon Henrique Franzoi de Melo

D.O.I.: [10.29327/561366.1-5](https://doi.org/10.29327/561366.1-5)

CAPÍTULO 6 71

DEGRADAÇÃO AMBIENTAL DAS TERRAS INDÍGENAS NA AMAZÔNIA E AS DENÚNCIAS DE ECOCÍDIO AO TRIBUNAL PENAL INTERNACIONAL

Paulo Vinicius Moreira e Silva
Osias de Oliveira Santos Filho
Rafael Pereira Gonsioroski
Luciana Linard Silva Malveira
Thiago Allisson Cardoso de Jesus
Wolia Costa Gomes
Maycon Henrique Franzoi de Melo

D.O.I.: [10.29327/561366.1-6](https://doi.org/10.29327/561366.1-6)

CAPÍTULO 7..... 83

AVALIAÇÃO DOS RUÍDOS EM UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA NEONATAL EM UMAMATERNIDADE DE ALTA COMPLEXIDADE DO MARANHÃO

Elias Victor Figueiredo dos Santos
Maria Bernardete Barros Figueiredo
Diego Rosa dos Santos
Jadenn Rubia Lima Costa
Sérgio Fernando Saraiva da Silva
Wolia Costa Gomes
Fabrício Brito Silva
Rita de Cássia Mendonça e Miranda
Paulo Cesar Mendes Villis

D.O.I.: [10.29327/561366.1-7](https://doi.org/10.29327/561366.1-7)

CAPÍTULO 8..... 101

AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO QUÍMICOS DA ÁGUA E DO SOLO IRRIGADO DE ARROZ EM FAZENDAS DO MUNICÍPIO DE ARARI – MA

Raphael Ferreira Rodrigues
René Cordeiro dos Santos
Yuri Nascimento Fróes
Mikaelle Luzia Silva Dutra
Neuriane Silva Lima
Dalinajara Oyama Homma
Neemias Muniz de Souza
Maycon Henrique Franzoi de Melo
Anna Regina Lanner de Moura
Fabrício Brito Silva
Darlan Ferreira da Silva
Maria Raimunda Chagas Silva

D.O.I.: [10.29327/561366.1-8](https://doi.org/10.29327/561366.1-8)

CAPÍTULO 9 112

MICROORGANISMOS DE MANGUEZAL UTILIZADOS PARA CONTROLE BIOLÓGICO DE ORGANISMOS FITOPATOGÊNICOS

Érima J. M. Castro
Carlos Drielson da Silva Pereira
Leo Ruben Lopes Dias
Fillipi Pinheiro Pereira
Felicia Maria Melo Aragão
Wallison de Souza Câmara
Maria Raimunda Chagas Silva
Fabricio Brito Silva
Paulo Cesar Mendes Villis
Rita de Cássia Mendonça de Miranda

D.O.I.: [10.29327/561366.1-9](https://doi.org/10.29327/561366.1-9)

CAPÍTULO 10..... 123

RELAÇÃO CLIMA SOCIEDADE NO ESTADO DO MARANHÃO

Jessflan Rafael Nascimento Santos
Neuriane Silva Lima
George Colares Silva Leite Júnior
Celso Henrique Silva Leite Júnior
Mayara Lucyanne Santos de Araújo
Rita de Cássia Mendonça de Miranda
Maria Raimunda Chagas Silva
Fabrício Brito Silva

D.O.I.: [10.29327/561366.1-10](https://doi.org/10.29327/561366.1-10)

AUTORES..... 133

CAPÍTULO 1

ESTUDO DA ADSORÇÃO DO HERBICIDA DIQUAT EM SOLO DE RIZICULTURA NO MUNICÍPIO DE ARARI, MARANHÃO, BRASIL

ADSORPTION STUDY OF THE HERBICIDE DIQUAT IN RHIZICULTURE
SOIL IN THE MUNICIPALITY OF ARARI, MARANHÃO, BRAZIL

Hyasmim Pinto Dutra

Maria Lucia Alvino

Mariana Nogueira Guimarães

Fernanda Oliveira Sousa Araruna

Felipe Bastos Araruna

Eduardo Henrique Costa Rodrigues

Anna Regina Lanner de Moura

Rita de Cássia Mendonça de Miranda

Fabrcio Brito Silva

Darlan Ferreira da Silva

Wellyson da Cunha Araújo Firmo

Maria Raimunda Chagas Silva

Resumo

O diquat (1-1'-etileno-2-2'-dibrometo de biperidílio) é um tipo de herbicida geralmente utilizado em atividades agrícolas no estado do Maranhão, sendo fundamental o estudo de sua capacidade de adsorção em solos. O processo de adsorção pode designar a duração desse composto no solo ou a contaminação de corpos hídricos subterrâneos e superficiais. Desta forma, três amostras de solo (Ponto 1, Ponto 2 e Ponto 3) em dois períodos (seco e chuvoso) foram caracterizadas em relação aos parâmetros físico-químicos e granulométricos, como Nitrato, Nitrito, pH, Matéria Orgânica, Carbono Orgânico, dentre outros. Os parâmetros físico-químicos apresentaram valores positivos segundo a EMBRAPA, com exceção do fósforo total, que apresentou valores negativos ao recomendado. Foi determinado que as isotermas de adsorção de Freundlich e Langmuir, são do tipo "C", linear. O herbicida diquat apresenta fraca adsorção nos três pontos analisados. A adsorção mostra uma relação negativa com a matéria orgânica e uma relação positiva com o pH. Deste modo, é provável que o herbicida seja mais adsorvido nos componentes inorgânicos que nos solos orgânicos. Coeficientes de adsorção maiores expressão a constância de tal composto no solo por tempo prolongado. Entretanto, coeficientes de adsorção menores predizem que o composto pode contaminar águas subterrâneas e superficiais.

Palavras chave: Artigo, Normas, Formatação.

Abstract

Diquat (1-1'-ethylene-2-2'-bipyridylium dibromide) it is a type of herbicide generally used in agricultural activities in the state of Maranhão, being essential to study its adsorption capacity in soils. The adsorption process can designate the duration of this compound in the soil or the contamination of underground and surface water bodies. Thus, three soil samples (Point 1, Point 2 and Point 3) in two periods (dry and rainy) were characterized in relation to physicochemical and granulometric parameters, such as Nitrate, Nitrite, pH, Organic Matter, Organic Carbon, among others. The physical-chemical parameters showed positive values according to EMBRAPA, with the exception of total phosphorus, which showed negative values to the recommended. It was determined that the Freundlich and Langmuir adsorption isotherms are linear "C" type. The herbicide diquat shows poor adsorption in the three analyzed points. Adsorption shows a negative relationship with organic matter and a positive relationship with pH. Thus, it is likely that the herbicide is more adsorbed on inorganic components than on organic soils. Higher adsorption coefficients express the constancy of such a compound in the soil for a long time. However, lower adsorption coefficients predict that the compost can contaminate ground and surface water.

Key-words: Article, Standards, Formatting

1. INTRODUÇÃO

O uso de agrotóxicos tem grande contribuição no aumento da produtividade agrícola e condições inadequadas de transporte e armazenamento desses compostos, além do uso indevido e sem orientação correta, são responsáveis por diversos problemas, incluindo o acúmulo de grandes resíduos que causam prejuízos à saúde humana (BYZYNSKI e MANZINI, 2018).

O setor agrário é a base econômica do Estado do Maranhão, desde sua ocupação no período colonial, porém, somente após a segunda metade do século XX, que há uma determinada modificação no seu espaço econômico. A produção agrícola no estado do Maranhão está apoiada principalmente em culturas temporárias, e tem predominância das culturas alimentares, a maioria delas é destinada a subsistência e com baixo padrão tecnológico (BRITO; BERALDO; SOUSA, 2020).

Levando em consideração a sustentabilidade e a competitividade da agricultura, um dos pontos essenciais que devem ser considerados é o controle de pragas e doenças que, de forma geral, o aspecto econômico ganha mais importância que no ambiental. Desse modo, o método ideal seria aquele pautado em avaliações ambientais e socioeconômicas, fazendo a utilização de técnicas como controle químico, biológico, cultural, dentre outros (SILVA et al., 2020).

Para Gavrilesco (2005), quando os agrotóxicos são inseridos no ambiente, cerca de 55% do total aplicados não atingem o alvo, dispersando-se para outros compartimentos ambientais como água, solo e atmosfera. Após atingirem o solo, diversos processos físicos, químicos e biológicos determinam seu comportamento. A dinâmica dos agrotóxicos é governada pelo processo de adsorção, o qual é responsável pela ligação desses às partículas do solo, influenciando na disponibilidade para os seguintes processos como, transformação, degradação e transporte, seja por volatilização, lixiviação e/ou por escoamento superficial (HARPER, 1994; MARTINI et al., 2012). Neste contexto, o objetivo deste estudo é analisar a adsorção do herbicidaa diquat em amostras de solos coletadas no município de Arari-MA, considerando os modelos de Freundlich e Langmuir para determinação das isotermas.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Agrotóxicos no ambiente

Conhecidos também como defensivos agrícolas ou agroquímicos, são produtos utilizados na agricultura para controlar insetos, doenças, ou plantas daninhas que causam danos às plantações.

Com a chamada revolução verde houve a massificação do uso dos agrotóxicos no Brasil e a produção agrícola passou por grandes transformações. A política de créditos



agrícolas deu ênfase aos produtos de exportações. Pacotes tecnológicos ligados aos financiamentos agrícolas obrigavam os agricultores a usar determinadas tecnologias e entre elas estavam os agrotóxicos que tinha como objetivo proteger as culturas contra pragas e doenças (CASTOR, 2016).

Todavia, é nítido que o uso dos agrotóxicos traz consequências sérias. Seu uso pode desencadear contaminação e poluição do solo, água e até mesmo do ar, sendo extremamente nocivo para os seres vivos. Essa contaminação não é perceptível imediatamente, pois só gera consequências ao longo do tempo e, por isso, continuam sendo usados indiscriminadamente nos campos do país. Além disso, os agrotóxicos podem atingir os organismos vivos que não são prejudiciais à lavoura e extinguir determinadas espécies fundamentais para o equilíbrio da zona ambiental. Isso porque os agroquímicos matam praticamente tudo nas lavouras, não conseguindo selecionar o que é bom ou ruim para a produção dos alimentos. Em alguns municípios, como é o caso de Arari, o uso de agrotóxicos ocorre em grande escala, não havendo preocupação com seus efeitos danosos à saúde humana e ao ambiente (SANTOS, 2013). A região agrícola ribeirinha de Arari, composta por oito povoados que se encontram à margem do Rio Mearim são os principais responsáveis pela produção agrícola do município. Os produtos mais cultivados são o arroz, o milho, o feijão, a mandioca, a melancia e a cana-de-açúcar, sendo o arroz irrigado a maior produção agrícola do município (GASPAR et al., 2005).

2.2 Herbicida Diquat

O uso sucessivo de herbicidas do mesmo mecanismo de ação para o controle do mesmo alvo pode contribuir para o aumento da população da planta daninha, alvo resistente a esse mecanismo de ação, levando a perda de eficiência do produto e um consequente prejuízo.

O herbicida dibrometo de diquat, de fórmula 1,1'-etileno-2,2'-bipiridilo (Figura 1). O dibrometo de diquat é um tipo de herbicida de contato, não seletivo, de ação rápida, o qual regula o crescimento de plantas, causando lesão apenas nas partes da planta onde é aplicado. Em campo, o produto é utilizado como dessecantes das culturas, como a batata, soja, feijão, milho, para controlar o florescimento, e para controlar as plantas daninhas e aquáticas (KAMRIN, 1997) e citado (KAPPES, et al., 2010).

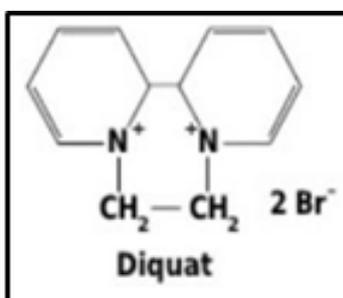


Figura 1: Estrutura química do dibrometo de diquat, principal ingrediente ativo componente do herbicida diquat (Reglone®), utilizado nos bioensaios
Fonte: REIGART; ROBERTS (2013)

Tanto o paraquat, quanto o diquat são produtos considerados altamente persistentes no meio ambiente, demonstrando perigo relativo a todo o ambiente por sua permanência

no meio (MARTINS, 2013), sua classificação toxicológica está na categoria 3, sendo um produto moderadamente tóxico, com seu potencial de periculosidade ambiental de classe 2, caracterizando-se um produto muito perigoso ao meio ambiente.

2.3 Forma das isotermas de adsorção

O conhecimento da ocorrência, reação e movimento no solo é de muita importância para se analisar o comportamento dos minerais no sistema solo-planta. As reações têm muito a ver com a solubilidade dos minerais que os contêm e com a aparência de material orgânico e inorgânico, cujos radicais e superfícies propiciam o meio adequado para o controle da disponibilidade e movimentação desses elementos na solução do solo (NASCIMENTO, 2014).

As isotermas de adsorção são divididas em 4 classes principais, conforme sua inclinação inicial, e cada classe, por sua vez, em vários subgrupos, baseados na forma das partes superiores da curva. As quatro classes foram nomeadas de isotermas do tipo S (Spherical), L ("Langmuir"), H ("highaffinity") e C ("Constant partition"), apresentados na figura 2.

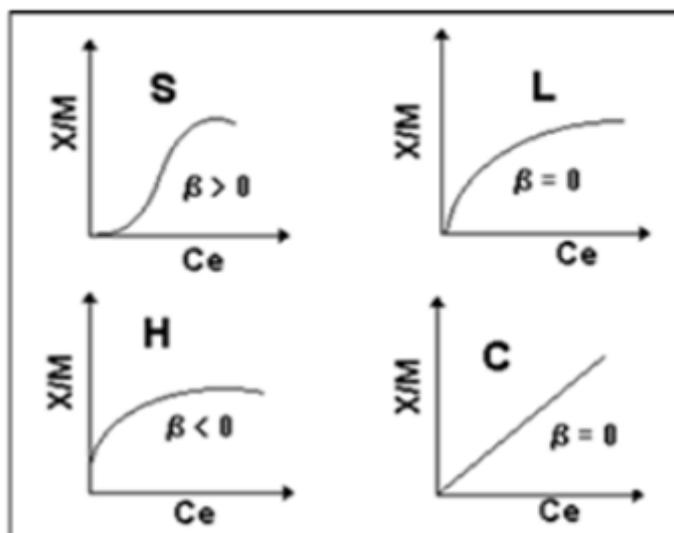


Figura 2: Modelo das Formas de isotermas
Fonte: SILVA (2006)

Isotermas do tipo S

A adsorção torna-se maior quando a concentração do soluto na fase líquida aumenta. São encontradas quando a molécula é monofuncional (possui uma grande parte hidrofóbica) com moderada atração intermolecular. Com algumas exceções, as curvas tipo S ocorrem em adsorção de moléculas orgânicas em argilas.

Isotermas do tipo L

Neste caso, ocorre uma diminuição na disponibilidade dos sítios de adsorção quando

a concentração da solução tende a aumentar. É observado nas adsorções de solutos muito polares ou substâncias iônicas monofuncionais apresentando fortes interações intermoleculares.

Isotermas do tipo H

Trata-se de um caso especial da isoterma L, observada quando o adsorvente possui uma alta afinidade pelo soluto adsorvido.

Isotermas do tipo C

Corresponde a uma partição constante do soluto entre o adsorvente e a solução, dando à curva um aspecto linear. São mais comuns quando o substrato é poroso com moléculas flexíveis, e quando o soluto possui maior afinidade para o substrato que para o solvente.

Os resultados de concentrações determinados nas soluções em equilíbrio e as quantidades adsorvidas foram utilizados para a confecção das isotermas de adsorção de Freundlich e Langmuir.

O conhecimento da ocorrência, reação e movimento no solo é de muita importância para se analisar o comportamento dos minerais no sistema solo-planta. As reações têm muito a ver com a solubilidade dos minerais que os contêm e com a presença de material orgânico e inorgânico, cujos radicais e superfícies propiciam o meio adequado para o controle da disponibilidade e movimentação desses elementos na solução do solo. (NASCIMENTO, 2014).

A equação modelo de Langmuir é uma das equações mais utilizadas para representação de processos de adsorção. Essa, por sua vez, apresenta os seguintes pressupostos:

$$q = \frac{q_{\max} K_L C}{1 + K_L C} \quad \text{Equação 1}$$

q = quantidade de soluto adsorvido por unidade de massa de adsorvente (mg.g^{-1});

C = concentração no equilíbrio do soluto em solução (mg.L^{-1});

q_{\max} = parâmetro que representa a capacidade de adsorção na monocamada (mg.g^{-1});

K_L = parâmetro relaciona-se com a energia de adsorção e dependente da temperatura (L.mg^{-1}): (SILVA, et al.2020).

Existe um número definido de sítios. Os sítios têm energia equivalente e as moléculas adsorvidas não interagem umas com as outras. A adsorção ocorre em uma monocamada, cada sítio pode comportar apenas uma molécula adsorvida. As isotermas de Langmuir seguem a seguinte relação:

As isotermas de Langmuir seguem a seguinte relação:

$$x/m = \frac{k_{KL} C_e}{1+k_{KL} C_e} \quad \text{Equação 2}$$

Esta equação pode ser reescrita da seguinte forma:

$$1/x/m = 1/K_{k2} C_e + 1/K_1 \quad \text{Equação 3}$$

O modelo de Freundlich corresponde a uma correlação logarítmica entre a entalpia de adsorção e a concentração do adsorvato. Ao passo que a adsorção acontece, a energia de adsorção diminui. Empiricamente, o decréscimo na energia de adsorção com o aumento da cobertura superficial pelo adsorvato é devido à heterogeneidade da superfície. Portanto, a equação de Freundlich pode aplicar-se a superfícies não uniformes.

$$q = K.f.CN \quad \text{Equação 4}$$

Em que Kf e n são constantes, "n" não reflete o grau de heterogeneidade da superfície (n > 1 quando a isotérmica é favorável e n < 1 no caso de isotérmica desfavorável).

Os valores das constantes Kf e 1/n podem ser determinados experimentalmente através de uma regressão linear da equação de Freundlich, na sua forma logarítmica:

$$\log(x/m) = \log K_f + (1/n) \log C_e \quad \text{Equação 5}$$

Para este estudo fez-se uso da equação de Freundlich (Cs = Kf Ce^{1/n}) para obtenção dos coeficientes de adsorção, em que Kf e 1/n são constantes empíricas que representam a capacidade e intensidade de sorção, respectivamente.

O procedimento utilizado para determinar as isotermas de adsorção do herbicida foi aquele estabelecido pelo critério do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (IBAMA, 1990), onde são obtidas mediante a quantidade de soluto adsorvido como função da concentração desse soluto na solução em equilíbrio.

Valores de K _d	Intensidade de adsorção
0 a 24	Baixa
25 a 49	Média
50 a 149	Grande
>150	Alta

Tabela 1: Classificação da adsorção para diversos solos segundo o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA,1990 e IBAMA, 2017), em função de K_d
Fonte: IBAMA, 2017

Os fenômenos de adsorção são resultados de uma combinação entre os tipos de forças envolvidas na adsorção física e química. Desta forma, são vários os fatores que influenciam o processo de adsorção como a área superficial, as propriedades do adsorvente e do adsorvato, a temperatura do sistema, pH do meio e a natureza do solvente. É um processo que depende de vários fatores tais como: natureza do adsorvente, do adsorvato e das condições operacionais. As características do adsorvente incluem: área superficial, tamanho do poro, densidade, grupos funcionais presentes na superfície e hidrofobicidade

do material. Em contrapartida, a natureza do adsorvato depende da polaridade, do tamanho da molécula, da solubilidade e da basicidade ou acidez (GONÇALVES et al., 2013).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área de estudo

O município de Arari teve sua autonomia política em 27/06/1864 e está inserido na Mesorregião Norte maranhense dentro da Microrregião Baixada maranhense (Figura 3), compreendendo uma área de 1.100 km². O município possui uma população de aproximadamente 28.477 habitantes e uma densidade demográfica de 25,89 habitantes/km², (IBGE, 2020) .

A sede municipal tem as seguintes coordenadas geográficas 3°27'25.32"S de Latitude Sul e 44°46'37.20"W de Longitude Oeste de Greenwich (IBGE, 2020). O acesso se dá a partir de São Luís, capital do estado se faz pela rodovia BR-135 até a cidade de Miranda do Norte, situada a 137 km da capital maranhense. Após, segue 31 km pela BR-222 até a cidade de Arari, num percurso total aproximado é de 168 km (Google Maps, 2011).

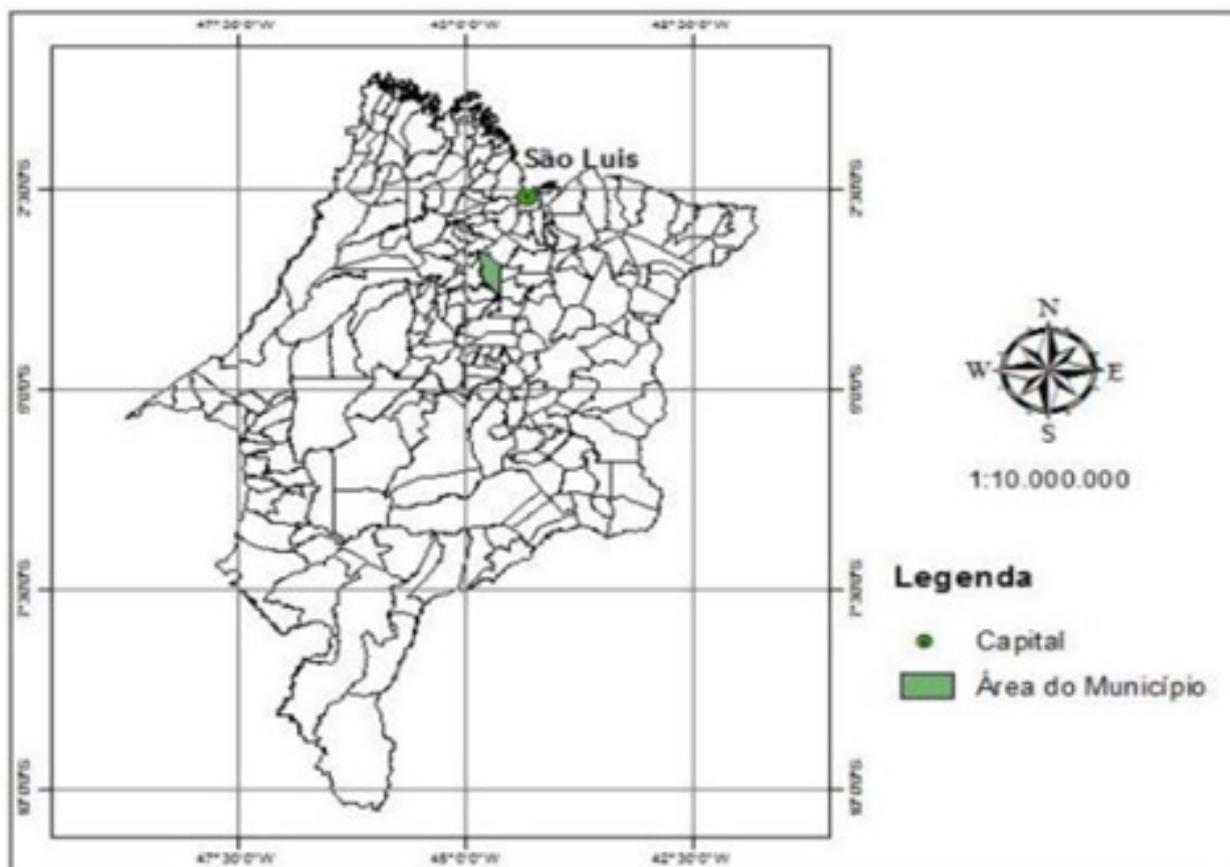


Figura 3: localização do Município de Arari – MA
Fonte: SEMATU, (2019).

3.2 Coleta da amostra do solo

As amostras de solo foram coletadas no município de Arari/MA, no mês de abril e novembro no ano de 2019. Foram coletados 3 pontos em uma profundidade de 15cm, após a coleta, a amostra foi colocada em um saco plástico separadamente e armazenada em uma caixa de isopor, depois foi levado ao laboratório LACAM na Universidade Ceuma para análise, onde foi analisado as características físico químicas, como: nitrato, nitrito, fósforo, magnésio, cálcio, pH, granulometria, carbono orgânico e matéria orgânica. Os pontos coletados contêm as seguintes coordenadas: P1 – Latitude 3°29'36,2" S e Longitude 44°48'14,8" W; P2 – Latitude 3°29'22,9" S e Longitude 44°49'12,4" W; P3 – Latitude 3°28'23,7" S e Longitude 44° 46'00,8" W.

3.3 Determinação do percentual da Matéria Orgânica

Para determinar o teor de matéria orgânica nas amostras de solo foi realizada através do método da calcinação com utilização da mufla. Primeiramente foi anotado o peso dos cadinhos de porcelana sem material e depois foram adicionadas 4 gramas de solo em cada um deles, após esse procedimento os cadinhos foram levados para a mufla a 600°C por duas horas, em seguida, foram pesados novamente e os novos pesos foram anotados para a execução dos cálculos de matéria orgânica (EMBRAPA, 2017).

$$M.O = [100 (P1-P2)] / PS \quad \text{Equação 6}$$

3.4 Determinação do carbono orgânico

Para a caracterização do carbono orgânico foi feita a secagem prévia das amostras em estufa a 105°C, por um período de 24 horas. Após esse período, as amostras deverão ser peneiradas em uma peneira de 2 mm para em seguida ser pesada 4 gramas de cada amostra, que serão submetidas a calcinação por cinco horas a temperatura de 300°C, após calcinação pesar a amostra. Sendo que o percentual de carbono orgânico será determinado em razão da perda da massa do resíduo incinerado, conforme a seguinte fórmula (EMBRAPA, 2017).

$$C = M_i - M_f \quad \text{Equação 7}$$

3.5 Determinação granulométrica do solo

A pipetagem foi método realizado para a determinação e a classificação textural das amostras. O procedimento iniciou-se com a secagem de 50g de cada amostra por 24 horas em estufa a 70°C. Após esse tempo, adicionou-se 0,67g do defloculante oxalato de sódio e depois de 24 horas as amostras foram peneiradas em uma peneira de 0,062mm. Em seguida, acrescentou-se água destilada ao longo do processo até completar 1000ml



de solução na proveta. Passado mais de 24 horas foi iniciado a pipetagem de 20ml da solução de cada amostra em quatro tempos diferentes: 3 minutos e 52 segundos, 14 minutos, 1 hora e 4 horas, conforme SILVA, et al., (2017).

3.6 Determinação do pH e nutrientes

Para o procedimento de determinação do pH do solo em cloreto de cálcio (CaCl_2), pesou-se 10 gramas de cada amostra de solo e em seguida, foram adicionados 50 mL de CaCl_2 $0,01 \text{ mol L}^{-1}$, anotou-se os valores de pH no tempo inicial, após isso as amostras permaneceram em repouso por 1 hora e após esse intervalo foi feita uma nova medida. Foram feitas ainda para as amostras, análises de pH em intervalos de 15, 30, 45 minutos e 1 hora, das quais utilizou-se a média para fins de comparação.

A determinação dos demais nutrientes (nitrato, nitrito, fósforo total, magnésio e cálcio) foram realizadas de acordo com os métodos descritos no manual da Embrapa. (EMBRAPA, 2017).

3.7 Determinação da Isoterma de Adsorção

Para avaliar a adsorção do diquat no solo, foram preparadas soluções de trabalho a partir de solução estoque das concentrações de 0,5; 1; 2; 3; 4,5 e $6 \mu\text{mol L}^{-1}$ do herbicida diquat em CaCl_2 $0,01 \text{ mol L}^{-1}$ com pH de 5,67. Adicionaram-se 20,0 mL dessas soluções em tubo de polipropileno contendo 2,0g de solo, em seguida as amostras foram agitadas a 25°C no agitador horizontal por 24h para atingir o equilíbrio, depois a solução foi tirada de cada amostra e filtrada para encontrar a concentração do diquat, essa análise foi realizada pela técnica de espectrofotometria UV-visível, no comprimento de onda $\lambda=310 \text{ nm}$. Marca SPECTROQUANT PROVE 600. (ALVES, 2013 e SILVA, et al., 2020).

A quantidade de herbicida adsorvida foi estipulada pela diferença da quantidade adicionada no solo e a concentração determinada pelo método analítico através da curva analítica do herbicida na faixa de concentração de 0,5 a $6 \mu\text{mol L}^{-1}$. (SILVA, et al., 2020).

Foram utilizadas as isotermas de Freundlich e Langmuir nesse tipo de ensaio para interpretação do processo sortivo. É importante salientar que a análise das isotermas foram realizadas somente para as amostras do mês de abril no período chuvoso.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Determinação da caracterização físico e químicas

As características físico-químicas e granulométricas dos solos no período de abril e novembro de 2019 estão apresentados na Tabela 2 e 3.

PARÂMETROS	EMBRAPA 2017	PONTO1	PONTO 2	PONTO 3
pH	6 a 8	4,5	4,5	4,6
NO₂⁻ (mgL⁻¹)	1,0 mg/L	0,98	0,85	0,78
NO₃⁻(mgL⁻¹)	10 mg/L	7,1	2,2	4,8
PT (mgL⁻¹)	1,0 mg/L	2,8	1,4	0,4
Mg (mgL⁻¹)	> 30 mg/L	55	35	45
Ca (mgL⁻¹)	> 30 mg/L	20	140	60
C.O. (%)	-	0,23	0,21	0,16
M.O. (%)	> 10%	10,89	6,51	4,58
Areia (%)	-	54,96	55,94	62,34
Silte (%)	-	19,81	22,82	17,02
Argila (%)	-	25,23	21,24	20,64

Tabela 2: Caracterização granulométrica, potencial hidrogeniônico (pH), matéria orgânica (M.O.), carbono orgânico (C.O.) e nutrientes como: fósforo total (PT), nitrato (NO₃), nitrito (NO₂), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) do solo no mês de abril de 2019 da rizicultura em Arari/MA. Fonte: Autores (2021)

Os valores dos solos P1, P2 e P3 apresentaram para o pH (4,5 a 4,6) representando valores ácidos para o solo, pois, pH inferiores a 7 são considerados solos com alta acidez. Estes não estão de acordo com o recomendado, podendo ocorrer efeitos prejudiciais da toxidez por ferro ao arroz irrigado pela (EMBRAPA, 2017).

As variáveis nitrogenadas (nitrito e nitrato) no período chuvoso variaram entre (0,78 a 0,98mg/L) para nitrito e entre (4,8 a 2,2 mg/L) para nitrato, para o fósforo total variou entre (0,4 a 2,8mg/L), sendo que, par o Ponto 1 encontra-se acima do valor estabelecido pela EMBRAPA, 2017.

Essa realidade vem da caracterização da área, do tipo de solo e da biota do rio. Observando os dados da tabela para o magnésio e o cálcio variaram entre Mg⁺² (35 a 55mg/L) e Ca⁺² (20 a 140mg/L). Os valores encontrados estão dentro do permitido pela EMBRAPA, 2017.

Para análise dos resultados granulométricos do solo, notou-se que as porcentagens foram distintas nos períodos avaliados. No período chuvoso, as maiores porcentagens de areia variaram entre (54,96 a 62,34%), silte (17,02 a 22,82%) e argila (20,64 a 25,23%). Assim caracterizando o solo como areia média a fina siltosa a argilosa, predominando a areia. Estes valores provavelmente em função das características do solo da região, foi nítida a classificação do solo como sendo areia média à fina à argilosa à siltosa, validando Silva et al., (2019) maiores porcentagens da fração areia em amostras de solo são justificadas pela característica da região.

Os teores percentuais da matéria orgânica (M.O.) encontrados nos pontos foram (4,58 a 10,89%), ponto 1 e ponto 2 estão abaixo de 10%, resultados estes que indicam ação antrópica e aos pontos abaixo de 10% são considerados solos de minerais de predominância de sílicas e argila com compostos de adubação da região.

A matéria orgânica possui a capacidade de complexar e promover degradação e/ou a retenção das moléculas orgânicas e metais, a fração umidificada é responsável pelo efeito tampão e, além disso, funciona como um absorvente, a quantidade de matéria orgânica presente no solo determina o índice de sorção dos agrotóxicos, solos com maiores teores de matéria orgânica tem maior quantidade de agrotóxico sorvida SILVA, et al 2020.

Os resultados encontrados para matéria orgânica pode-se considerar que o solo está suscetível a percolação dos contaminantes, o que significa prejuízos aos aquíferos subterrâneos.

Entretanto, solos de textura média possuem maiores porcentagens de matéria orgânica que os solos arenosos e argilosos, isto é devido a sua estrutura, proporcionando um grande número de processos que envolvem as espécies decompositoras que atuam no ciclo da matéria orgânica.

Para os resultados do carbono orgânico encontrados nos pontos, os valores foram de (0,16 a 0,23%), observou-se que no P1 para o período chuvoso é indicativo de maior estabilidade da matéria orgânica pela formação de complexo organo-mineral, em virtude da presença de sedimentos areno siltoso e argiloso.

PARÂMETROS	EMBRAPA 2017	PONTO1	PONTO 2	PONTO 3
pH	6 a 8	5,7	5,6	5,6
NO₂⁻ (mgL⁻¹)	1,0 mg/L	0,71	0,76	0,81
NO₃⁻ (mgL⁻¹)	10 mg/L	8,7	4,4	6,3
PT (mgL⁻¹)	1,0 mg/L	4,1	3,7	5,6
Mg (mgL⁻¹)	> 30 mg/L	145	130	140
Ca (mgL⁻¹)	> 30 mg/L	390	290	180
CO (%)	-	0,30	0,28	0,25
MO (%)	> 10%	17	15,4	15,2
Areia (%)	-	72,56	73,9	80,82
Silte (%)	-	25,26	23,14	15,13
Argila (%)	-	2,17	2,95	4,04

Tabela 3: Caracterização granulométrica, potencial hidrogeniônico (pH), matéria orgânica (M.O.), carbono orgânico (C.O.) e nutrientes como: fosforo total (PT), nitrato (NO₃), nitrito (NO₂), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) do solo no mês de novembro de 2019 da rizicultura em Arari/MA. Fonte: Autores (2021)

Os resultados obtidos para o pH no período de estiagem, mostraram acréscimos bem significativos relacionado com o período chuvoso, variaram entre (5,6 a 5,7), portanto, essa acidez é aceitável para os solos de rizicultura, sendo que ambos são representados como ácido.

Para os macronutrientes como Magnésio (Mg⁺²) e Cálcio (Ca⁺²) observou variações bem expressivas relacionado com o mês de abril, a variação do Cálcio foram de (130 a

140 mg/L) e para Magnésio foi de (180 a 390 mg/L). Os valores encontrados estão dentro do estabelecido pela EMBRAPA (2017).

As variáveis nitrogenadas (Nitrito e Nitrato) no período de estiagem, representado na tabela 2, foi de (0,71 a 0,81mg/L) para Nitrito (NO_2^-) e (4,4 a 8,7mg/L) para Nitrato (NO_3^-). Os valores para estes nutrientes estão em concordância com o recomendado.

Atualmente, acredita-se que o cultivo extensivo de terra, mesmo com a aplicação de fertilizante ou esterco, facilita a oxidação para nitrato do nitrogênio reduzido na matéria orgânica decomposta no solo pelo efeito da aeração e da umidade e segundo Bastos, et al., (2007) comenta que o nitrito é instável na existência de oxigênio, ocorrendo como uma forma intermediária. A presença de íon nitrito indica a ocorrência de processos biológicos ativos influenciados por poluição orgânica.

Os valores referente ao fósforo total no período de estiagem variaram entre (3,7 a 5,6mg/L). O mais alto índice de fósforo neste período foi encontrado no ponto 1 e no ponto 3, isto é, pode estar correlacionado nos nutrientes, nos percentuais de matéria orgânica, nos substratos encontrados nos adubos, herbicidas, e por conta de ser uma cultura irrigada, a água utilizada no cultivo já vem com uma porcentagem de fósforo atribuída. Todos os valores do fósforo apresentados na tabela 2 estão fora do estabelecido pela (EMBRAPA, 2017).

Para análise dos resultados granulométricos do solo, observou-se que as porcentagens foram distintas nos períodos avaliados. No período de estiagem, as porcentagens de areia variaram entre (72,56 a 80,82%), silte (15,13 a 25,26%) e argila (2,17 a 4,04%). Assim caracterizando o solo como areia média a fina siltosa a argilosa, predominando a areia.

O teor de M.O. para este período variou de (15,2 a 17%). A dinâmica da matéria orgânica influencia os principais processos químicos, físicos e biológicos nos solos, e determina muitas vezes seu comportamento químico e fertilidade (Coleman et al., 1989; Hermle et al., 2008).

Os valores do carbono orgânico (C.O) variou entre (0,25 a 0,30%), sendo o ponto 1 o maior valor para o período de estiagem. 4.2 Determinação da adsorção do diquat no solo.

4.2.1 Curva padrão da adsorção

A curva-padrão obtida pela técnica de espectrofotometria, analisou a absorvância em diferentes concentrações de 0,5 a 6,0 g.mL⁻¹ do herbicida diquat em soluções de CaCl₂ 0,01 mol. L⁻¹, está representada na Figura 4. Após a obtenção da curva analítica, conhecendo a equação da reta como a= 0,323, b= 0,3044 e R² =0,9861, encontrados, foram realizados os cálculos para obtenção da sorção das isortemas.

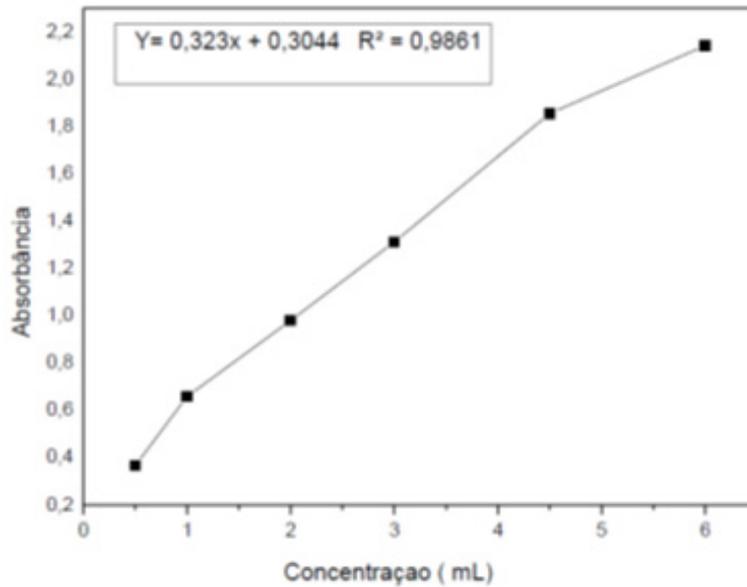


Figura 4: Curva padrão linear do herbicida diquat nas concentrações 0,5 a 6,0.
 Fonte: Autores (2021)

4.2.3 Curva de adsorção do pesticida diquat em três amostragens do solo de rizicultura

Pode-se analisar que as concentrações em solução e adsorvida no solo foram utilizadas para construir a isoterma de adsorção do diquat nos três pontos de coleta na temperatura ambiente (25 °C). Curva Analítica, em solução $\text{CaCl}_2, 0,01\text{molL}^{-1}$ com diversas concentrações de 0,5 a 6,0 g.mL^{-1} , para os três pontos de coleta destacados neste estudo.

Os resultados das isoterma de Langmuir (A) e Freundlich (B) estão apresentados na figura 5 e 6 e na tabela 3. Neste trabalho, a isoterma de Langmuir e Freundlich foi utilizada por se tratar de um modelo bastante aceito para estudos de adsorção com moléculas de agrotóxicos.

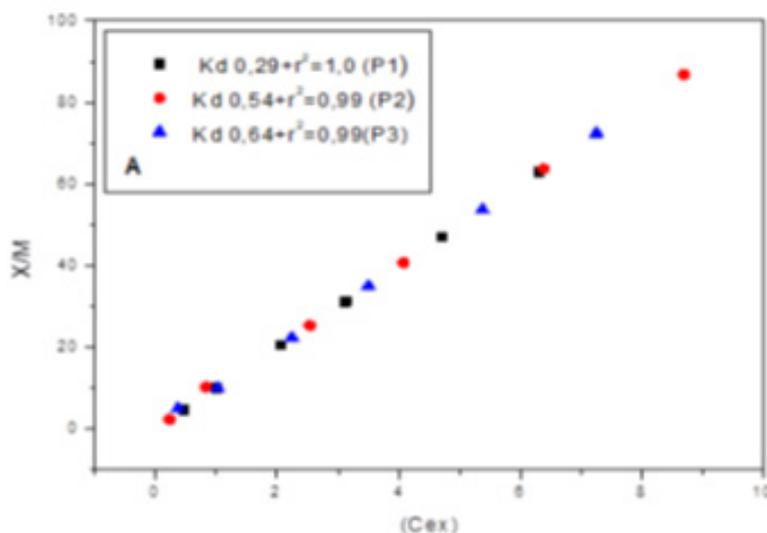


Figura 5. Isoterma de Langmuir (A)
 Fonte: Autores (2021) Fonte: Autores (2021)

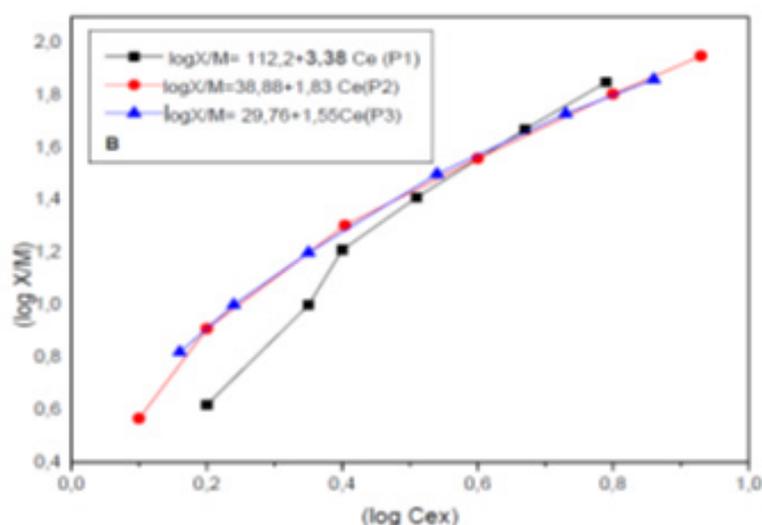


Figura 6. Isoterma Freundlich (B)
Fonte: Autores (2021) Fonte: Autores (2021)

O modelo de isoterma encontrado foi do tipo "C", com característica linear, o qual indica que a quantidade adsorvida é proporcional a concentração do fluido, não indicando uma capacidade máxima para adsorção.

Amostras	K _d μg mL ⁻¹	K _{oc} %	K _{om} %	K _f	1/N	R ²
P1	0,2953	4,672	2,71	112,2	3,38	1,00
P2	0,5451	20,51	11,9	38,88	1,83	0,999
P3	0,6443	17,05	9,89	29,76	1,55	0,999

Tabela 3. Valores obtidos para os coeficientes de partição (K_d), constante de carbono orgânico (K_{oc}), constante de matéria orgânica (K_{om}), coeficiente de Freundlich (K_f); grau de linearidade das isoterma(1/n) e o coeficiente de correlação (R²) para o pesticida diquat, nos três ponto de amostras do solo.
Fonte: Autores (2021)

A partir da análise dos resultados, pode-se constatar que o herbicida adsorveu fracamente nos três pontos, os valores para K_d variaram de (0,2953 a 0,6443 μg mL⁻¹), conforme a tabela do IBAMA (2017) onde valores de 0 a 24 é considerado uma baixa adsorção. Coeficientes de correlação entre (0,99 a 1) para a isoterma de Langmuir (A) como mostra a figura 5, e para a isoterma de Freundlich (B), na figura 6.

O resultado da relação ao grau de linearidade (1/n), todos os valores encontrados foram entre (1,55 a 3,38). Isto significa que, neste intervalo de concentrações, as isotermas são do tipo C, passíveis de linearização, e podemos assumir que os valores de K_f nos pontos 1 a 3 variaram de (29,76 a 112,2 μg mL⁻¹), de acordo com Silva et al., (2020) o coeficiente de adsorção de Freundlich foi de média a grande, mostrando assim sua média afinidade pela fase sólida dos solos estudados, sugerindo média disponibilidade deste herbicida na solução do solo e grande potencial para lixiviação e/ou biodegradação. (LUCCHINI, et al.,2020).

O resultado do coeficiente de carbono orgânico para os pontos analisados foram de (4,67 a 20,51%). Para os teores de coeficiente da matéria orgânica K_{om} variaram também e foram de (2,71 a 11,9 %). O que pode se avaliar que tanto para carbono orgânico quanto para a matéria orgânica deve-se a diferença entre valores de KOC entre os solos estudados, sugerem que a natureza da matéria orgânica e outros atributos dos solos po-

dem influenciar a sorção do herbicida diquat no solo. Segundo os autores, os agrotóxicos com valores de Koc menores que 50 são considerados altamente móveis, entre 150 e 500 são moderadamente móveis, e acima de 2000 são levemente móveis no solo. Os agrotóxicos com alto Koc tem baixa mobilidade devido ao longo tempo de residência na zona de aeração (RAO e ALLEY, 1993) e CASTRO, et al., 2020).

A inclinação de uma isoterma para De Souza et al., (2007) é dada pelo coeficiente de adsorção, Kd. Este coeficiente é um índice da energia de adsorção, que permite comparar o desempenho de diferentes solos com respeito a adsorção de determinado soluto. Observa-se que a forma linearizada das isotermas de Freundlich mostrou-se satisfatória para a maioria das combinações solo versus herbicida.

Resultados apresentados por Byzynski e Manzini, (2018), mostra que a análise realizada no seu estudo em solos agricultáveis apresentou valores negativos entre o coeficiente de partição (Kd) e a matéria orgânica, ou seja, quando há aumento da M.O. no solo, há uma diminuição na sorção do herbicida. Resultados contrários são apresentados, onde o conteúdo de matéria orgânica, apresenta um efeito positivo em relação ao coeficiente de partição (Esteves, 2020, sendo assim, o tipo de solo, as condições climáticas e a vegetação influenciam não apenas a quantidade mais também a qualidade da matéria orgânica em solos agricultáveis.

Portanto, conforme a intensidade de adsorção, identificada na curvatura (n), aproxima-se de 1, maior é a semelhança entre os coeficientes obtidos pelas isotermas de Freundlich e a sua forma linearizada na função logarítmica, podendo-se utilizá-la para a descrição do comportamento sortivo dos compostos. A velocidade de degradação do herbicida diquat variam conforme o tipo de solo que interage, estando estreitamente ligada a fenômenos de sorção.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas caracterizações dos solos analisados, foi possível identificar a partir da pesquisa, que o solo da região agrícola é bastante vulnerável aos impactos provenientes do uso excessivo de agrotóxicos. O solo estudado apresentou baixa adsorção e alta mobilidade nos três pontos analisados, considerando os resultados da classificação do solo, dos nutrientes e da baixa matéria orgânica, pode-se dizer que este herbicida é passível de lixiviação e escoamento superficial podendo causar a contaminação de corpos d'água.

O uso de agrotóxicos por período prolongados pode provocar mudanças radicais na estrutura de alguns solos. No entanto, a utilização de agrotóxicos pelo homem deve ser realizada de uma forma racional e responsável, visando a máxima proteção do meio ambiente, as estratégias agrícolas para a diminuição da contaminação e poluição dos recursos naturais, água e solo, devem buscar a redução do escoamento superficial e do uso de agrotóxicos nos cultivos. E a redução da poluição ambiental só será possível mediante a conscientização dos agricultores sobre a importância de preservar estes recursos naturais finitos.

Referências

- ALVES, M. S. **Diversidade microbiológica cultivável de solos e seu potencial para avaliação da qualidade do solo**. 2013. Monografia (Conclusão de curso). Ciências Biológicas - Universidade Federal de Pelotas, Instituto de Biologia, Pelotas, 2013.
- BASTOS, R. K., BEZERRA, N. R., & BEVILACQUA, P. D. (2007). Planos de Segurança da Água: Novos Paradigmas em controle de qualidade da água para consumo humano em nítida consonância com a Legislação Brasileira. **Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, (p. 391). Belo Horizonte.
- BRITO, M.; BERALDO, A. K.; SOUSA, N. D. de. Estrutura produtiva da agricultura familiar no Maranhão: comparação entre os censos agropecuários 2006 e 2017. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, 2020.
- Byzynsk, G; Manzini, F. F. Potencial de contaminação de solos da região de São José do Rio Preto (SP) pelo herbicida Halossulfurom Metílico. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 06 n. 40, 2018.
- CASTOR, C. A. B.; **Uso de agrotóxicos e o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado**. 2016. Monografia (Graduação em Direito) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), 2016.
- CASTRO, T. M. DE et al. Vulnerabilidade do Solo em Área Agrícola à Contaminação por Agrotóxicos. **Revista FSA**, 2020.
- DE OLIVEIRA, M. F.; BRIGHENTI, A. M. Comportamento dos Herbicidas no Ambiente. In: **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**. [s.l: s.n.]. p. 263–304. Disponível em: www.sorção/adsorcao%20malation%20e%20carbanzim.pdf. Acessado em: 05.set.2020.
- De Souza, D.; Toledo, R. A.; Galli, A.; Banda, G. R. S. Determination of triazine herbicides: development of an electroanalytical method utilizing a solid amalgam electrode that minimizes toxic waste residues, and a comparative study between voltammetric and chromatographic techniques. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, v.187, n.6, p.2245-2253, 2007.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: **EMBRAPA**, 2017. 212 p.
- ESTEVES, B. S.; CRUZ, C.; GARLICH, C.; MORAES, J. C.; PEREIRA, P. C. Efeito do tempo de exposição ao diquat para controle de plantas aquáticas submersas e desenvolvimento de nova tabela de avaliação de eficácia. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 19, n. 3. 2020.
- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Cidades 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/arari/panorama>. Acessado em: 05.set.2020.
- GASPAR, S. M. F. S. et al. **Avaliação de risco de pesticidas aplicados no programa de controle ambiental do rio mearim**. *Pesticidas: r.ecotoxicol. e meio ambiente*, v. 15, p. 43–54, 2005.
- GAVRILESCU, M. E CHISTI, Y. (2005) Biotecnologia—Uma Alternativa Sustentável para a Indústria Química. *Biotechnology Advances*, 23, 471-499.
- GONÇALVES, M.S. *et al.* Adequação dos modelos de langmuir e freundlich na adsorção de cobre em solo argiloso do sul do brasil. **HOLOS**, ano 29, v. 4, 2013.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS RENOVÁVEIS. **Manual de Pesticidas para Avaliação da Ecotoxicidade de Agentes Químicos**. Brasília: IBAMA, 1990, v.1, 351p
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS RENOVÁVEIS. **Manual de Pesticidas para Avaliação da Ecotoxicidade de Agentes Químicos**. Brasília: IBAMA ibama.gov.br/phocadownload/agrotoxicos/reavaliacao-ambiental/2017/2017-07-25-Manual-IBAMA.> Acesso em: 25 jun. 2017.
- KAPPES, C.; CARVALHO, M.A.C.; YAMASHITA, O. M. Potencial fisiológico de sementes de soja dessecadas com diquat e paraquat. *Scie. Agraria*, v.10, n.1, p.1-6, 2010. doi: 10.5380/rsa.v10i1.12520.
- LUCHINI, C. L.; HIRATA R.; RÜEGG, E. F.; **Sorção e mobilidade de pesticidas associadas a propriedades físico-químicas de solos de cerrados do Estado de São Paulo**. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v. 19, n. 2, p. 157-162, fev. 1984. Disponível em: www.sorção/adsorcao%20malation%20e%20carbanzim.

pdf. Acessado em: 05.set.2020.

MARTINI, D. F. L.; CALDAS, S. S.; BOLZAN, M. C.; BUNDT C. Da A.; PRIMEL, G. E.; AVILA, A. L. Risco de contaminação das águas de superfície e subterrâneas por agrotóxicos recomendados para a cultura do arroz irrigado. **Ciência Rural, Santa Maria**, v.42, n.10, p.1715-1721, out, 2012.

MARTINS, C.M et al. Atributos químicos e microbianos do solo de áreas em processo de desertificação no semiárido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, 2013, p. 1883-1890.

NASCIMENTO, Ronaldo Ferreira do. **Adsorção: aspectos teóricos e aplicações ambientais**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2014. 256 p.

REIGART, J. R.; ROBERTS, J. R. Recognition and Management of Pesticide Poisonings. 6. ed. Washington: EPA, 2013.

SANTOS, Humberto Gonçalves dos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3. ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

SEMATU, Diagnóstico dos Principais Problemas Ambientais do Estado do Maranhão. São Luís (Brasil): Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Turismo, 1991, 19 p.

SILVA, M. R. C. **Utilização de metodologia eletroanalítica para estudos de adsorção de pesticidas triazínicos em amostras de sedimentos do rio Mogi-Guaçu- SP**. 2006. Tese (Doutorado em Química Analítica). São Carlos, SP, 2006.

SILVA, S. H. P., GONÇALVES, M. M., BRAGA, F. H. R., LIMA, N. S. L., NUNES NETO, W. R., NUNES, M. A. S., BASTOS, D. K. L., MONTEIRO, A. S., SILVA, D. F., FIRMO, W. C. A., MELO, M. H. F., RANGEL, M. E. S., MIRANDA, R. C. M. E SILVA, M. R. C. Environmental Impact of Agrochemical uses on the Island's Agricultural Production Area in Maranhão, Brazil. **Global Journal of Science Frontier Research** Volume XX. 2020.

CAPÍTULO 2

EDUCAÇÃO AMBIENTAL E A FORMAÇÃO DE PROFESSORES DA EDUCAÇÃO BÁSICA

ENVIRONMENTAL EDUCATION AND THE TRAINING OF BASIC
EDUCATION TEACHERS

Keila Maria Veras Soares Silva
Jessica Barbosa dos Passos Ericeira
Debora Maria Nascimento Silva
Fabricio Brito Silva
Anna Regina Lanner de Moura
Wolia Costa Gomes
Maria Raimunda Chagas Silva
Rita de Cássia Mendonça de Miranda

Resumo

As questões ambientais passaram a fazer parte das preocupações que assolam a sociedade e tornou-se um dos temas mais discutidos nas últimas décadas. Os desafios referentes à conservação ambiental, ao desenvolvimento sustentável, ao cuidado e respeito com o meio ambiente deixou de ser uma problemática relacionada somente ao contexto ambiental, mas em todos setores da sociedade, sejam eles econômico, político e/ou cultural. A partir da década de 90, no Brasil, por meio das políticas públicas de Educação Ambiental fomentou-se ações para a difusão de informações pelos meios de comunicação em massa, assim como a organização dos currículos das instituições públicas e privadas para a realização de práticas ambientais transversais e a documentos que ratificam a importância da formação dos professores que atuam nos níveis de educação e modalidades de ensino. Apesar disto, ainda se faz imprescindível a discussão acerca do tema educação ambiental no âmbito do ensino formal e informal. Os documentos normativos que direcionam as ações, apesar de existirem, não deixam claro como devem ser realizadas e permitem uma morosidade na implementação de políticas públicas voltadas ao tema. Neste sentido é de suma importância a discussão em torno do tema, com assunto direcionados a melhoria da qualidade do ensino em educação ambiental, nos âmbitos formal e não formal. Dentro deste contexto a formação continuada se constitui como uma alternativa no sentido de aperfeiçoar os profissionais que atuam na área da educação quanto aos conteúdos que versam a temática Educação Ambiental.

Palavras chave: Ensino, Formação Continuada, Educadores.

Abstract

Environmental issues have become part of the concerns that plague society and have become one of the most discussed topics in recent decades. The challenges related to environmental conservation, sustainable development, care and respect for the environment are no longer a problem related only to the environmental context, but in all sectors of society, whether economic, political and/or cultural. From the 1990s onwards, in Brazil, through public policies on Environmental Education, actions were promoted for the dissemination of information through the mass media, as well as the organization of the curricula of public and private institutions to carry out practices environmental issues and documents that ratify the importance of training teachers who work at different levels of education and teaching modalities. Despite this, it is still essential to discuss the topic of environmental education in the context of formal and informal education. The normative documents that guide the actions, although they exist, do not make it clear how they should be carried out and allow a slowness in the implementation of public policies focused on the subject. In this sense, the discussion around the theme is of paramount importance, with subjects aimed at improving the quality of teaching in environmental education, in the formal and non-formal scopes. Within this context, continuing education is an alternative in the sense of improving professionals who work in the area of education regarding the contents that deal with the theme Environmental Education.

Key-words: Teaching, Continuing Education, Educators

1. INTRODUÇÃO

A preocupação com o meio ambiente tornou-se um dos temas mais discutidos nas últimas décadas. A conservação ambiental, o respeito ao meio ambiente, e o desafio do desenvolvimento sustentável, deixou de ser uma problemática relacionada somente ao contexto ambiental, mas a todos os setores da sociedade, sejam eles econômico, político e/ou cultural. As iniciativas para a preservação do meio ambiente influenciaram na criação de documentos que indicam a Educação Ambiental (EA) como um processo educativo amplo e permanente, necessário à formação do cidadão. O campo educacional é certamente cruzado por relações que conectam poder e cultura, pedagogia e política, memória e história (GUIMARÃES, 2000). De acordo com a Política Nacional de Educação Ambiental – Lei nº 9.795/1999, artigo 1º:

“Entende-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade” (BRASIL, 1999).

É um processo de reconhecimento de valores e clarificações de conceitos, objetivando o desenvolvimento das habilidades e modificando as atitudes em relação ao meio, para entender e apreciar as inter-relações entre os seres humanos, suas culturas e seus meios biofísicos. Ela relaciona-se com a prática das tomadas de decisões, pois à medida que essas decisões convergem para a melhoria da qualidade de vida das pessoas, entende-a como um caminho de transformação da sociedade, viabilizando um ambiente sustentável e saudável (JEOVÂNIO-SILVA; JEOVÂNIO-SILVA; CARDOSO, 2018).

A EA surge com o intuito de gerar uma consciência ecológica, possibilitando mudanças de comportamento quanto à proteção do meio e enquanto prática educativa, integra um conjunto de relações sociais que se constituem em torno da preocupação com o meio ambiente. “É um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal” (BRASIL, 1999).

Em 1997, o Ministério da Educação e Cultura (MEC) publicou os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), organizados em cadernos para cada disciplina e para os temas transversais, documentos norteadores, mas sem caráter de obrigatoriedade desenvolvidos com o objetivo de fornecer orientações aos professores sobre a abordagem teórico-metodológica dos componentes curriculares (BRANCO; ROYER; NAGASHIMA, 2018). Estabeleceu-se que temas de relevância social fossem trabalhados articulados aos conteúdos das diversas áreas do conhecimento, como Ética, Saúde, Orientação Sexual, Trabalho e Consumo, Pluralidade Cultural e Meio Ambiente.

Em abril de 2017, publicou-se a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), “um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da educação básica” (BRASIL, 2017). Este documento reafirma as propostas anteriores contidas em documentos que propuseram diretrizes e parâmetros para o cur-



riculo da educação básica, no entanto dispõe de uma mudança na qual os temas transversais deixam de ser facultativos e passam a ser obrigatórios. Os Temas Contemporâneos Transversais fazem conexão com situações vivenciadas pelos estudantes em suas realidades, contribuindo para trazer contexto e contemporaneidade aos objetos do conhecimento descritos na BNCC.

Os Temas Contemporâneos Transversais (TCTs) buscam uma contextualização do que é ensinado, trazendo temas que sejam de interesse dos estudantes e de relevância para seu desenvolvimento como cidadão. O grande objetivo é que o estudante não termine sua educação formal tendo visto apenas conteúdos abstratos e descontextualizados, mas que também reconheça e aprenda sobre os temas que são relevantes para sua atuação na sociedade. Assim, espera-se que os TCTs permitam ao aluno entender melhor: como utilizar seu dinheiro, como cuidar de sua saúde, como usar as novas tecnologias digitais, como cuidar do planeta em que vive, como entender e respeitar aqueles que são diferentes e quais são seus direitos e deveres, assuntos que conferem aos TCTs o atributo da contemporaneidade (BRASIL, 2019).

Sabe-se que a EA, muitas vezes continua sendo abordada de forma fragmentada e descontextualizada: os conteúdos são pontuais, em disciplinas específicas e resumem-se somente a preservação e conservação dos recursos naturais, sem que o aluno incorpore os valores necessários para tornar-se mais reflexivo, crítico, consciente e transpor estes valores para sua vida cotidiana. Esse contexto é resultado da ausência de estudos sobre a EA nos currículos de formação inicial. Nesse sentido, com a criação das leis e decretos, é imprescindível refletir sobre a formação de professores, inserido nos currículos dos cursos de licenciaturas e ofertando formação em serviço ou continuada as abordagens interdisciplinares e transversais da EA (BRANCO; ROYER; NAGASHIMA, 2018). A interdisciplinaridade e a transversalidade são diferentes, mas são complementares. Enquanto a primeira refere-se a dimensão didático-pedagógica, a segunda refere-se a abordagem da produção do conhecimento (BRASIL, 2019).

A transversalidade orienta para a necessidade de se instituir, na prática educativa, uma analogia entre aprender conhecimentos teoricamente sistematizados (aprender sobre a realidade) e as questões da vida real (aprender na realidade e da realidade). Dentro de uma compreensão interdisciplinar do conhecimento, a transversalidade tem significado, sendo uma proposta didática que possibilita o tratamento dos conhecimentos escolares de forma integrada. Assim, nessa abordagem, a gestão do conhecimento parte do pressuposto de que os sujeitos são agentes da arte de problematizar e interrogar, e buscam procedimentos interdisciplinares capazes de acender a chama do diálogo entre diferentes sujeitos, ciências, saberes e temas (CNE/CEB, 2010 apud BRASIL, 2019).

É importante ressaltar que o estudo do meio ambiente deve possibilitar a compreensão da responsabilidade social na preservação e conservação dos recursos naturais necessários para a manutenção da vida no planeta. Para tanto, faz-se necessário a inserção da dimensão ambiental nos currículos escolares por meio das abordagens intra, inter e transdisciplinar e numa perspectiva transversal (BRASIL, 2019).

Destes pressupostos, é salutar a realização de formação continuada e em serviço para que os professores abordem a EA de forma integrada e complementar na sala de aula, assim os docentes conhecerão o que preconiza as legislações, os decretos e as orientações e participarão de atualizações constantes sobre processos metodológicos e a

práticas pertinentes ao processo educacional. Destarte, ratifica-se o interesse em pesquisar sobre a formação dos docentes dos anos finais do Ensino Fundamental, do Município de Paulino Neves, com o objetivo de avaliar as metodologias de educação ambiental na formação continuada destes, em decorrência das transformações no cenário educacional atual exigindo propostas curriculares com temas contemporâneos transversais.

1.1 Abordagem histórica da Educação Ambiental

A educação pode ser entendida como uma prática social que tem por objetivo desenvolver o homem, para isso ela baseia-se nos diferentes saberes que existem em cada cultura. Educar-se é uma forma de contactar-se com o outro e com a natureza, de criar e reproduzir o que é comum a todos por meio do trabalho, dos comportamentos, pelos meios de produção, pelo modo de vida e em cada cultura encontra-se formas distintas de educar.

A educação é, como outras, uma fração do modo de vida dos grupos sociais que a criam e recriam, entre tantas outras invenções de sua cultura, em sua sociedade. Formas de educação que produzem e praticam, para que elas reproduzam, entre todos os que ensinam-e-aprendem, o saber que atravessa as palavras da tribo, os códigos sociais de conduta, as regras do trabalho, os segredos da arte ou da religião, do artesanato ou da tecnologia que qualquer povo precisa para reinventar, todos os dias, a vida do grupo e a de cada um de seus sujeitos, através de trocas sem fim com a natureza e entre os homens, trocas que existem dentro do mundo social onde a própria educação habita, e desde onde ajuda a explicar – às vezes a inculcar – de geração em geração, a necessidade da existência de sua ordem (BRANDÃO, 2002).

Até o século V antes de Cristo, os mitos, a religião e a arte Grega se inspiravam na natureza. Deuses e deusas regiam a colheita, o plantio. “Predominava ainda a concepção mítica do mundo, pela qual se admitia que as ações humanas eram influenciadas pelo sobrenatural, pela interferência divina” (ARANHA, 2006, p. 75). Já no século V da era cristã, em decorrência da decadência do Império Romano e das invasões bárbaras muitos senhores romanos abandonaram as cidades e estabeleceram residência no campo, formando os feudos, tornando-se uma sociedade essencialmente agrícola, na qual a relação do homem com a terra determinava sua posição. Percebe-se que as mudanças sociais pela qual passaram por esse período, “até certo ponto, contidas e dominada pela ideologia cristã que dominou a sociedade, elevaram o cristianismo ao status de detentor do conhecimento” (MELLO, 2006, p. 60).

Sob este ângulo, era pelo saber que as pessoas obtinham o poder. A Igreja Católica se apoderou do conhecimento como um instrumento de cerceamento e de grande auxílio à conversão dos bárbaros e hereges à fé cristã. Além disso, vislumbrou também a possibilidade de domínio e detenção dos bens econômicos e posse de terras. Estava instituída a ordem e a busca pela paz. Era agora necessário que se continuasse o trabalho de “olhar o mundo” (como os cuidados de Deus) por meio dos poderes e das leis divinas, da supremacia da fé e do poder da terra (MELLO, 2006).

Em cada período histórico, em cada cultura, cria-se uma noção própria de natureza.



No século XX o conceito de natureza predominante no ocidente passou a ser questionada com o surgimento do movimento ambientalista.

As críticas dos movimentos ambientalistas começaram a ter repercussão mundial na década de 70. Em 1972, em Estocolmo – Suécia, aconteceu a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, primeiro evento mundial em torno das questões ambientais. Nesta Conferência “atenta à necessidade de um critério e de princípios comuns que ofereçam aos povos do mundo inspiração e guia para preservar e melhorar o meio ambiente humano” (DECLARAÇÃO DE ESTOCOLMO, 1972). Essas ideias começaram a ser incorporadas pela educação, dando origem a EA. Em 1975, em Belgrado – Sérvia, no Seminário Internacional criou-se um dos mais importantes documentos sobre o tema em questão – a Carta de Belgrado – propôs a adoção de uma nova ética global, voltada ao combate da fome, da miséria, do analfabetismo, da poluição e da exploração do homem sobre o homem, considerando as questões sociais, juntamente com as questões ambientais.

Em 1977, em Tbilisi – Rússia, 50 países se reuniram na 1ª Conferência Intergovernamental de Educação Ambiental. Esta conferência reafirmou as posições do Seminário de Belgrado e pela primeira vez explicitou a necessidade de se considerar de forma igualitária o meio social, o cultural e o ecológico, pois “a educação ambiental deve ajudar a criar uma consciência de interdependência econômica, política e ecológica do mundo moderno” (ASSIS, 1991), assim, a EA começou a ser concebida como projeto transformador, crítico e político.

Percebe-se, que mesmo após a Conferência em Tbilisi, o caráter transformador e crítico supracitado não esteve presente nas propostas de EA. Nos países desenvolvidos, priorizou-se a preservação do meio natural. Foram, principalmente nos países de terceiro mundo que passaram a adotar uma abordagem crítica integrando os meios natural e social aos seus projetos educativos.

Em 1992, no Rio de Janeiro – Brasil, mais de 170 países se reuniram no maior encontro organizado pelas Organizações das Nações Unidas – ONU. Segundo a Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento (1992), “o direito ao desenvolvimento deve ser exercido de modo a permitir que sejam atendidas equitativamente as necessidades ambientais e de desenvolvimento de gerações presentes e futuras”. A Rio 92 estabeleceu a EA como importante instrumento de conscientização para uma efetiva participação da sociedade nas tomadas de decisões, consolidando o conceito de desenvolvimento sustentável.

Em 1999, no Brasil, foi instituída a lei que criou a Política Nacional de Educação Ambiental, na qual estabelece que a EA não é uma disciplina escolar, mas um processo permanente voltado para a vida no seu sentido mais profundo.

1.2 Aspectos Legais da Educação Ambiental

A EA deve ocorrer como processo permanente voltado para a formação de sociedades justas e ecologicamente equilibradas, o que requer responsabilidade individual e coletiva em nível local, nacional e planetária. Esta educação não está dissociada de cidadania e participação e existem componentes importantes que fazem parte de seus processos que são o da atuação, do movimento, da ação e o da transformação.

O Brasil foi o primeiro país da América Latina que reconheceu a EA como instrumento para buscar padrões mais sustentáveis de sociedade. Essa intenção é possível identificar em suas legislações. Antes mesmo dos eventos supracitados, a legislação brasileira já considerava a realização de ações que envolvessem o meio ambiente, a educação e a escola. De acordo com o Código Florestal, lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, em seu art. 42: “dois anos depois da promulgação desta Lei, nenhuma autoridade poderá permitir a adoção de livros escolares de leitura que não contenham textos de educação florestal, previamente aprovado pelo Conselho Federal de Educação, ouvido o órgão florestal competente” (BRASIL, 1965).

Assim como no §3º deste mesmo artigo: “A União e os Estados promoverão a criação e o desenvolvimento de escolas para o ensino florestal, em seus diferentes níveis” (BRASIL, 1965) e no art. 43,

Fica instituída a Semana Florestal, em datas fixadas para as diversas regiões do País, do Decreto Federal. Será a mesma comemorada, obrigatoriamente, nas escolas e estabelecimentos públicos ou subvencionados, através de programas objetivos em que se resalte o valor das florestas, face aos seus produtos e utilidades, bem como sobre a forma correta de conduzi-las e perpetuá-las (BRASIL, 1965).

Em 1981, a Lei nº 6.938, dispõe sobre a Política de Meio Ambiente, no inciso X do art. 42, entre os 10 princípios apresentados, destaca-se a necessidade da “educação ambiental a todos os níveis de ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente” (BRASIL, 1981).

A Constituição Federal de 1988, em seu Art. 225, estabelece que: “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (BRASIL, 1988). Assegura ainda, no inciso VI do § 1º deste mesmo artigo, “promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente” (BRASIL, 1988).

A Política Nacional de Educação Ambiental, instituída pela Lei nº 9795 de 27 de abril de 1999, dispõe sobre a educação ambiental e institui processos para a viabilização da desta no país. Dentre os processos elenca-se a definição de políticas públicas, disseminação de informações pelos meios de comunicação de massa, programas educacionais e de formação destinados aos trabalhadores, assim como atuação coletiva e individual para a preservação ambiental. Destaca-se ainda que no art. 8º, “§2º A capacitação de recursos humanos voltar-se-á para: I – a incorporação da dimensão ambiental na formação, especialização e atualização dos educadores de todos os níveis e modalidades de ensino”



(BRASIL, 1999). E no Art. 10 que:

A educação ambiental será desenvolvida como uma prática educativa integrada, contínua e permanente em todos os níveis e modalidades do ensino formal. § 1º A educação ambiental não deve ser implantada como disciplina específica no currículo de ensino. Art. 11. A dimensão ambiental deve constar dos currículos de formação de professores, em todos os níveis e em todas as disciplinas. Parágrafo único. Os professores em atividade devem receber formação complementar em suas áreas de atuação, com o propósito de atender adequadamente ao cumprimento dos princípios e objetivos da Política Nacional de Educação Ambiental (BRASIL, 1999).

As instituições educacionais sejam públicas ou privadas deverão organizar seus currículos para a realização de práticas ambientais transversais e a promoção de formação aos professores que atuam nos níveis de educação e modalidades de ensino.

A lei nº 9.279/2010 institui a Política Estadual de Educação Ambiental e o Sistema Estadual de Educação Ambiental do Maranhão, indica os objetivos que deverão ser alcançados por meio das ações, dos projetos e das atividades com a implantação desta política, “a formação inicial, continuada e em serviço sobre a dimensão ambiental aos professores e educadores de todos os níveis e modalidades de ensino, como aos gestores dos sistemas de educação e de meio ambiente” (MARANHÃO, 2010). Quanto aos Programas do Plano Estadual, na temática 1 – Criação e Apoio as Escolas Sustentáveis, encontra-se a seguinte informação:

Art. 11 A dimensão socioambiental deve constar dos currículos de formação inicial e continuada dos profissionais da educação, considerando a consciência e o respeito à diversidade multiétnica e multicultural do país. Parágrafo único. Os professores em atividade devem receber formação complementar em suas áreas de atuação, com o propósito de atender de forma pertinente ao cumprimento dos princípios e objetivos da Educação Ambiental (MARANHÃO, 2010).

A Política Nacional e a Estadual de Educação Ambiental, suscitam a importância de uma EA transversal em todas as áreas do conhecimento, para tanto faz-se necessário a formação dos docentes sejam na inicial ou continuada para o desenvolvimento de uma práxis pedagógica ambiental.

1.3 Formação de professores à luz da Educação Ambiental

A formação inicial é o processo de aquisição de conhecimentos que balizará as práticas pedagógicas e viabilizará a inserção no mundo profissional dos que optam por fazerem uma licenciatura. Em sequência temos a formação continuada que possibilita a retroalimentação dos conhecimentos teóricos e práticos pertinentes ao processo pedagógico.

Assim, por formação continuada, compreendo toda e qualquer atividade de formação do professor que está atuando nos estabelecimentos de ensino, posterior à sua formação inicial, incluindo-se aí os diversos cursos de especialização e extensão oferecidos pelas instituições de ensino superior e to-

das as atividades de formação propostas pelos diferentes sistemas de ensino (CANDAUI, 1997, p.70).

A formação continuada é um direito garantido constitucionalmente e prevista na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) nº 9.394/96, ou seja, é dever do estado promover a formação dos seus professores, oferecendo preparo para o exercício da profissão.

Em 2009, foi instituída a Política Nacional de Formação de Profissionais do Magistério da Educação Básica tendo entre seus princípios “a formação continuada entendida como componente essencial da profissionalização docente, devendo integrar-se ao cotidiano da escola e considerar os diferentes saberes e a experiência docente” (BRASIL, 2009). No art. 3º, no inciso VIII, o objetivo “promover a formação de professores na perspectiva da educação integral, dos direitos humanos, da sustentabilidade ambiental e das relações étnico-raciais, com vistas à construção de ambiente escolar inclusivo e cooperativo” (BRASIL, 2009, grifo nosso), tem como uma das premissas a formação dos professores numa perspectiva intergeracional.

A formação de professores para uma prática sustentável perpassa por todas as áreas do conhecimento, para tanto a “dimensão ambiental deve constar dos currículos de formação de professores, em todos os níveis e em todas as disciplinas” (BRASIL, 1999). A EA não é descrita nas legislações como disciplina, área do conhecimento ou uma modalidade de ensino, mas como um tema transversal contextualizado, interessante e relevante ao cidadão.

A educação ambiental tem sido identificada como trans-disciplinar, isto é, ela deve permear todas as disciplinas do currículo escolar. O pensamento cartesiano que conduziu a ciência pelos seus aspectos específicos e a gama de acontecimentos ambientais, não permitiu a criação de uma disciplina de Educação Ambiental, uma vez que dificilmente se encontra um profissional, que detenha todos os conhecimentos sobre o ambiente (OLIVEIRA, 2007).

A EA não pode ser vislumbrada como um conteúdo a ser abordado em algumas disciplinas a partir de uma concepção tradicional e compartimentalizada do conhecimento, mas como um processo dialógico e dinâmico, que permeia todas as áreas do conhecimento humano. “O saber ambiental encontra certa dificuldade quanto ao conhecimento fragmentado em disciplinas, quando aprendemos de maneira separada, aprendemos analisar e separar, mas não aprendemos a relacionar (FRAGOSO; NASCIMENTO, 2018).

Entende-se que a concepção tradicional de ensino que permeia a séculos as práticas docentes contribuem para a realização de atividades isoladas e descontextualizadas nos espaços escolares na perspectiva ambiental. A abordagem por meio de projetos de uma ou outra questão ambiental, como água, lixo, floresta entre tantos outros, muitas vezes não contribui para a almejada mudança do homem quanto a sua ação sobre o meio.

Se a escola se constitui como um ambiente privilegiado, com condições para o desenvolvimento de uma práxis educativa e social orientada pelos princípios da Educação Ambiental, é necessário repensar os processos formativos de educandos e principalmente de educadores, já que estes representam importante componente para o desenvolvimento



de práticas pedagógicas contextualizadas, reflexivas (CAMPOS; CAVALARI, 2017). Dentro desta perspectiva Machado e Abílio (2021) sugerem que a formação continuada em EA tem se dado de uma maneira conservacionista e pragmática, sem considerar o ambiente local e os ámbitos da população.

Diante desta assertiva, é pertinente que o lócus de formação em serviço ou continuada seja a escola, tornando-se um ambiente de construção e troca de saberes. A formação continuada em serviço fomenta o papel do professor profissional e estimula-o a refletir sobre sua própria prática, concebendo-a como prática reflexiva do cotidiano escolar e como saberes articulados as concepções sociopolíticas (MAIA; TEIXEIRA, 2015).

Referências

- ARANHA, Maria Lúcia Arruda. **História da educação e da pedagogia: geral e Brasil**. 3 ed. rev. ampl. São Paulo: Moderna, 2006.
- ASSIS, E. S. de. A UNESCO e a educação ambiental. **Revista Em Aberto/INEP**. Brasília, v. 10, n. 49, jan./mar. 1991. Disponível em: <http://emaberto.inep.gov.br/index.php/emaberto/article/viewFile/761/682>. Acesso em: 03 fev. 2021.
- BRANCO, Alessandra Batista de Godoi; ROYER, Marcia Regina; NAGASHIMA, Lucila Akiko. A formação docente para a educação ambiental: investigando conhecimentos e práticas. **REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 35, n.1, p. 112-131, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.14295/remea.v35i1.7424>. Acesso em: 19 jan. 2022.
- BRANDÃO, Carlos Rodrigues. **O que é educação**. 41 reimpr. São Paulo: Brasiliense, 2002. (Coleção primeiros passos, v. 73).
- BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. **Institui o novo Código Florestal**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4771.htm. Acesso em: 17 jan. 2022.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 03 fev. 2022
- BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. **Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm. Acesso em: 17 jan. 2022
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/a-base>. Acesso em: 12 dez. 2021.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Temas contemporâneos transversais na BNCC: contexto histórico e pressupostos pedagógicos**. 2019. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/implementacao/contextualizacao_temas_contemporaneos.pdf. Acesso em: 12 dez. 2021.
- CAMPOS, Daniela Bertolucci; CAVALARI, Rosa Maria Feiteiro. Educação Ambiental e formação de professores enquanto "sujeitos ecológicos": processos de formação humana, empoderamento e emancipação. **REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 34, n. 1, p. 92-107, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.14295/remea.v34i1.6594>. Acesso em: 07 jan. 2022.
- CANAU, Vera Maria (Org.). **Magistério: construção cotidiana**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1997.
- DECLARAÇÃO DE ESTOCOLMO sobre o ambiente humano – 1972. Disponível em: <http://www.direitoshumanos.usp.br/index.php/Meio-Ambiente/declaracao-de-estocolmo-sobre-o-ambiente-humano.html>. Acesso em: 14 jan. 2021.
- GUIMARÃES, M. **Educação ambiental**. Duque de Caxias: UNIGRANRIO Editora, 2000.

JEOVÂNIO-SILVA, Vanessa Regal Maione; JEOVÂNIO-SILVA, André Luiz; CARDOSO, Sheila Pressentin. Um olhar docente sobre as dificuldades do trabalho da educação ambiental na escola. **REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 9, n.5, p. 256-272, 2018. Disponível em: <https://revistaspos.cruzeirosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/1357/105>. Acesso em: 10 jan. 2022.

MACHADO, M.G. and ABÍLIO, F.J.P., 2021. Educação Ambiental crítica para a convivência com o semiárido: a formação continuada de docentes no Cariri paraibano. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, 16(6), pp.216-235.

MAIA, Jorge Sobral da Silva; TEIXEIRA, Lucas André. Formação de professores e educação ambiental na escola pública: contribuições da pedagogia histórico-crítica. **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas, SP, v. 15, n. 63, p. 293–305, 2015. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/histedbr/article/view/8641185>. Acesso em: 06 nov. 2021.

MARANHÃO. Lei ordinária nº 9.279 de 20 de outubro de 2010. **Institui a Política Estadual de Educação Ambiental e o Sistema Estadual de Educação Ambiental do Maranhão**. Disponível em: <http://stc.ma.gov.br/legisla-documento/?id=4699>. Acesso em: 13 jan. 2022.

MELLO, Lucrécia Stringhetta. A educação na antiguidade. In: SOUZA, Neusa Maria Marques de (Org); Ana Paula Gomes Mancini et al. **História da educação**. São Paulo: Avercamp, 2006. p. 15-57

OLIVEIRA, Teresa Vieira dos Santos de . A educação ambiental e cidadania: a transversalidade da questão. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 42/4 , 10 abr. 2007. Disponível em: <https://rieoei.org/historico/deloslectores/1633Vieira.pdf>. Acesso em: 07 fev. 2021.



CAPÍTULO 3

BIOPROSPECÇÃO DE ACTINOMICETOS DE INTERESSE BIOTECNOLÓGICO

ACTINOMYCETES PRODUCING METABOLITES OF MEDICAL INTEREST

Alexya Gonçalves Mota
Barbara Lima de Almeida
Erika Alves da Fonseca Amorim
Jhessica Ribeiro Martins
Fernanda Costa Rosa
Felicia Maria Melo Aragão
Wallison de Souza Câmara
Carolina Azevedo Amaral
Matheus Silva Alves
Amanda Silva dos Santos Aliança
Rita de Cássia Mendonça de Miranda

Resumo

Actinobactérias são bactérias Gram-positivas com elevado conteúdo de G+C (guanina + citosina) e com alta capacidade de produzir diversos metabólitos secundários. Estas bactérias são comumente isoladas do solo e são muito estudadas pelo grande potencial em produzirem antibióticos. A ocorrência destes microorganismos em outros ambientes são descritas com menos abundância. As comunidades de micro-organismos que estão presentes no solo, sedimentos e no interior de plantas realizam processos essenciais que contribuem para o funcionamento dasdeses ambientes, como por exemplo, a ciclagem do carbono, a transferência de metal e remoção de poluentes orgânicos. Portanto, estes micro-organismos podem servir como bioindicadores do ecossistema. Além da função de indicador de poluentes orgânicos esses organismos são conhecidos como grandes produtores de metabólitos secundários de interesse biotecnológico. Na área da saúde sabe-se que alguns gêneros de Actinobactérias são grandes secretores de compostos de interesse farmacêutico como antibióticos, antioxidantes e antitumorais. Na área ambiental essas bactérias participam ativamente da recuperação de áreas degradadas, por serem produtoras de compostos como surfactantes e enzimas lignolíticas, por isso são estudadas como promissoras em processos de remediação de áreas contaminadas. Neste contexto é importante se conhecer um pouco mais sobre essa grupo bacteriano e sua habilidade na produção de compostos de interesse biotecnológico.

Palavras chave: *Streptomyces* spp., Biotecnologia, Compostos Bioativos.

Abstract

Actinobacteria are Gram-positive bacteria with a high content of G+C (guanine + cytosine) and with a high capacity to produce several secondary metabolites. These bacteria are commonly isolated from the soil and are widely studied for their great potential in producing antibiotics. The occurrence of these microorganisms in other environments is described with less abundance. The communities of microorganisms that are present in the soil, sediments and inside plants carry out essential processes that contribute to the functioning of these environments, such as carbon cycling, metal transfer and removal of organic pollutants. Therefore, these microorganisms can serve as bioindicators of the ecosystem. In addition to being an indicator of organic pollutants, these organisms are known as major producers of secondary metabolites of biotechnological interest. In the health area, it is known that some genera of Actinobacteria are great secreters of compounds of pharmaceutical interest such as antibiotics, antioxidants and antitumor agents. In the environmental area, these bacteria actively participate in the recovery of degraded areas, as they produce compounds such as surfactants and lignolytic enzymes, so they are studied as promising in processes of remediation of contaminated areas. In this context, it is important to know a little more about this bacterial group and its ability to produce compounds of biotechnological interest.

Key-words: *Streptomyces* spp., Biotechnology, Bioactive Compounds



1. INTRODUÇÃO

A natureza, é fonte e base para novas pesquisas e desenvolvimento de ferramentas sustentáveis e eficientes, visto que, é um recurso para descobertas de novos compostos biologicamente ativos, resultantes da diversidade química existente nos seres vivos, que por sua vez, asseguram a biodiversidade através das suas relações de interação com ambiente no qual estão inseridos (BUTLER et al., 2014; BROWN; WRIGHT, 2016).

O solo como componentes dos abióticos dos biomas, pode ser descrito como um agrupamento de reações e processos químicos e biológicos responsáveis pela formação de camadas terrestre e desenvolvimento das plantas (LEPSCH, 2016). Ele apresenta como constituintes a matéria orgânica, minerais, metais, água, uma biodiversidade de organismo, principalmente, o microrganismo, chamados de microbioma do solo. Esse microbioma é formado por fungos, bactérias, algas, protozoários e vírus (PELCZAR, 1997), sendo responsáveis pela decomposição de compostos complexos em pequenas moléculas, mineralização e biorrecuperação do solo contaminado por compostos xenobióticos (MC-CARTHY; WILLIAMS, 1992).

No solo pode-se encontrar bactérias filamentosas denominadas Actinomicetos, que são caracterizadas pelo seu crescimento filamentoso, além da produção de micélio de substratos (vegetativo), micélio de esporos (aéreo), o que confere a esta classe de bactérias resistência e sobrevivência em vários habitats (HOLT; KRIEG; SNEATH, 1994). Esses microrganismos possuem uma vasta taxonomia incluindo espécies com morfologias e capacidades metabólicas variadas (BARKA; VATSA; SANCHEZ; GAVEAU-VAILLANT et al., 2016). Destacando-se pela habilidade em produzir compostos bioativos, como produção de enzimas, síntese de substâncias bioativos que permite o antagonismo a outros microrganismos na relação de competição por espaço provocando lesão e/ou destruição de outros organismos.

Dentre os microrganismos mais abundantes no solo estão as bactérias da classe actinomicetales. Os actinomicetos desempenham um papel muito importante na rizosfera da planta, podendo ajudar na promoção do crescimento como também dar proteção as mesmas agindo contra fungos fitopatogênicos, verificando desse modo seu potencial no controle biológico (CRAWFORD, 1988; GONÇALVES, 2019). Também atuam na biodegradação de polímeros como lignina, quitina e amido, sendo a quitina importante no controle de fitonematóides (CRAWFORD, 1988; GONÇALVES, 2019).

Uma outra fonte alternativa de busca de novos microrganismos de interesse são as plantas. O Brasil é o país com a maior biodiversidade do planeta, e o ecossistema da Amazônia é um dos mais ricos e mais importantes por causa da diversidade de plantas, que podem abrigar compostos com ação antimicrobiana (AMORIM, et al., 2020).

O uso de plantas como medicamento é uma prática popular adotada há muitos séculos; no entanto, a produção em grande escala de medicamentos é difícil. Assim, o uso de microrganismos que vivem dentro de plantas (endofíticos) pode ser uma alternativa para a produção de compostos biologicamente ativos por meio de técnicas biotecnológicas (RA-JAMANI et al., 2018). Uma vez que vários estudos já evidenciaram que os endofíticos au-

mentam a aptidão de suas plantas hospedeiras através da produção direta de metabólitos secundários bioativos, que estão envolvidos na proteção do hospedeiro contra herbívoros e microrganismos patogênicos (ANCHEEVA; DALETOS; PROKSCH, 2020).

1.1 Actinobactérias

Actinobactérias são bactérias filamentosas pertencentes ao filo Actinobactérias e ordem Actinomycetales. A palavra Actinomycetes derivam de duas palavras gregas: “aktis” que significa relâmpago ou raio e “mykes” que significa fungos. Esses microrganismos por muito tempo foram caracterizados como fungos, depois com estudos mais detalhados percebeu que eram bactérias gram-positivas filamentosas, podendo ser aeróbico, anaeróbico ou anaeróbico facultativo, produtoras de micélios aéreos, parede celular ácido murâmico, ácido diaminopimélico ou lisina. Apresentando grandes quantidades de nucleotídeos dos tipos C e G (57-75%) (KONEMAN; WINN JR; ALLEN; JANDA et al., 2012; SEGARAN; SUNDAR; SETTU; SHANKAR et al., 2017). Esses microrganismos produzem um composto volátil chamado de geosminas que está ligado a seu odor característico de terra úmida das actinobactérias (AGRAWAL, 2002; ARAUJO-MELO; SOUZA; VICALVI-COSTA; DE ARAÚJO et al., 2016)

As actinobactérias são onipresente e formam uma população estável e persistente em vários ecossistemas, especialmente em solos alcalinos secos (VEIGA; ESPARIS; FABREGAS, 1983). Esses microrganismos são conhecidos por produzirem uma extensa variedade e diversidades compostos biológicos conhecidos como bioativos, que podem tem a capacidade de inibir o desenvolvimento de patógenos presentes no solo na disputa da vida por competição (SHARMA; ANEJA; MAYER; MUNCH et al., 2005).

As actinobactérias mais importantes na microbiologia do solo, tendo como principais gêneros os *Streptomyces*, *Streptosporangium*, *Nocardia*, *Nocardiosis*, *Micromonospora* e *Thermoactinomyces*. Essas bactérias podem ser facilmente encontradas no solo, sendo produtora de substâncias que atuam na degradação de moléculas complexas, como as substâncias recalcitrantes principalmente lignocelulose, celulose, hemiceluloses e lignina, e assim desempenham um papel importante no processo de decomposição da matéria orgânica do solo para que os nutrientes fiquem disponíveis para outros seres vivos (DING; JIANG; LI; LI et al., 2004; PETROSYAN; GARCÍA-VARELA; LUZMADRIGAL; HUITRON et al., 2003).

Actinobactérias são descritas na literatura por possuírem a capacidade de produzir ampla quantidade de metabólitos secundários, dentre eles enzimas, inibidores enzimáticos, e principalmente antibióticos, que frequentemente são utilizados na Agricultura, Medicina e Veterinária (INBAR; GREEN; HADAR; MINZ, 2005)

De acordo com o banco de dados National Center for Biotechnology Information (Database resources of the National Center for Biotechnology Information, 2018), o gênero *Streptomyces* pertence à família Streptomycetaceae; subordem Streptomycineae; ordem Actinomycetales e subclasse Actinobacteridae. Este gênero é um dos maiores gêneros, pois contém mais de 500 espécies (MOHANRAJ; SEKAR, 2013).



As bactérias do gênero *Streptomyces* são conhecidos pelos seus efeitos de síntese de biossintéticos que tem como produtos final compostos naturais complexos. Com o advento da genômica houve uma mudança da perspectiva de investigação dos compostos produzidos por esses microrganismos. Eles apresentam um único cromossomo linear e plasmídeos que podem ser circulares ou lineares. Outra característica que podem ser observados em seu genoma é a capacidade de formar aglomerados de genes biossintéticos que sintetizam enzimas que formam metabolitos secundários, como uma variedade de compostos químicos que incluem policetídeo, lactamas, peptídeos não ribossômicos, terpeno e outros produtos naturais. Esses metabolitos secundários são sintetizados na fase de mudança do micélio para a esporulação (HWANG; KIM; CHARUSANTI; PALSSON et al., 2014). A produção desses metabolitos secundários é de grande relevância médica e industrial (BRAÑA; FIEDLER; NAVA; GONZÁLEZ et al., 2015).

1.2 Atividade frente a fungos

Nas infecções fúngicas, foi observado nas últimas décadas um aumento de casos juntamente com o crescente número de pacientes imunossuprimidos, ocasionando uma ameaça por comprometer a eficiência do tratamento (DURAND et al., 2021). Além de que quando comparado com a pesquisa antibacteriana, pouco progresso tem sido feito no desenvolvimento de novos agentes antifúngicos, o que se tem sido justificado pelo fato de os fungos serem eucarióticos, com pequena relação evolutiva com hospedeiros humanos, o que dificulta a busca por alvos antifúngicos. Os novos conhecimentos sobre a estrutura, composição e bioquímica das células fúngicas, tem agora contribuído para o nosso entendimento sobre o mecanismo de ação de muitos agentes antifúngicos (SCORZONI et al., 2017).

Para os fungos responderem adequadamente às mudanças ambientais e assim sobreviver ao estresse celular causado pela exposição as drogas, foram desenvolvidos diversos mecanismos de adaptação, com circuitos complexos envolvendo respostas celulares, incluindo a interação entre moléculas sinalizadoras, respostas ao estresse e resistência a drogas (MARTINEZ-ROSSI et al., 2018).

Em decorrência desse aumento da resistência de fungos que resulta em tratamentos nem sempre eficazes, espera-se que a busca e descoberta de novos microrganismos que produzem metabólitos permaneça significativa na corrida contra patógenos resistentes, neste contexto, o estudo de produtos naturais voltou a receber a atenção dos cientistas (KAMJAM et al., 2017).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) estimou que cerca de 65% da população mundial utiliza plantas medicinais para seus cuidados primários de saúde. Além disso, aproximadamente 39% dos medicamentos desenvolvidos desde 1980 foram derivados de plantas (MOURA-NETO., 2019).

Vivendo de forma assintomática nos tecidos vegetais existem os microrganismos endofíticos, a maioria deles são capazes de sintetizar produtos bioativos. As plantas são consideradas uma importante fonte de compostos antifúngicos devido a sua grande diversidade de espécies e seus vários metabólitos secundários (REIS, 2018).

Os metabolitos secundários sintetizados por microrganismos endofíticos provaram ser grande agente antimicrobiano, desempenhando um papel fundamental na prevenção e no tratamento de muitos transtornos biológicos. Por conta que diferentes isolados geralmente produzem diferentes compostos, as pesquisas para descoberta de novos metabolitos continuam crescendo até hoje, e já foram descobertos vários metabolitos que inibem o crescimento de bactérias e fungos (REIS, 2018).

Os actinomicetos endofíticos são classificados como microrganismos que habitam tecidos internos de plantas e não causam nenhum efeito negativos, são bactérias Gram-positivas com alto conteúdo de guanina e citosina em seu DNA e são amplamente distribuídas na natureza (GRANADOS et al., 2017).

Avanços no sequenciamento do genoma microbiano revelaram que as bactérias são capazes de produzir muito mais produtos naturais do que os atualmente caracterizados (PRUDENCE et al., 2020).

Destacam-se pela habilidade em produzir compostos bioativos, como a produção de sistemas enzimáticos, síntese de substâncias e antagonismo a outros microrganismos, sendo realizadas atividades como competição por espaço, lesão e/ou destruição de outros (DOS SANTOS et al., 2020).

Os actinomicetos têm sido usados para descoberta de medicamentos por mais de cinco décadas, produzindo mais de 10.000 compostos bioativos. Destes, 75% são produzidos por actinomicetos do gênero *Streptomyces*. Os 25% restantes de compostos bioativos foram isolados de "actinomycetes raros", ou seja, actinomicetos isolados em menor frequência (GOS et al., 2017).

Em particular membros do gênero *Streptomyces*, são produtores prolíficos de metabolitos especializados. Essas bactérias provaram ser uma fonte abundante de produtos químicos bioativos, contribuindo com dois terços dos antibióticos clinicamente aplicáveis e uma ampla gama de enzimas industrialmente importantes (PRUDENCE et al., 2020).

1.3 Atividade frente a Bactérias

Como se sabe, substância com atividade antibacteriana tanto podem inibir os crescimentos bacterianos quanto podem matar bactérias. As doenças infecciosas continuam sendo uma das principais causas de morte devido a microrganismos resistentes a antibióticos. Essa resistência provoca uma diminuição da eficácia dos antibióticos e por isso tem-se investido no desenvolvimento de novas alternativas para superar essa problemática. Como o gênero *Streptomyces* apresenta como uma característica marcante que é a capacidade de produzir antibióticos, então eles são grandes promissores para a investigação de novos fármacos com ação antimicrobiana (LIMA, 2017).

As principais classes de antibióticos produzidos por *Streptomyces* incluem aminoglicosídeos, antraciclinas, glicopeptídeos, β -lactâmicos, macrolídeos, nucleosídeos, peptídeos, polienos, poliésteres e tetraciclinas (ANTUNES; SALAMONI; FRAZZON; GERMANI et al., 2013). E mais recentemente foram descobertos abissomicina C, bonactina, di-hi-

droquinonas cloradas, diazepinomicina, Frigociclinona, dinamicinas entre outros (BRAÑA; FIEDLER; NAVA; GONZÁLEZ et al., 2015).

1.4 Atividade frente a Leishmania

A Região Nordeste lidera o ranking de casos por leishmaniose, do qual o transmissor vetorial da doença encontra na região todos os fatores suscetíveis para o seu desenvolvimento causando alarmantes riscos para a população, considerada uma patologia silenciosa, de difícil obtenção em seu diagnóstico por sintomatologia clínica, confundida com outras doenças em seu estágio primário, sendo possível a obtenção de cura, considerando os quadros de casos em estágio avançado sem o devido cuidado pode ser fatal. As leishmanioses podem ser classificadas em duas vertentes: Zoonoses, quando infectam animais; e Antropozoonose ao infectar o homem. Essa doença parasitária possui ampla distribuição territorial; é registrada em todas as regiões do Brasil, cujas características específicas de ocupação do território e dos ecossistemas favorecem a existência de habitats dos vetores e de ambientes onde se localizam diferentes hospedeiros do protozoário do gênero *Leishmania* (MARCHI et al., 2019).

É considerada pela Organização Mundial da Saúde como uma das seis mais importantes doenças infecciosas no mundo. O padrão de transmissão da doença é característico de zonas rurais e periurbanas, mas pode ocorrer também em centros urbanos. Percebe-se uma ligação entre o surgimento de novos casos e as desigualdades sociais no que diz respeito ao acesso à saneamento ambiental de qualidade e informações em saúde, principalmente (OPAS, 2018; DA SILVEIRA, 2020).

O Brasil é um país com uma grande biodiversidade ainda inexplorada e com grande potencial para investigação de endófitos de plantas nativas da flora brasileira, essa biodiversidade é considerada uma fonte inigualável de substâncias bioativas e de grande diversidade funcional e estrutural, portanto, de grande utilidade para busca de novos fármacos e outros bioprodutos. Na natureza podem ser encontrados recursos que contribuem para o aumento da perspectiva de vida da população (JAMSHIDI KIA et al., 2018; SAVI; ALUIZIO; GLIENKE, 2019).

Desta maneira, a busca por fármacos a base de extrato endofíticos através de Plantas Medicinais tornou-se uma opção atualizada complementar para o tratamento clínico desta doença, o que o torna de grande importância para o estudo científico, levando em consideração a ineficácia ou a baixa disponibilidade de alguns agentes antimicrobianos e de efeitos colaterais elevados além da alta toxicidade por uso constante de fármaco sintético. Os recursos vegetais apresentam um valor essencial na biodiversidade, pois nela existem variabilidades de espécies vegetais que em sua maioria proporcionam benefícios ao homem, tanto através da alimentação quanto para finalidades farmacêuticas (LORENZI, 2021).

Por muito tempo através de estudos comprovam que os produtos naturais são importantes e maiores fontes de biomoléculas, tendo em vista este conhecimento os microrganismos endofíticos têm sido explorados de maneira positiva por sua capacidade de rápida atividade e por sua grande produção de metabólitos bioativos gerando cada vez

mais eficiência em diversas áreas científica.

Dentre os microrganismos produtores de compostos bioativos, destacam-se os da família Actinomycetales. Os actinomicetos uma das espécies que fazem parte da população microbiana considerados componentes primordiais capaz de produzir metabólitos secundários que beneficiam as plantas na promoção do crescimento e autodefesa. Atualmente tem sido apontados como excelentes alvos para o desenvolvimento de pesquisas relacionadas a bioprospecção para descoberta de antimicrobianos em diversas patógenos clínicas. Os microrganismos endofíticos apresentam grande diversidade genética e são fonte promissora de metabólitos secundários bioativos (DINESH et al., 2017; SRIPREECHASAK et. al., 2017; BUNBAMRUNG et. al, 2020; MAHMOOD; KATAOKA, 2020).

A incidência na taxa de casos associados a leishmaniose se relaciona diretamente a regiões com uma alta porcentagem populacional, cobertura de vegetação primitiva e de clima favorável para o seu desenvolvimento do protozoário e manifestação clínica de contaminação a população, a leishmaniose vem se tornando um problema socio ambiental grave e preocupante, que afeta, em sua maioria população de baixa renda per capita e que tem como fonte de trabalho ambientes rurais possivelmente com dificuldades no acesso a serviços básicos de saúde e conhecimento dos riscos da doença nestes locais. Alguns estudos demonstraram a detecção de biocompostos, oriundos de endofíticos, que atuaram sobre o protozoário causador da leishmaniose, incentivando a pesquisa inter-relacionada entre esses microrganismos, dos quais são colocados como prioritários em pesquisas por sua capacidade de resistência e letalidade (ASSIS, 2018; CAVICCHIOLI, 2017; MOREIRA 2020; BRASIL, 2021).

1.5 Atividade antioxidantes

Os antioxidantes funcionam para exercer efeito protetor na saúde humana contra danos oxidativos causados por espécies reativas de oxigênio (ERO). Os EROS, como os radicais hidroxila, superóxido e peroxila, atacam macromoléculas, incluindo lipídios de membrana, proteínas e DNA, que subsequentemente levam a sérias complicações de saúde como câncer, *Diabetes mellitus* e doenças inflamatórias crônicas e neurodegenerativas (RAHAL; KUMAR; SINGH; YADAV, 2014).

Estudos de Tan et al. (2018) com o extrato MUM292 oriundo do isolado *Streptomyces* sp. de solo, exibia a atividades de eliminação de radicais livres.

Os potenciais antioxidantes do extrato de MUM292 podem ser atribuídos à presença de compostos bioativos, incluindo dipeptídeos cíclicos e compostos fenólicos. Em conjunto, o presente estudo demonstrou que o *Streptomyces* tem um grande potencial para produzir metabólito antioxidante. Além disso, do ponto de vista econômico, o cultivo da cepa MUM292 poderia atender à crescente demanda da indústria de processamento de alimentos pelo fornecimento contínuo de antioxidante natural. De fato, a produção microbiana poderia servir como uma fonte sustentável de antioxidantes naturais e, portanto, é mais econômica em comparação à síntese química de antioxidantes sintéticos (TAN; CHAN; KHAN et al., 2018).



Esses metabólitos têm atividades biológicas potenciais consideradas úteis para várias aplicações em medicina, ciências veterinárias, e agricultura (BERDY, 2005; RAJA; PRABAKARANA, 2011). Além da produção desses metabólitos secundários, *Streptomyces* é conhecido por secretar uma ampla gama de enzimas extracelulares, e os tipos dessas enzimas são importantes em vários indústrias processos: celulase, xilanase, quitinase, amilase, pectinase, protease e lipase (KASHIWAGI; OGINO; KONDO, 2017).

Essas enzimas extracelulares, são substâncias que tem por função catalisar diversas reações biológicas, acelerar ou possibilitar que tais reações aconteçam. São responsáveis pela viabilidade em diversos processos metabólicos e são produzidas por todos os organismos vivos. O que torna essas bactérias especiais quando relacionado à expressão de enzimas, são justamente quais enzimas podem estar sendo expressas e como elas podem ser utilizadas nos ramos da Biotecnologia, que é a área responsável pela utilização de produtos produzidos por organismos vivos que possuam interesse econômico (ANTUNES; SALAMONI; FRAZZON; GERMANI et al., 2013).

A área farmacêutica, agroindústria, indústria alimentícia e petroquímica são as mais relacionadas com a utilização de actinomicetos (visando as enzimas expressas por essas bactérias) em diversas situações, seja na produção de alimentos, fármacos, pesticidas, ou mesmo nas formulações visando a biorremediação, que, de acordo com Duarte (2012) se trata da revitalização de áreas contaminadas com misturas derivadas do diesel e biodiesel (DUARTE, 2012). Em todas essas formulações essas enzimas estariam as suplementando para garantir e viabilizar reações químicas necessárias dentro do produto ou área desejada. Como as lipases, capazes de catalisarem reações que hidrolisam ésteres constituintes do biodiesel (SOUZA, 2018).

1.6 Antitumorais

Substâncias produzidas por *Streptomyces* utilizadas no tratamento do câncer começaram a surgir por volta de 1940 com a descoberta de actinomicina D. Desde então, muitas outras substâncias com propriedades anticâncer tem sido isoladas desse gênero (DEMAIN; SANCHEZ, 2009). Hoje, são muitas as classes de compostos anticancerígenos produzidos por *Streptomyces*, algumas delas clinicamente úteis, tais como antraciclinas, peptídeos, glicosídeos, enediinas, indóis, policetídeos, antimetabólicos, carzinofilina e mitomicinas (NEWMAN; CRAGG, 2007; OLANO; MÉNDEZ; SALAS, 2009).

Mesmo com a abundante variedade de compostos isolados, a pesquisa por novas substâncias anticâncer ainda é imprescindível devido ao contínuo desenvolvimento de resistência aos medicamentos quimioterápicos, assim como a elevada toxicidade e os efeitos colaterais relacionados. Portanto, é necessária a investigação de novas substâncias com menos efeitos secundários e/ou com maior eficiência terapêutica (OLANO; MÉNDEZ; SALAS, 2009).

1.7 Actinomicetos Biodegradadores

Os microrganismos são seres microscópicos, constituídos por uma única célula, para observá-los é necessária a utilização de um microscópio. Estes pequenos seres encontram-se dispersos em todos os ambientes e a área da ciência encarregada em estudar estes elementos é conhecida como microbiologia.

A Microbiologia é a área da Biologia que se dedica ao estudo dos microrganismos, seres microscópicos tais como bactérias, fungos, protozoários e vírus. Pesquisa a forma, a estrutura, a reprodução, a fisiologia, o metabolismo e a identificação destes seres. Também investiga sua distribuição natural, as relações ecológicas com os humanos e outros seres vivos, e as alterações físicas e químicas que provocam no meio ambiente (LEITE, 2020).

No decorrer dos anos os microrganismos veem sendo estudados e incorporados às atividades diárias do ser humano, muitos dos quais são utilizados na indústria alimentícia, onde são agregados na fabricação de iogurtes ou mesmo na fermentação de bebidas. Outros, no entanto, são utilizados para recuperar áreas que sofreram algum tipo de contaminação, como é o caso dos solos contaminados com agrotóxico, mediante esta problemática utiliza-se as técnicas de biorremediação, no qual faz-se uma análise dos microrganismos do local contaminado.

Dentre os microrganismos mais abundantes no solo estão as bactérias da classe actinomicetales. Os actinomicetos desempenham um papel muito importante na rizosfera da planta, podendo ajudar na promoção do crescimento como também dar proteção as mesmas agindo contra fungos fitopatogênicos, verificando desse modo seu potencial no controle biológico. Também atuam na biodegradação de polímeros como lignina, quitina e amido, sendo a quitina importante no controle de fitonematóides (LEITE, 2020).

Estudos já retratam a utilização de actinobactérias na remediação de áreas contaminadas com agrotóxicos, tais como, alguns gêneros das subordens *Corynebacterineae*, *Micrococcineae*, *Micromonosporineae*, *Propionibacterineae*, *Streptomyces*. Estas bactérias possuem a capacidade de degradar pesticidas, tais como organoclorados, triazinonas, triazinas simétricas, carbamatos, acetanilidas e sulfonilúreas (SCHRIJVER e MOT, 1999). Os actinomicetos do gênero *Streptomyces* tem um bom potencial na biorremediação de locais contaminados por DIURON um dos pesticidas mais utilizados no Brasil (ESPOSITO et al., 1998). Um isolado do gênero *Streptomyces* produtor de ácido indol-3-acético foi utilizado em trigo, aumentando a massa fresca de brotos e seca de raízes e a absorção de nitrogênio (N), ferro (Fe), fósforo (P) e manganês (Mn) (SADEGHI et al., 2012). As actinobactérias pertencentes a classe *Streptomyces* tem capacidade de decompor substâncias húmicas em função da produção de enzimas peroxidases alterando quimicamente a estrutura de ácido húmicos (FODIL et al, 2012; OLIVEIRA et al, 2014).

Referências

- AGRAWAL, V. **Biodiversity of Khumbu region: population study of actinomycetes.** Submitted to Royal Nepal Academy for Science and Technology, 2002.
- AMORIM, E. A. F. et al. Antimicrobial potential of *Streptomyces ansochromogenes* (PB3) isolated from a plant native to the Amazon against *Pseudomonas aeruginosa*. **Frontiers Microbiology**, 2020.
- ANCHEEVA, E.; DALETOS, G.; PROKSCH, P. Bioactive Secondary Metabolites from Endophytic Fungi. **Journal Name: Current Medicinal Chemistry**, v. 27, n. 1, 2020
- ANTUNES, T. C.; SALAMONI, S. P.; FRAZZON, A. P. G.; GERMANI, J. C. et al. Influência da fonte nutricional no crescimento ótimo e na produção de antimicrobianos produzidos por isolados de *Streptomyces* sp. **Revista Brasileira de Biociências**, 11, n. 2, 2013.
- ARAUJO-MELO, R. d. O.; SOUZA, I. F.; VICALVI-COSTA, M. C.; DE ARAÚJO, J. M. et al. Actinobacteria: Versatile Microorganisms with Medical and Pharmaceutical Application. **Biotechnology Journal International**, p. 1-13, 2016.
- ASSIS, P. C. P. **Bactérias endofíticas isoladas de Caryocar brasiliense: atividade enzimática, antimicrobiana, leishmanicida e co-cultura com microrganismos patogênicos.** 2018. Dissertação. (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 2018.
- BARKA, E. A.; VATSA, P.; SANCHEZ, L.; GAVEAU-VAILLANT, N. et al. Taxonomy, physiology, and natural products of Actinobacteria. **Microbiology and Molecular Biology Reviews**, 80, n. 1, p. 1-43, 2016.
- BERDY, J. Bioactive microbial metabolites. **The Journal of antibiotics**, 58, n. 1, p. 1-26, 2005.
- BRAÑA, A. F.; FIEDLER, H.-P.; NAVA, H.; GONZÁLEZ, V. et al. Two *Streptomyces* species producing antibiotic, antitumor, and anti-inflammatory compounds are widespread among intertidal macroalgae and deep-sea coral reef invertebrates from the central Cantabrian Sea. **Microbial ecology**, 69, n. 3, p. 512-524, 2015.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Manual da vigilância e controle da leishmaniose visceral.** Disponível em: http://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/manual_vigilancia_controle_leishmaniose_visceral. Acesso em: 21 dez. 2021.
- BROWN, Eric D.; WRIGHT, Gerard D. Antibacterial drug discovery in the resistance era. **Nature**, v. 529, n. 7586, p. 336-343, 2016.
- BUNBAMRUNG, N. et al. Substâncias antibacterianas, antituberculares, antimaláricas e citotóxicas do endofítico *Streptomyces* sp. TBRC7642. **Fitoquímica**, v. 172, p. 112275, 2020.
- BUTLER, Mark S.; ROBERTSON, Avril AB; COOPER, Matthew A. Natural product and natural product derived drugs in clinical trials. **Natural product reports**, v. 31, n. 11, p. 1612-1661, 2014.
- CAVICCHIOLI, R. **Potencial biotecnológico do Ppaenibacillus polymyxa rnc-d, endofítico isolado de Prunus sp. (cerrado), para atividade antimicrobiana e inflamação aguda.** 2017. Dissertação. (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2017.
- DA SILVEIRA, J. A. V.; DE OLIVEIRA, E. H. Leishmaniose Visceral: análise epidemiológica e temporal no Estado do Maranhão, Brasil. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, p. e838986537-e838986537, 2020.
- DEMAIN, A. L.; SANCHEZ, S. Microbial drug discovery: 80 years of progress. **The Journal of antibiotics**, 62, n. 1, p. 5-16, 2009.
- DINESH, R. et al. Endophytic actinobacteria: Diversity, secondary metabolism and mechanisms to unsilence biosynthetic gene clusters. **Critical Reviews in Microbiology**, v. 43, p. 546-566, 2017.
- DING, C.; JIANG, Z.; LI, X.; LI, L. et al. High activity xylanase production by *Streptomyces olivaceoviridis* E-86. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, 20, n. 1, p. 7-10, 2004.
- DOS SANTOS AMARAL, Suellem et al. POTENCIAL DA ATIVIDADE BIOLÓGICA DE ACTINOMICETOS CONTRA O FUNGO *Cryptococcus gattii*. **Interfaces Científicas-Saúde e Ambiente**, v. 8, n. 2, p. 95-104, 2020.

- DUARTE, M. W. **Identificação de actinomicetos isolados de solo impactado com resíduos petroquímicos e seleção de potenciais degradadores de misturas de diesel e biodiesel.** 2012.
- DURAND, M. L., KITT, T. M., SONG, Y., & MARTY, F. M. (2021). Isavuconazole treatment of invasive fungal sinusitis: a post hoc analysis of the SECURE and VITAL trials. **Clinical Infectious Diseases**, 73(6), e1380-e1383.
- ESPOSITO, E.; PAULILO, S. M.; MANFIO, G. P. Biodegradation of the herbicide diuron in soil by indigenous actinomycetes. **Chemosphere**, v.37, p. 541-548. doi: 10.1016/S0045-6535
- GOS FRANCIELLY, M. W. R. Antibacterial Activity of Endophytic Actinomycetes Isolated from the Medicinal Plant *Vochysia divergens* (Pantanal, Brazil). **Frontiers in Microbiology**, Paraná, v. 8, p. 1-17, 6 set. 2017.
- GRANADOS PLATA, Ruby J. **Identificación y caracterización antagónica de hongos aislados de la cuenca del río Tietê.** 2018.
- HWANG, K.-S.; KIM, H. U.; CHARUSANTI, P.; PALSSON, B. Ø. et al. Systems biology and biotechnology of *Streptomyces* species for the production of secondary metabolites. **Biotechnology advances**, 32, n. 2, p. 255-268, 2014;
- HOLT, J. G.; KRIEG, N. R.; SNEATH, P. H. **Bergey's manual of determinative bacteriology.** 1994.
- INBAR, E.; GREEN, S. J.; HADAR, Y.; MINZ, D. Competing factors of compost concentration and proximity to root affect the distribution of streptomycetes. **Microbial ecology**, 50, n. 1, p. 73-81, 2005.
- JAMSHIDI-KIA, F.; LORIGOOINI, Z.; AMINI-KHOEI, H. Medicinal plants: Past history and future perspective. **Journal of Herb Med Pharmacology**, v. 7, n. 1, p. 1-7, 2018.
- KAMJAM MANITA, SIVALINGAM PERIYASAMY, DENG ZINXIN, HOMG KUI. Deep Sea Actinomycetes and Their Secondary Metabolites. **Frontiers in Microbiology**, [S. l.], v. 08, p. 1-11, 1 abr. 2017.
- KASHIWAGI, N.; OGINO, C.; KONDO, A. Production of chemicals and proteins using biomass-derived substrates from a *Streptomyces* host. **Bioresource technology**, 245, p. 1655-1663, 2017.
- KONEMAN, E.; WINN JR, W.; ALLEN, S.; JANDA, W. et al. Diagnóstico microbiológico: texto e atlas colorido. In: **Diagnóstico microbiológico: texto e atlas colorido**, 2012. p. xxxv, 1565-xxxv, 1565.
- LEITE, Belize Rodrigues; VALENTE, Patricia. A microbiologia e a extensão universitária. **Revista Brasileira de Extensão Universitária**, v. 11, n. 1, p. 61-71, 2020.
- LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos.** Oficina de textos, 2016. 8579752310
- LIMA, S. M. d. A. **Bioprospecção de compostos produzidos por *Streptomyces* spp. isolados da região amazônica com potencial biotecnológico.** 2017.
- LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil.** Nova Odessa, SP, Brasil; Editora: Instituto Plantarum, 2002. Jardim Botânico Plantarum, 2021.
- MCCARTHY, A. J.; WILLIAMS, S. T. Actinomycetes as agents of biodegradation in the environment—a review. **Gene**, 115, n. 1-2, p. 189-192, 1992.
- MAHMOOD, A.; KATAOKA, R. Metabolite profiling reveals a complex response of plants to application of plant growth-promoting endophytic bacteria. **Microbiological research**, v. 234, p. 126421, 2020.
- MARCHI, M. N. A.; CALDART, E. T.; MARTINS, F. D. C.; FREIRE, R. L. Spatial analysis of leishmaniasis in Brazil: a systematized review. **Revista Inst Medicina Tropical**, v. 61, p. 1-7, 2019.
- MARTINEZ-ROSSI, Nilce Maria. **Mutantes resistentes ao fungicida cloroneb em *Aspergillus nidulans* (Eidam) winter.** Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2018.
- MOHANRAJ, G.; SEKAR, T. Isolation and screening of actinomycetes from marine sediments for their potential to produce antimicrobials. **Int J Life Sci Pharma Res**, 2, n. 12, p. 115-126, 2013.
- MOREIRA, Carla Cristina. **Avaliação das atividades antimicrobiana, leishmanicida e citotóxica dos fungos endofíticos *Diaporthe* sp. e *Pseudofusicoccum* sp. obtidos de mangue e cerrado brasileiros.** 2020. Dissertação. (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 2020.

- MOURA NETO, M. A. D. **Mapeamento da cadeia produtiva de plantas medicinais e fitoterápicos**. 2019
- NEWMAN, D. J.; CRAGG, G. M. Natural products as sources of new drugs over the last 25 years. **Journal of natural products**, 70, n. 3, p. 461-477, 2007.
- OLANO, C.; MÉNDEZ, C.; SALAS, J. A. Antitumor compounds from marine actinomycetes. **Marine drugs**, 7, n. 2, p. 210-248, 2009
- OLIVEIRA, Ana Paula Guedes et al. Importância das actinobactérias em processos ecológicos, industriais e econômicos. **Enciclopédia Biosfera**, v. 18, p. 3938-3952, 2014.
- OPAS. Organização Pan-Americana da Saúde. **Leishmanioses: Informe Epidemiológico nas Américas**, 2018. Disponível em: www.paho.org/leishmaniasis. Acesso em: 21 dez. 2021.
- PELCZAR, M. J. **Microbiologia-Conceitos e aplicações**, 2ª: Ed 1997.
- PETROSYAN, P.; GARCÍA-VARELA, M.; LUZ-MADRIGAL, A.; HUITRON, C. et al. *Streptomyces mexicanus* sp. nov., a xylanolytic micro-organism isolated from soil. **International journal of systematic and evolutionary microbiology**, 53, n. 1, p. 269-273, 2003.
- PRUDENCE, S., ADDINGTON, E., CASTAÑO-ESPRIU, L., MARK D. R., PINTOR-ESCOBAR, L., RUSSELL, A. H., & McLEAN, T. C. (2020). Advances in actinomycete research: an ActinoBase review of 2019. **Microbiology** (Reading, England), 166(8), 683–694.
- RAHAL, A.; KUMAR, A.; SINGH, V.; YADAV, B. et al. Oxidative stress, pro-oxidants, and antioxidants: the interplay. **BioMed research international**, 2014.
- RAJA, A.; PRABAKARANA, P. Actinomycetes and drug-an overview. **American Journal of Drug Discovery and Development**, 1, n. 2, p. 75-84, 2011.
- RAJAMANI, T. et al. Distribution and diversity of foliar endophytic fungi in the mangroves of Andaman Islands, India. **Fungal Ecol.** v. 36, p. 109–116, 2018.
- REIS, C. M. D. **Produção de metabólitos antifúngicos e antibacterianos a partir do fungo *Diaporthe schini***. 2018.
- SAVI, D.; ALUIZIO, R.; GLIENKE, C. Erratum: Brazilian Plants. **Planta Medica**, 2019.
- SCORZONI LILIANA, De PAULA E SILVA ANA C. A., MARCOS CAROLINE M., ASSATO PATRÍCIA A., de MELO WANESSA C. M. A., de OLIVEIRA HAROLDO C., COSTA-ORLANDI CAROLINE B., MENDES-GIANNINI MARIA J. S., FUSCO-ALMEIDA ANA M. Antifungal Therapy: New Advances in the Understanding and Treatment of Mycosis. **Frontiers in Microbiology**, [S. l.], v. 08, p. 1-11, 23 jan. 2017.
- SEGARAN, G.; SUNDAR, R. D. V.; SETTU, S.; SHANKAR, S. et al. A Review on Endophytic Actinomycetes and their Applications. **Journal of Chemical and Pharmaceutical Research**, 9, n. 10, p. 152-158, 2017;
- SHARMA, S.; ANEJA, M. K.; MAYER, J.; MUNCH, J. C. et al. Characterization of bacterial community structure in rhizosphere soil of grain legumes. **Microbial Ecology**, 49, n. 3, p. 407-415, 2005.
- SOUZA, N. F. **Avaliação da estabilidade de óleos e gorduras**. 2018.
- SRIPREECHASAK, P. et al. *Nonomurea rhodomycinica* sp. nov., isolado de solo de floresta de pântano de turfa. **Revista Internacional de Microbiologia Sistemática e Evolutiva**, v. 67, n. 6, p. 1683-1687, 2017.
- TAN, L. T.-H.; CHAN, K.-G.; CHAN, C. K.; KHAN, T. M. et al. Antioxidative potential of a *Streptomyces* sp. MUM292 isolated from mangrove soil. **BioMed Research International**, 2018.

CAPÍTULO 4

HANSENÍASE: INDICADOR DE QUALIDADE SÓCIO-AMBIENTAL NO ESTADO DE TRATAMENTO

HANSENIASIS: SOCIO-ENVIRONMENTAL QUALITY INDICATOR IN THE
TREATMENT STATE

Eunice Silva de Paula Pinto
Isabela Teixeira dos Santos
Juliana Oliveira Borges
Luiza Helena Everton Coelho
Rômulo Diego Marinho Siqueira
Josenia Costa Ribeiro
Marcia Rodrigues Veras Batista
Angela Falcai
Julliana Ribeiro Santos Alves
Cristina Maria Douat Loyola
Flor de Maria Araújo Mendonça Silva
Maria Raimunda Chagas Silva

Resumo

A hanseníase é uma doença infecciosa crônica causada pela bactéria chamada *Mycobacterium lepra* e ou Bacilo de Hansen. As suas principais características são as lesões granulomatosas, manifestadas na pele, mucosas e nervos periféricos. Vale ressaltar que o tratamento irregular é definido como o não comparecimento aos atendimentos médicos. E esse atraso traduz uma continuidade da transmissão da doença, retardo da cura e resistência do bacilo aos medicamentos. Objetivo deste estudo é investigar a hanseníase: como indicador de qualidade sócio-ambiental no estados reacionais do tratamento. Nesta pesquisa avaliou por meio da coleta de dados (sexo, faixa etária), forma clínica, a incidência da hanseníase associada ao tratamento irregular em uma unidade básica de São Luís do Maranhão. Espera-se desta forma, contribuir para maior conscientização da comunidade sobre a importância do diagnóstico e tratamento precoce, e dos órgãos públicos em relação aos investimentos nas campanhas de educação em saúde e prevenção. Dessa forma, a hanseníase pode vir apresentar uma melhora considerável no que diz respeito a problema de saúde pública.

Palavras chave: Hanseníase, Tratamento Irregular, Epidemiologia, Abandono.

Abstract

Leprosy is a chronic infectious disease caused by the bacteria called *Mycobacterium lepra* and or Hansen's Bacillus. Its main characteristics are granulomatous lesions, manifested in the skin, mucous membranes and peripheral nerves. It is worth mentioning that an irregular treatment is defined as failure to attend medical appointments. The delay reflects a continuity of disease transmission, delayed cure and resistance of the bacillus to drugs. This research dealt with evaluating through data collection (gender, age group), clinical form, the incidence of leprosy associated with irregular treatment in a basic unit in São Luís do Maranhão. It is expected to contribute to greater awareness of the community about the importance of early diagnosis and treatment, and of public agencies in relation to investments in health education and prevention campaigns. In this way, leprosy may present a considerable improvement with regard to a public health problem.

Key-words: Leprosy, Irregular Treatment, Epidemiology, Abandonment.

1. INTRODUÇÃO

A hanseníase é uma doença infecciosa crônica causada por uma bactéria chamada *Mycobacterium leprae* ou Bacilo de Hansen, transmitido por via respiratória (gotículas, tosse, fala ou espirro). As suas principais características são as lesões granulomatosas, manifestadas na pele, mucosas e nervos periféricos. De acordo com o Ministério da Saúde, é classificada em Paucibacilares (com até 5 lesões na pele), que é subdividida em Tuberculóide e Indeterminado; e em Multibacilares (acima de 5 lesões de pele), que é subdividida em Virchowiana e Dimorfo (LIMA et al., 2010).

A sociedade tem grande preconceito em relação à hanseníase, e tende a discriminar aqueles acometidos por ela, que na maioria das vezes, buscam se esconder. Antigamente, os doentes eram mantidos em leprosários, mas nos dias atuais, com o avanço da Medicina, existem centros de referência para o diagnóstico da doença, o que é de suma importância, pois o diagnóstico precoce permite submeter o paciente a um tratamento correto e eficiente, aumentando as chances de cura. Na última década, o Brasil apresentou uma redução de 37,1 % no número de casos novos de hanseníase, passando de 40,1 mil diagnosticados no ano de 2007, para 25,2 mil em 2016 (SCHERER et al., 2016).

Assume-se que a “cura” pode não ser um retorno ao estado anterior, uma vez que as reações podem voltar, mesmo após o fim do tratamento; pode ser que o “desmame” implique reiniciar o tratamento, até que as reações cessem. Ou ainda, essas mulheres podem ficar com marcas, dormências e fraquezas permanentes, o que requer, em qualquer caso, outros sentidos à ideia de cura, baseados na reconstrução cotidiana, empreendida pelo trabalho e criatividade destas mulheres potentes para retomarem suas vidas (BARSAGLINI et al., 2015.)

Os sinais e sintomas são caracterizados por manchas (esbranquiçadas, avermelhadas ou acastanhadas) no corpo; caroços avermelhados; sensação de formigamento ou dormência em determinadas regiões. Além disso, os pacientes apresentam diminuição da dor e sensibilidade térmica e tátil. As formas clínicas mais encontradas são a dimorfa e a virchowiana, sendo frequente tanto no sexo masculino quanto feminino. Outro dado importante, é que a prevalência da doença no estado se apresenta, principalmente em idades precoces, entre 15 a 44 anos; e na cor parda (LIMA et al., 2010).

O Brasil mantém-se na lista dos 23 países prioritários para o controle da doença e, em conjunto com a Índia e a Indonésia, foi responsável por cerca de 80% dos casos novos registrados em 2018,7,8. Ademais, permanece ocupando o primeiro lugar das Américas, contribuindo com 93% dos casos novos registrados em 2018, com prevalência de 1,48 casos por 10 mil habitantes (BRASIL, 2020).

Nos últimos 5 anos, a maior concentração dos casos ocorreu nas Regiões Norte, Nordeste e Centro -Oeste do país⁸. Em se tratando das unidades federativas endêmicas, destaca-se o Maranhão (MA), na Região Nordeste do Brasil, que apresentou, entre 2014 e 2018, taxa média de detecção de casos novos de 79,7 por 100 mil habitantes e prevalência média de 4,33 casos por 10 mil habitantes RE. Entre os municípios maranhenses, a



cidade de Imperatriz, no final do ano de 2017, apresentou taxa de incidência de 73,87 por 100 mil habitantes, sendo considerada prioritária para o controle e a vigilância da doença (SERRA et al., 2021).

O paciente também apresentará alterações de sensibilidade ao calor e/ou ao tato, formigamentos, choques e câimbras nos braços e pernas, que evoluem para dormência, a pessoa se queima ou se machuca sem perceber, pápulas, tubérculos e nódulos (caroços), normalmente sem sintomas, diminuição ou queda de pelos, localizada ou difusa, especialmente nas sobrelhas, pele avermelhada, com diminuição ou ausência de suor no local (BRASIL, 2017)

No diagnóstico dermatológico a doença é diferenciada baseada de acordo com o número das lesões na pele, o que dará a classificação operacional da doença. Até cinco lesões são classificadas em Paucibacilar (PB), apresentando mais de cinco lesões é considerada a forma Multibacilar (MB) (NEVES et al., 2017). De acordo com a classificação será direcionado ao paciente o esquema do tratamento com Poliquimioterápicos (BRASIL, 2016).

No curso da doença, podem ocorrer eventos inflamatórios agudos, causados pelo sistema imunológico do paciente, são estes os episódios reacionais. As reações hansênicas podem ser do tipo I ou II, e são caracterizadas, respectivamente, por lesões cutâneas de aparecimento agudo ou pelo eritema nodoso hansênico. (SILVA et al., 2019). Com essa percepção, pode-se deduzir que a hanseníase é um problema de saúde pública, pois caso não seja diagnosticada e tratada de forma precoce, pode levar a transtornos físicos e sociais, provocando um medo e preconceito, em relação à forma de contágio, tratamento e sinais. Objetivo deste estudo é investigar a hanseníase: como indicador de qualidade sócio-ambiental no estados reacionais do tratamento.

2. METODOLOGIA

Trata-se de um estudo de pesquisa de campo realizado no período de setembro a outubro de 2021, para identificar as pessoas que possuem um tratamento irregular e suas principais reações. Para a análise qualitativa da usuária foram utilizados os prontuários de pacientes oferecidos pela equipe do local da Unidade Básica do São Francisco, para que possamos coletar os dados e acompanhar os casos.

Amostragem de pacientes com faixa etária de 39 a 65 anos, sexo masculino e feminino. A coleta de dados foi realizada na unidade com base nos prontuários disponíveis. Esses dados foram tabulados e transformados em tabelas e gráficos, para serem apresentados e discutidos. Para isso, foram utilizados os softwares Word e o Excel da Microsoft

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme os dados levantados no Centro de Saúde no período de setembro e outubro de 2021, foram analisados os prontuários em 6 (seis) pacientes, desde maio a agosto de 2021, apresentados na Figura 1.

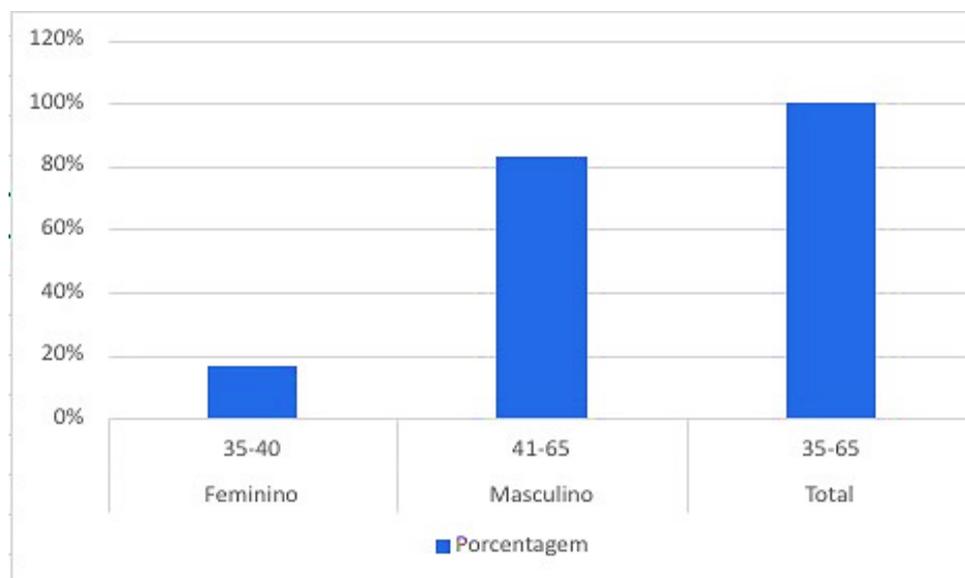


Figura 1 - Distribuição de faixa etária de idade em pacientes
Fonte: Autores (2021)

As amostras totais foram compostas pela avaliação dos prontuários em 6 pacientes atendidos na UBS. Desse total, 5 são do sexo masculino dos quais 3(%) estão na faixa etária entre 41-65 anos e 2 (%) estão na faixa etária de 35-40 anos. No que diz respeito ao sexo feminino foi analisado 1 paciente, onde 1 % está na faixa etária de 39 anos.

A maioria dos usuários nesse tipo de tratamento irregular é do sexo masculino, principalmente, na faixa de 41 e 65 anos. E esse atraso traduz uma continuidade da transmissão da doença, retardo da cura e resistência do bacilo aos medicamentos (LIMA et al., 2010).

Diversos autores afirmam a maior frequência da hanseníase em homens do que em mulheres, justificada pela maior exposição ao bacilo e pelo menor cuidado do sexo masculino com a saúde, o que além de retardar o diagnóstico aumenta o risco para desenvolvimento de incapacidades físicas (SECRETÁRIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE, 2018).

Na Figura 2 apresenta a quantidade total de pacientes confirmados com o diagnóstico de hanseníase, pesquisados na Unidade Básica de Saúde, e o seu tipo correspondente.

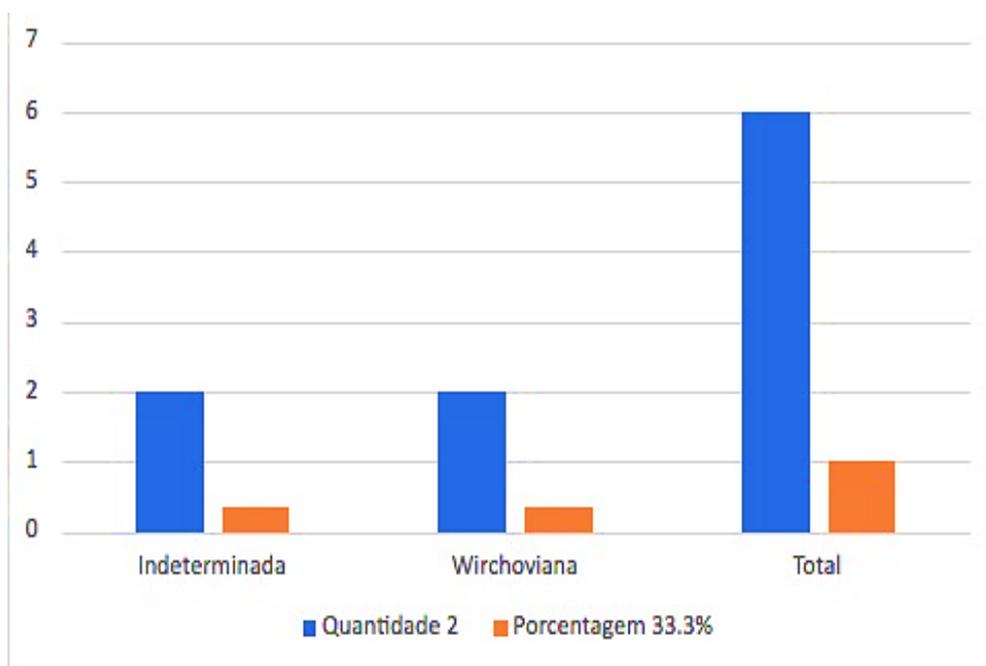


Figura 2 – Formas de hanseníase encontradas
Fonte: Autores (2021)

Observa-se nesse gráfico uma amostra de 6 (seis) indivíduos no total, sendo o sexo masculino mais prevalente, como já comentado. Percebeu-se que havia 2 pacientes do tipo Dimorfa, 2 pacientes do tipo Virchoviana, e 2 pacientes do tipo Indeterminada.

Em relação a Hanseníase Virchoviana expressa a forma clínica de susceptibilidade ao bacilo, resultando em multiplicação e disseminação da doença no início insidioso e progressão lenta, esta forma clínica avança através dos anos, envolvendo difusamente extensas áreas do tegumento, múltiplos troncos nervosos, e inclusive outros órgãos, até que o paciente perceba seus sintomas. Inicia-se com máculas mal definidas, discretamente hipocrômicas ou eritematosas, pouco visíveis, ampla e simetricamente distribuídas sobre a superfície corpórea, a hanseníase borderlineou dimorfa, pode-se observar aspectos clínico dermatológicos, que se aproximam da hanseníase virchoviana ou tuberculóide, até no mesmo paciente, e esta aparência dimorfa reflete a instabilidade imunológica. A evolução da doença e a ausência de tratamento poderiam conduzir alguns pacientes ao estágio virchoviano (ARAÚJO, 2005; MIRANZI et al., 2010).

A forma indeterminada é considerada a primeira manifestação clínica da hanseníase. Observam-se manchas hipocrômicas ou levemente eritematosas, com alteração da sensibilidade, ou apenas área de hipoestesia, sem manchas, não havendo comprometimento de nervos periféricos. A bacterioscopia é negativa e pode evoluir para outra forma clínica. A hanseníase dimorfa possui grande labilidade nas manifestações clínicas e laboratoriais, sendo muito frequente a ocorrência de estados reacionais. As lesões da pele são numerosas e apresentam aspectos ora de HV ora de HT. Indica-se como fundamental o investimento em estratégias de fortalecimento das ações da atenção primária, através de educação permanente com o apoio dos gestores como um mecanismo capaz de favorecer o diagnóstico precoce, a busca ativa dos pacientes, o início imediato da poliquimioterapia e estratégias de prevenção e promoção da saúde, ações fundamentais para minimização de novos casos e para evitar o comprometimento nervoso e as incapacidades físicas ou motoras, e conseqüentemente o não encaminhamento e internação no nível terciário.

As lesões neurais são precoces, assimétricas e, frequentemente culminam em incapacidades. As lesões foveolares são características desse grupo e a bacterioscopia pode ser negativa ou positiva. A forma tuberculoide tende a ter um pequeno número de lesões, bem delimitadas, anestésicas e de distribuição assimétrica, podendo ser anulares, hipocrômicas ou eritematosas. O comprometimento neural é precoce e pode ser acentuado e a bacterioscopia é negativa. (DE ANDRADE, 2020).

Na Figura 3 estão retratados os pacientes com o diagnóstico de hanseníase e o tipo de reação adversa apresentada durante o tratamento na cidade de São Luís - MA. Na amostra contém um total de 6 pacientes, dos quais os 6 apresentam a reação do tipo 1, e nenhum apresentam a reação do tipo 2.

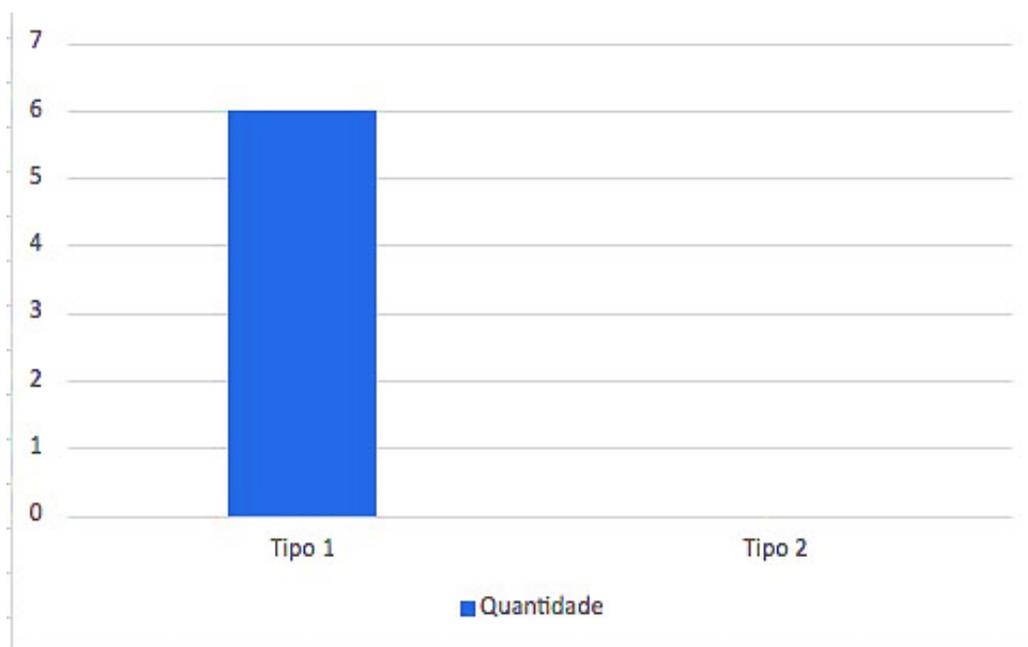


Figura 3 - Total de paciente diagnosticados de acordo com o tipo de reação
Fonte: Autores (2021)

Em relação ao curso natural e evolução lenta da hanseníase, impõe-se os estados reacionais, produzidos por mecanismos imunológicos e relacionados com os danos teciduais. A reação tipo I ou reversa está associada à imunidade mediada por célula. Nesse caso as lesões existentes tornam-se sensíveis, eritematovioláceas, e máculas tornam-se placas. Além disso, elevação e definição dos limites das lesões; e evoluem com descamação. O comprometimento neural é comum, podendo resultar em paralisia e perda de função. Os principais sítios de predileção são o nervo ulnar, mediano, radial, tibial posterior (ARAUJO, 2003)

A reação tipo 2 tem relação com a imunidade humoral a antígenos bacilares, com deposição de imunocomplexos nos tecidos. Geralmente manifesta-se de maneira súbita com o aparecimento de nódulos inflamatórios subcutâneos simétricos, em qualquer região, as vezes com necrose por obstrução vascular (eritema nodoso necrótico), e sintomas gerais, como febre, mal-estar, mialgias, edema e artralgias, podendo ocorrer comprometimento hepatorenal (LASTÓRIA, 2012).

4. CONCLUSÃO

Os dados do presente estudo analisaram aspectos da prevalência dos estados reacionais e dificuldades no tratamento nos indivíduos de São Luís - MA. No entanto, se a hanseníase for diagnosticada rapidamente e o indivíduo for submetido ao tratamento correto, existe uma grande possibilidade de se obter a cura e conseqüentemente evitar alguma alteração de ordem física e social.

Foi apresentado a maior incidência do diagnóstico de hanseníase nos pacientes do sexo masculino, revelado pelos prontuários selecionados. Isso se deve a cultura que esse grupo tem de serem menos propensos a procurar serviços médicos. Além disso, observou-se na amostra, que a divisão dos tipos de hanseníase foi equivalente entre si, ressaltando que o tipo Wirchoviana possui o prognóstico mais grave.

Vale ressaltar também, que a reação do tipo I foi a mais comum entre os pacientes da amostra. Porém, um fator importante que o processo de urbanização da hanseníase no Brasil intensificou-se nas últimas décadas, o Maranhão com foco na busca ativa no tratamento precoce, com vistas à redução de incapacidades físicas e conseqüente prejuízo na qualidade de vida social dos pacientes.

Referências

- ARAÚJO, Marcelo Grossi. Hanseníase no Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 36, p. 373-382, 2003.
- BARSAGLINI RA, PAZ KM, LEMOS PL. **Resenha. Interface, Comunicação, Saúde, Educação**. Botucatu. v. 19. n. 52. p. 195-199. 2015.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde –Departamento de Vigilância e Doenças Transmissíveis. **Guia Prático Sobre a Hanseníase**. Brasília: Ministério da Saúde, 2017.
- BRASIL. Ministério da Saúde (MS). Departamento de Condições Crônicas e Infecções Sexualmente Transmissíveis. **Boletim epidemiológico de hanseníase** [Internet]. Brasília: MS; 2020 [acessado 2021 fev 17]. Disponível em: <http://www.aids.gov.br/pt-br/pub/2020/boletim-epidemiologico-de-hanseníase-2020>.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde –Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. Diretrizes para Vigilância, atenção e eliminação da hanseníase como problema de saúde pública. **Manual técnico operacional**. Brasília –Ministério da Saúde: 2016. 60 p.
- LASTÓRIA, Joel Carlos et al. Hanseníase: diagnóstico e tratamento. **Diagn Tratamento**, v. 17, n. 4, p. 173-9, 2012.
- LIMA, Hívena Maria Nogueira et al. Perfil epidemiológico dos pacientes com hanseníase atendidos em Centro de Saúde em São Luís, MA. **Rev Bras Clin Med**, v. 8, n. 4, p. 323-7, 2010.
- LOPES, Viviane Aparecida Siqueira; RANGEL, Etuany Martins. Hanseníase e vulnerabilidade social: uma análise do perfil socioeconômico de usuários em tratamento irregular. **Saúde em Debate**, v. 38, p. 817-829, 2014.
- MIRANZI, S. D. S. C.; PEREIRA, L. H. D. M.; NUNES, A. A. Epidemiological profile of leprosy in a Brazilian municipality between 2000 and 2006. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 43, n. 1, p. 62-7, jan./fev. 2010.
- SAÚDE, SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE - Ministério da. Caracterização da situação epidemiológica da hanseníase e diferenças por sexo, Brasil, 2012-2016. **Boletim Epidemiológico**, Brasil, v. 49, n. 4, p.

1-12, maio 2018.

SERRA MA, SANTOS CS, LIMA NETO PM, OLIVEIRA KG, OLIVEIRA FJ, GORDON AS, MATOS DP, LIMA RJCP, BEZERRA JM, DIAS ICCM, SANTOS FS, COSTA ACPJ, SANTOS NETO M, SILVA, AR. ARAÚJO MFM. Factors associated with multibacillary leprosy in a priority region for disease control in Northeastern Brazil: a retrospective observational study. **J Trop Med** [Internet] 2019 [cited 2021 Feb 16]. Available from: <https://www.mendeley.com/catalogue/18bedf85-c42f-3ece-b740-119392049bd9>.

SCHERER, M. D. A. et al. Aumento das cargas de trabalho em técnicos de enfermagem na atenção primária à saúde no Brasil. **Trab. Educ. Saúde**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 89-104, 2016.

SILVA, LIDIANE et al. "A reação é o mais difícil, é pior que hanseníase": contradições e ambiguidades na experiência de mulheres com reações hansênicas. **Physis: Revista de Saúde Coletiva**, v. 28, p. e280422, 2019.



CAPÍTULO 5

EXPOSIÇÃO ÀS ÁREAS VERDES E SAÚDE MENTAL DE ADULTOS DURANTE A PANDEMIA DO COVID-19 EM SÃO LUÍS (MA)

EXPOSURE TO GREEN AREAS AND ADULT MENTAL HEALTH DURING
THE COVID-19 PANDEMIC IN SÃO LUÍS (MA)

Poliane Amorim do Vale

Nathália Silva Castro

Igor Eduardo Costa Martins

Bruno Bavaresco Gambassi

Maria Claudia Gonçalves

Paulo Cesar Mendes Villis

Maria Raimunda Chagas Silva

Maycon Henrique Franzoi de Melo

Resumo

A pandemia do Covid-19 trouxe medidas de isolamento e distanciamento social que causaram prejuízos a saúde mental da população. Com o afrouxamento das medidas sanitárias, a exposição às áreas verdes tornou-se uma alternativa em busca de saúde nos centros urbanos. O objetivo deste artigo é caracterizar o perfil sociodemográfico e de saúde mental de usuários de um parque com área verde durante a pandemia do Covid-19 em São Luís (MA). Trata-se de uma pesquisa analítica de abordagem quantitativa e delineamento transversal realizada na Área de Proteção Ambiental Parque do Itapiracó (APAPI), localizada em São Luís, capital do Maranhão. Os dados relativos ao perfil sociodemográfico e exposição às áreas verdes foram coletados por meio de questionário com perguntas fechadas, para os índices de sofrimento mental foi utilizado o questionário SRQ - 20 (*Self-Reporting Questionnaire*). De acordo com os resultados encontrados, 47,28% dos usuários eram mulheres e 52,71% homens. A média de idade foi de 36 anos. Em relação a exposição às áreas verdes, 35,32% frequentam mais de 3 vezes na semana o parque e 84,61% desses frequentadores utilizam para praticar atividades físicas. Registra-se que 83,14% da amostra não apresenta sofrimento mental, somente 16,83% apresentaram **índices de** distúrbio mental não psicótico. Conclui-se que a maior parte dos usuários de áreas verdes em parques urbanos de São Luís não possuem sofrimento mental identificado durante a pandemia do Covid-19. Pesquisas que mensurem o impacto destes espaços e a promoção da saúde podem contribuir para a construção de cidades sustentáveis e uma população saudável.

Palavras chaves: Área de Proteção Ambiental, Parque urbano, Sofrimento mental, Covid-19.

Abstract

The Covid-19 pandemic brought measures of isolation and social distancing that caused damage to the mental health of the population. With the loosening of sanitary measures, exposure to green areas became an alternative in search of health in urban centers. The objective of this paper is to analyze the association between exposure to green areas and mental health of adults during the Covid-19 pandemic in São Luís (MA). This is an analytical research of quantitative approach and cross-sectional design conducted in Área de Proteção Ambiental Parque do Itapiracó (APAPI), located in São Luís, capital of Maranhão. The data concerning the sociodemographic profile and exposure to green areas were collected by means of a questionnaire with closed questions; for the indices of mental suffering the SRQ - 20 (*Self-Reporting Questionnaire*) was used. According to the results, 47.28% of the users were women and 52.71% were men. The average age was 36 years. Regarding exposure to green areas, 35.32% frequent the park more than 3 times a week and 84.61% of these users use it to practice physical activities. It is registered that 83.14% of the sample did not present mental suffering, only 16.83% presented indices of non-psychotic mental disturbance. We conclude that exposure to green areas has a significant and positive association with good mental health indicators in adults during the Covid-19 pandemic. Research measuring the impact of these spaces and health promotion in urban centers can contribute to building sustainable cities and a healthy population.

Key-words: Environmental Protection Area, Urban Park, Mental suffering, Covid-19.



1. INTRODUÇÃO

Com o advento da pandemia do Covid-19 no final de 2019 algumas medidas de saúde pública tiveram que ser adotadas como, por exemplo, o distanciamento social (KRONENBERG; HAASE, 2020). Conforme a pandemia se estendeu e as pessoas permaneceram mais tempo em casa, evitando espaços de contato com outros indivíduos, os problemas de saúde mental foram surgindo e sendo agravados, tornando muito mais difícil a vida em um mundo pandêmico (LESSER; NINHEIUS, 2020).

Mesmo antes da pandemia do Covid-19 a Organização Mundial da Saúde (OMS) já havia declarado que até 2030 os problemas de saúde mental seriam os principais fatores de morbidade psíquica em todo o mundo (World Health Assembly, 2012). Na América Latina tornou-se comum a tentativa de diagnosticar estes distúrbios através da identificação do nível de sofrimento mental, que é um distúrbio psicológico não psicótico caracterizado por causar alteração repentina de humor, insônia, falta de apetite, ansiedade, sentimento de infelicidade, esquizofrenia e impulso suicida (VAN DER BERG, 2016; STEIN, 2018).

No entanto, enquanto o surto da pandemia do Covid-19 declinou a saúde pública na América latina e em todo mundo, pesquisadores(as) identificaram que a exposição às áreas verdes, como os parques urbanos, foram espaços que promoveram uma dinâmica positiva no que se refere a promoção da saúde mental de indivíduos em grandes metrópoles pelo mundo (GENG et al., 2021; TENDAIS; RIBEIRO, 2020; YAMAZAKI et al., 2021). Percebeu-se que muitas pessoas, em diferentes lugares, recorreram as áreas verdes dentro das cidades com alternativa a busca por relaxamento e alívio do stress mental causado pela pandemia ao longo do confinamento (CHENG et al., 2021).

Em um estudo realizado em Tóquio, no Japão, pesquisadores apontaram que a frequência de uso de parques urbanos estaria relacionada a um aumento da autoestima, felicidade subjetiva, menores níveis de solidão, redução de depressão e ansiedade em residentes urbanos (SOGA et al., 2021). No México durante a pandemia do Covid-19, estudiosos identificaram que usuários que frequentam os parques urbanos uma ou duas vezes por semana mostraram altos índices de bem-estar subjetivo, índices maiores do que aqueles que quase não tiveram contato com as áreas verdes (HUERTA; UTOMO, 2021).

É interessante mencionar que essa relação positiva entre áreas verdes e benefícios salutogênicos já era conhecida antes da pandemia. As atividades realizadas em contato com áreas verdes resultam em diferentes benefícios psicológicos, sociais e físicos diante da saúde dos indivíduos como, por exemplo, a redução do sedentarismo, obesidade e os níveis de ansiedade (RING; DAMYANOVIC; REINWALD, 2021). Diante da necessidade de pensar os riscos que perpassam a saúde da população, principalmente em períodos de pandemia, torna-se um fator preponderante pensar o uso de áreas verdes e parques como forma de enfrentar problemas físicos e mentais na população mundial (GOETHALS, 2021).

O contato das pessoas com as áreas verdes e suas estruturas, além da qualidade ambiental adequada e atrativa aos cidadãos das metrópoles, tem se mostrado como um espaço determinante para a realização de atividades físicas e de lazer que repercutem na saúde dos indivíduos (BARDALISE et al., 2019). Os parques e os ambientes naturais por

ser considerados “*pulmões verdes*” e têm sido estratégias públicas de saúde mental. Estudos recentes têm sugerido que o fato de apenas estar exposto às áreas verdes proporciona uma diminuição nos níveis de estresse e menores níveis de sofrimento psicológico (DORNELES et al., 2020; XIE, et al., 2020).

Em São Luís, capital do Maranhão, na região de transição Amazônia-Cerrado, a procura da população e visitantes por áreas verdes, como a Área de Proteção Ambiental Parque do Itapiracó (APAPI), têm crescido nos últimos anos e foi constante durante a pandemia. Diante desse cenário, O objetivo deste artigo é caracterizar o perfil sociodemográfico e de saúde mental de usuários de um parque com área verde durante a pandemia do Covid-19 em São Luís (MA).

2. MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de uma pesquisa analítica de abordagem quantitativa e delineamento transversal, realizada na Área de Proteção Ambiental Parque do Itapiracó (APAPI), no município de São Luís, capital do Maranhão. A pesquisa foi realizada no período de março a novembro de 2021, tanto de forma remota durante o período de maior distanciamento social, através do questionário *Google Forms*, quanto de forma presencial por meio de questionário no próprio Parque do Itapiracó, quando as medidas sanitárias diminuíram as restrições de distanciamento.

O Parque do Itapiracó está localizado dentro de uma Área de Proteção Ambiental (APA), que é uma categoria de Unidade de Conservação federal. Essas áreas pertencem ao grupo de UCs de uso sustentável, em geral extensa, com certo grau de ocupação humana, com atributos bióticos, abióticos, estéticos ou culturais importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas. As APAs têm como objetivo proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais. Elas podem ser federais, estaduais ou municipais (ICMBio, 2022). Área de Proteção Ambiental Parque do Itapiracó (APAPI) é administrada pelo governo municipal, sendo uma área de proteção ambiental com 322 hectares de extensão. Possui quinze quadras, campo de futebol, parquinho infantil, trilhas ecológicas, estacionamento e um circuito de skate (SEMTUR, 2016).

O estudo teve como critério de inclusão usuários do Parque do Itapiracó de ambos os sexos, de idade entre 18 e 72 anos e que realizam atividades físicas e de lazer. Os critérios de exclusão foram pessoas com menos de 18 anos e mais de 72 anos, assim como os indivíduos que prestam algum tipo de serviço remunerado no Parque.

A amostra foi não probabilística de escolha intencional, composta por sujeitos de ambos os sexos entre 18 e 72 anos. Para tanto, foi utilizado o cálculo proposto por Silva (2019), bem como considerado o intervalo de confiança (IC) de 95% e margem de erro amostral tolerável de 5.

Foi utilizado um questionário de perguntas fechadas elaborado pelos autores para a descrição do perfil sociodemográfico, exposição e uso da área verde que caracterizam os frequentadores do Parque.



As variáveis relativas ao nível de sofrimento mental foram coletadas através da aplicação do questionário SRQ – 20 (*Self-Reporting Questionnaire*). No SRQ – 20 cada pergunta avalia a presença de um sintoma de sofrimento mental, na qual é pontuado como 1 se o participante responder afirmativamente SIM e 0 se responder negativamente NÃO. Todos itens de perguntas individuais são somados para gerar uma pontuação total. Uma pontuação final de ≥ 8 tem sido amplamente utilizada para classificar os participantes em “alto risco de sofrimento mental”, a classificação final de ≤ 8 tem sido usado para classificar os participantes em “baixo risco de sofrimento mental” (VAN DER WESTHUIZEN et al., 2018; NETSEREAB et al., 2018).

A análise dos dados aconteceu por meio de uma estatística descritiva, utilizando média, desvio padrão e valor-p. Os resultados foram considerados estatisticamente significativos para $p < 0,05$. Para todas as análises estatísticas foi utilizado o programa SPSS, versão 23.0 e foi evidenciado em forma de tabelas e gráficos, sendo subsidiados com o ponto de vista dos autores especialistas na área de meio ambiente e saúde mental.

Esta pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) CAAE: 45635421.4.0000.5084 em atendimento a resolução CNS/MS nº 466/12, onde os usuários dos parques urbanos foram esclarecidos sobre os objetivos e participação no estudo e para aqueles que aceitaram participar, responderam os questionários e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a pandemia da covid-19 em São Luís (MA) o uso do Parque do Itapiracó (APA) modificou-se devido as medidas de restrições, porém a população continuou a frequentar a área verde urbana conforme as restrições eram flexibilizadas.

Os resultados identificados revelam que o número total de participantes da pesquisa foi de 184 usuários (N = 184). Em relação ao sexo dos frequentadores do Parque do Itapiracó, 47,28% eram do sexo feminino e 52,71% do sexo masculino. A média de idade entre ambos foi de 36 anos. Em termos de estado civil, 57,7% são solteiros, 38,58% casados, 3,26% eram divorciados e 0,54% viúvos. Com relação ao nível de escolaridade, 44,56% tem ensino superior, seguido de 35,86% para ensino médio, 11,95% pós-graduação, apenas 4,89% mestrados, 2,17% ensino fundamental e 0,54% doutorado. Sobre a renda mensal dos participantes, 34,78% dos entrevistados apresentaram renda equivalente 1 a 3 salários mínimos, seguido de 24,45% com 3 a 6 salários, 16,3% com 1 salário mínimo, 13,04% se declararam sem nenhuma renda, 10,32% relataram receber de 6 a 10 salários mínimos e 1,08% mais de 10 salários (Tabela 1).

Dados Sociodemográficos	Variáveis	N	Porcentagem (%)
Sexo	Feminino	87	47,28%
	Masculino	97	52,71%

Idade (Faixa Etária)	Média de Idade	36	
	18-35 anos	94	51,08%
	36-59 anos	81	44,02%
	60-72 anos	9	4,89%
Estado Civil	Casados	71	38,58%
	Solteiros	106	57,7%
	Divorciados	6	3,26%
	Viúvos	1	0,54%
Nível de Escolaridade	Ensino Fundamental	4	2,17%
	Ensino Médio	66	35,86%
	Superior	82	44,56%
	Pós-Graduação	22	11,95%
	Mestrado	9	4,89%
	Doutorado	1	0,54%
Renda Mensal	Nenhuma	24	13,04%
	1 Salário mínimo (R\$ 1.100,00)	30	16,3%
	1 a 3 salários mínimos (R\$ 1.100,00 a 3.300,00)	64	34,78%
	3 a 6 salários mínimos (R\$ 3.300,00 a 6.600,00)	45	24,45%
	6 a 10 salários mínimos (R\$ 6.600,00 a 10.100,00)	19	10,32%
	mais de 10 salários mínimos (R\$ 10.100,00)	2	1,08%

Tabela 1 - Perfil sociodemográfico de usuários do APA Parque do Itapiracó.
Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Percebeu-se que na APA Parque do Itapiracó quem mais frequentou as áreas verdes foi o público com maior nível de escolaridade e baixa média renda (1 a 3 salários mínimos). Estas conclusões apresentadas dialogam com o estudo de Larson et al. (2021), que relata que 55,7% dos residentes de comunidade socialmente vulneráveis e de baixa renda, moradores da Carolina do Norte (EUA), diminuiriam o padrão de uso frequente a espaços verdes durante a pandemia do Covid-19.

No Reino Unido, 63% dos indivíduos de baixo nível social reduziram o tempo de visita a espaços verdes (BUERNETT et al., 2021). Por fim, no estudo feito na Bélgica por Da Schio et al. (2021), que analisa os diferentes perfis de características sociodemográficas de indivíduos em relação ao uso de espaço verde urbano durante o período da pandemia, demonstrou-se que 59,28% dos usuários com altos níveis educacionais aumentaram o seu uso frequente em espaços verdes.

Na Tabela 2 apresenta-se a exposição às áreas verdes e o uso deste espaço, especificamente, no Parque no Itapiracó durante a pandemia do Covid-19. Percebe-se que 35,32% dos usuários do Parque do Itapiracó frequentam mais de 3 vezes na semana as áreas verdes e 84,61% desses frequentadores optam em praticar atividades físicas nestes espaços.

Exposição às áreas verdes			atividades físicas		contato com a natureza		socializar com amigos e família	
	N	%	N	%	N	%	N	%
1 a 2 vezes no mês	47	25,54%	33	70,21%	12	25,53%	2	4,25%
1 vez na semana	15	8,15%	10	66,66%	4	26,66%	1	6,66%
2 vezes na semana	26	14,13%	23	88,46%	2	7,69%	1	3,84%
3 vezes na semana	31	16,84%	22	70,96%	3	9,67%	6	19,35%
mais de 3 vezes na semana	65	35,32%	55	84,61%	8	12,30%	2	3,07%

Tabela 2 – Exposição às áreas verdes na APA Parque do Itaipiracó
Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Reis e Petroviski (2009) destacam que no Brasil a localização geográfica, a estrutura do parque, a segurança, a qualidade da área verde e uma administração que propõe alternativas de uso aos frequentadores são fatores que levam as pessoas a utilizarem os parques urbanos. Estar ao ar livre está entre as atividades de lazer mais importantes para melhorar o bem-estar humano e também está entre as mais populares. Em um estudo em cinco cidades europeias, Fischer et al. (2018) descobriram que 94% dos entrevistados eram usuários ativos de parques em busca de promoção de saúde.

Para Cuthbert, Kellas e Page (2021), a busca pelos parques urbanos e áreas verdes cria possibilidade de amenizar ou solucionar mazelas de saúde da população, algo que ficou conhecido pelo termo "green care": um termo genérico para um amplo espectro de intervenções de promoção da saúde que usam elementos bióticos e abióticos da natureza em seus tratamentos (CUTHBERT; KELLAS; PAGE, 2021). O termo "green care" associa saúde, bem-estar e qualidade de vida à população através do contato com o verde (IBES, 2016).

Segundo Goethals (2021), a frequência dos usuários dos parques urbanos no Canadá teve dois momentos distintos no decorrer do ano de 2020. O primeiro foi caracterizado pela alta frequência, principalmente durante o verão e o segundo foi marcado pela baixa frequência durante o período de pico da pandemia do Covid-19. Geng et al. (2020), apontaram em escala global que desde o começo do surto do covid-19 os índices de visitação a parques urbanos aumentaram mais do que antes de ocorrer a pandemia nos países Reino Unido, Dinamarca e Canadá.

Reesoando ainda com estes achados Venter et al. (2020), identificaram em sua análise que em Oslo na Noruega houve um aumento de frequência a espaços verdes, visto que as pessoas no período do bloqueio buscaram os parques urbanos verdes para praticar atividades recreativas, ciclismo e outros para melhorar o estado de bem-estar. Derks et al. (2020) reforçam ainda que na cidade de Bonn na Alemanha os números de visitas a parques verdes urbanos no início da pandemia mais que dobrou na qual indicaram que houve uma forte mudança no padrão de frequência de uso para fins recreativos e busca por bem-estar.

Tendo em vista esse aumento na procura dos parques e áreas verdes durante a pandemia e os indicadores positivos de saúde mental dos respectivos usuários, identificou-se nesta investigação os índices de sofrimento mental dos usuários das áreas verdes do Par-

que do Itapiracó durante a Covid-19 (Figura 1).

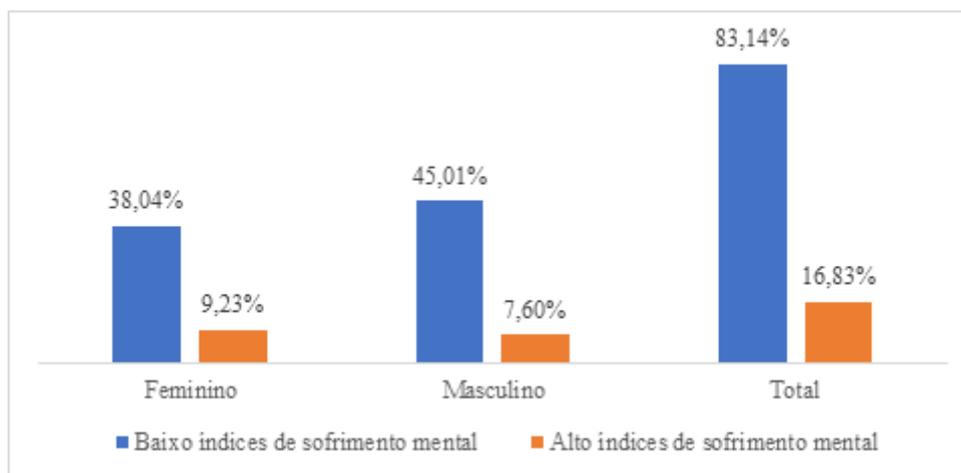


Figura 1 – **Índices de** sofrimento de mental de usuários de áreas verdes
Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Pode-se observar que 83,14% dos usuários das áreas verdes do Parque do Itapiracó apresentam baixos índices de sofrimento mental. Entre os homens a porcentagem é de 45,01% e entre mulheres, 38,04% que **não** possuem sofrimento mental. Dos 16,83% daqueles que apresentam alto **índice** de sofrimento mental, 7,60% são do sexo masculino e 9,23% do sexo feminino. Os homens estão entre os que mais se **expõe às** áreas verdes e as mulheres aquelas que apresentam os maiores **índices** de sofrimento mental.

De modo geral, pode-se dizer que aqueles que estão expostos com mais frequência **às** áreas verdes tem melhores indicativos de saúde mental. No entanto, neste artigo a relação entre exposição às áreas verdes e saúde mental não é direta. Existe uma relação na amostra pesquisa que nos sugere que essa associação entre o tempo de exposição as áreas verdes e os melhores indicadores de saúde mental são positivas, ou seja, áreas verdes promovem benefícios salutogenicos a população das metrópoles.

É interessante essa reflexão porque sabe-se que a utilização e o contato com espaços verdes urbanos e outros espaços naturais é essencial para reduzir o stress causado pelo confinamento, além de proporcionar oportunidades de relaxamento, promovendo a resiliência urbana durante a pandemia (TENDAIS; RIBEIRO, 2020). Tal resultado assemelha-se com a investigação de Yamazaki et al. (2021), que em seus achados mostraram que residentes em Tóquio reduziram o estresse mental com o aumento do uso nas vias verdes.

Soga et al. (2021) descobriram que a frequência de uso em espaços verdes na pandemia estava relacionada a níveis mais altos de autoestima, felicidade subjetiva, satisfação com vida e menores níveis de ansiedade, depressão e solidão. Em uma mesma linha que estes resultados, Cheng et al. (2021) na China observaram que moradores com o maior acesso a parques urbanos tinham mais probabilidade de aumentar os seus níveis de felicidade expressiva durante a pandemia da Covid-19.

4. CONCLUSÃO

Foi possível observar que durante o período de pico da covid-19 muitas pessoas deixaram de utilizar os parques urbanos, uma vez que as medidas governamentais passaram orientações sobre a necessidade de manter o isolamento social como forma de inibir o avanço da doença. A consequência disto, foi o aumento no número de pessoas com sofrimento mental.

Com o início da vacinação houve a diminuição no número de casos de vítimas fatais da pandemia do novo coronavírus. Diante desse novo cenário, as diferentes esferas de governo passaram a flexibilizar as medidas de circulação de pessoas, o que consecutivamente elevou o número de indivíduos que passaram a frequentar os parques urbanos em busca de saúde, bem-estar e qualidade de vida. O retorno das pessoas aos referidos espaços tem proporcionado contato com as áreas verdes, diminuindo assim, o nível de estresse e demais agentes motivadores do sofrimento mental.

Os resultados dessa investigação caracterizam o perfil sociodemográfico e os índices de sofrimento mental de adultos que utilizam as áreas verdes da APA do Parque do Itaipiracó, em São Luís, capital do Maranhão. Os participantes do gênero masculino de baixa renda que frequentaram o Parque do Itaipiracó mais de 3 vezes na semana durante a pandemia indicaram ter baixos índices de sofrimento mental, já as mulheres que menos se expõem às áreas verdes do parque apresentaram maiores índices de sofrimento mental.

Nas grandes metrópoles os parques urbanos têm surgido como espaço de área verde procurado pela população para práticas de atividades físicas, de lazer, entretenimento e socialização. Em São Luís, a APA Parque do Itaipiracó possui uma influência significativa na vida dos seus usuários, que costumam frequentar os locais em busca de saúde, bem-estar e qualidade de vida.

Portanto, conclui-se que a maior parte dos usuários de áreas na APA Parque do Itaipiracó, em São Luís, apresentam baixo índice de sofrimento mental durante a pandemia do Covid-19. Pesquisas que mensurem o impacto que as áreas verdes sobre a promoção da saúde podem contribuir para a construção de cidades sustentáveis e uma população saudável.

Referências

- AMARANTO-LOURENÇO, Luís F. Metrópoles, cobertura vegetal, áreas verdes e saúde. **Revista de Estudos Avançados**. Vol. 30, nº 86. São Paulo/SP, jan./apr., 2016, p. 113 – 130.
- BARDALISE, Marciana. Influência da urbanização na dinâmica do Índice de Cobertura Vegetal Urbana (ICV) em Erechim/RS. *Revista Floresta e Ambiente*. V. 26, nº 2, 2019. p. 1 – 9.
- BERDEJO-ESPINOLA, Violeta et al. Urban green space use during a time of stress: A case study during the COVID-19 pandemic in Brisbane, Australia. **People and Nature**, v. 3, n. 3, p. 597-609, 2021.
- BURNETT, Hannah et al. Change in time spent visiting and experiences of green space following restrictions on movement during the COVID-19 pandemic: a nationally representative cross-sectional study of UK adults. **BMJ open**, v. 11, n. 3, p. e044067, 2021.

- CUTHBERT, Sharon; KELLAS, Alan; PAGE, Lisa. Green care in psychiatry. *The British Journal of Psychiatry*. V. 218. 2021, p. 73 – 74.
- CHENG, Yingyi et al. Effects of urban parks on residents' expressed happiness before and during the COVID-19 pandemic. **Landscape and Urban Planning**, v. 212, p. 104118, 2021.
- DA SCHIO, Nicola et al. The impact of the COVID-19 pandemic on the use of and attitudes towards urban forests and green spaces: Exploring the instigators of change in Belgium. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 65, p. 127305, 2021.
- DERKS, Jakob; GIESSEN, Lukas; WINKEL, Georg. COVID-19-induced visitor boom reveals the importance of forests as critical infrastructure. **Forest Policy and Economics**, v. 118, p. 102253, 2020.
- DORNELES, Fernanda Emanuela et al. Percepções da População de Chapecó (SC) Sobre Áreas Verdes Urbanas. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 8, n. 56, 2020.
- GOETHALS, Luc. Impact of Home Quarantine on Physical Activity Among Older Adults Living at Home During the COVID-19 Pandemic: Qualitative Interview Study. *Article University Jean Monnet*. Vol. 3, nº 1. City Saint Etienne/França. 2021. p. 1 –5.
- GENG, Dehui Christina et al. Impacts of COVID-19 pandemic on urban park visitation: a global analysis. **Journal of forestry research**, v. 32, n. 2, p. 553-567, 2021.
- HUERTA, Carolina Mayen; UTOMO, Ariane. Evaluating the association between urban green spaces and subjective well-being in Mexico city during the COVID-19 pandemic. **Health & Place**, v. 70, p. 102606, 2021.
- INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Diferença entre APA e APP não é clara para todos, diz artigo. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/ultimas-noticias/20-geral/889-diferenca-entre-apa-e-app-nao-e-clara-para-todos-diz-artigo>. Acesso em: 16/03/2022.
- KRONENBERG, Jakob; HAASE, Anngregret. Environmental justice in the context of urban green space availability accessibility and attractiveness in postsocialist cities. *Magazine Elsevier*. V. 17. 2020. p. 1 – 10.
- NETSEREAB, Tesfit Brhane et al. Validation of the WHO self-reporting questionnaire-20 (SRQ-20) item in primary health care settings in Eritrea. **International journal of mental health systems**, v. 12, n. 1, p. 1-9, 2018.
- LARSON, Lincoln R. et al. Urban park use during the COVID-19 pandemic: Are socially vulnerable communities disproportionately impacted?. **Frontiers in Sustainable Cities**, p. 103, 2021.
- LESSER, Iris A.; NINHEIUS, Carl P. The Impact of COVID-19 on Physical Activity Behavior and Well-Being of Canadians. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. Vol. 17 nº 10. Ottawa/Canadá. 2020. p. 1 – 12.
- REIS; Rodrigo S.; PETROSKI, Edio L.. Escala de auto-percepção do ambiente para realização de atividades físicas. *Revista Atividade Física e Saúde*, vol 7 (2), 2009.
- RING, Zita; DAMYANOVIC, Doris; REINWALD, Florian. Green and open space factor Vienna: A steering and evaluation tool for urban green infrastructure. *Magazine Urban Forestry & Urban Greening*. V. 62, 2021. p. 1 – 11.
- STEIN, Airton T. Performance of the Self-Reporting Questionnaire as a psychiatric screening questionnaire: a comparative study with Structured Clinical Interview for DSM-IV-TR. *Indian Journal of Community Medicine*. V. 18, 2018. p. 1 – 10.
- TENDAIS, Iva; RIBEIRO, Ana Isabel. Espaços verdes urbanos e saúde mental durante o confinamento causado pela Covid-19. **Finisterra-Revista Portuguesa de Geografia**, v. 55, n. 115, p. 183-188, 2020.
- VAN DER WESTHUIZEN, Claire et al. Sensitivity and specificity of the SRQ-20 and the EPDS in diagnosing major depression ante-and postnatally in a south African birth cohort study. **International Journal of Mental Health and Addiction**, v. 16, n. 1, p. 175-186, 2018.
- VAN DER BERG, M. et al. Visiting green space is associated with mental health and vitality: A cross-sectional study in four European cities. *Health & Place*, v.38, p.8-15, 2016.
- VENTER, Zander S. et al. Urban nature in a time of crisis: recreational use of green space increases during

the COVID-19 outbreak in Oslo, Norway. **Environmental research letters**, v. 15, n. 10, p. 104075, 2020.

XIE, Jing et al. Urban parks as green buffers during the COVID-19 pandemic. **Sustainability**, v. 12, n. 17, p. 6751, 2020.

YAMAZAKI, Takahiro et al. Use of Urban Green Spaces in the Context of Lifestyle Changes during the COVID-19 Pandemic in Tokyo. **Sustainability**, v. 13, n. 17, p. 9817, 2021.

/World Health Assembly. Global burden of mental disorders and the need for a comprehensive, coordinated response from health and social sectors at the country level: report by the Secretariat. **World Health Organization**, 2012. Disponível em <<https://apps.who.int/iris/handle/10665/78898>>. Acesso em: 2 fev. 2022.

CAPÍTULO 6

DEGRADAÇÃO AMBIENTAL DAS TERRAS INDÍGENAS NA AMAZÔNIA E AS DENÚNCIAS DE ECOCÍDIO AO TRIBUNAL PENAL INTERNACIONAL

ECOCIDE AND ENVIRONMENTAL DEGRADATION OF INDIGENOUS
LANDS IN THE AMAZON

**Paulo Vinicius Moreira e Silva
Osias de Oliveira Santos Filho
Rafael Pereira Gonsioroski
Luciana Linard Silva Malveira
Thiago Allisson Cardoso de Jesus
Wolia Costa Gomes
Maycon Henrique Franzoi de Melo**

Resumo

De 2020 a 2022, a Amazônia entrou em colapso com o aumento nos índices de desmatamento, fogo e mineração que têm impactado negativamente áreas de proteção ambiental, como as Terras Indígenas (TI'S). Na tentativa de frear esse processo e responsabilizar os envolvidos, duas denúncias de ecocídio e genocídio foram encaminhadas ao Tribunal Penal Internacional (TPI) em face do governo brasileiro. O objetivo deste artigo é analisar as denúncias de ecocídio e genocídio levadas ao TPI com base nos fundamentos e perspectivas para inclusão do ecocídio como crime ao Estatuto de Roma. Trata-se de um estudo do tipo descritivo-analítico, de natureza qualitativa e com caráter transversal. Foi realizada uma revisão de literatura com uso de técnicas de pesquisa bibliográfica a partir do Portal de Periódicos da Capes e na Science Direct com os descritores, povos indígenas, genocídio, ecocídio, Tribunal Penal Internacional e Amazônia, sendo os dados analisados por meio de Análise de Conteúdo. A degradação ambiental das TI's da Amazônia tem crescido nos últimos dois anos e coloca em risco a vida dos povos indígenas e os serviços ecossistêmicos que bioma amazônico presta a humanidade. Por meio da definição do ecocídio busca-se uma efetiva tutela do meio ambiente no âmbito internacional a partir de sua inclusão ao Estatuto de Roma, fazendo com que crimes ambientais sejam julgados pelo Tribunal Penal Internacional. Contudo, os caminhos para que isso ocorra encontram entraves jurídicos, reforçando a urgência da discussão sobre os fundamentos para inclusão do termo ecocídio como crime reconhecido pelo TPI em consonância com os direitos humanos, ambiental, penal e internacional.

Palavras-chave: Degradação Ambiental, Terras Indígenas, Ecocídio, Tribunal Penal Internacional, Amazônia.

Abstract

The Amazon has been the scene of conflicts and tensions due to the occupation of its territory and the exploitation of its resources, a fact that influences environmental degradation and the life of indigenous communities living there, putting at risk the ecosystemic services of the Amazon biome and the survival of these traditional peoples, which characterizes the crimes of ecocide and genocide, the latter provided for in the Rome Statute and the latter, although still unforeseen, may come to be judged within the scope of the International Criminal Court. This situation was the subject of the complaints filed with the ICC against President Jair Bolsonaro. To analyze the grounds and perspectives for including ecocide as a crime in the Rome Statute, based on the scenario of environmental degradation of Indigenous Lands in the Amazon. This is a literature review based on the descriptors: indigenous peoples, genocide, ecocide, International Criminal Court and the Amazon to support the analysis of the grounds and perspectives for the inclusion of ecocide in the Rome Statute. We believe that the environmental degradation of the Amazonian ITs endangers the lives of indigenous peoples and the ecosystem services of the biome, reinforcing the urgency of the discussion on the grounds for the inclusion of the term ecocide as a crime in the Rome Statute.

Keywords: Environmental Degradation, Indigenous Land, Ecocide, International Criminal Court, Amazon.

1. INTRODUÇÃO

A proteção do meio ambiente e das Terras Indígenas estão fundamentalmente ligadas, uma vez que suas terras são estratégicas para a manutenção da biodiversidade e prestação de serviços ecossistêmicos, sendo a maior parte delas localizada na Amazônia Legal (LIMA et al., 2020; CONSTANTINO et al., 2020).

No entanto, a Amazônia enfrenta um momento crítico pois as políticas do atual governo são potencialmente fatais para os ecossistemas assim como para os povos que ali habitam (THOME et al., 2020). O atual Presidente, sob o pretexto de levar o desenvolvimento à região amazônica, transformou em estratégia de governo o encorajamento ao ataque às populações indígenas e às terras por elas ocupadas (BREDA, 2021). Todavia, segundo Ascenso e Araújo (2020), essa situação não é recente, visto que o Estado brasileiro perpetra, historicamente, atos genocidas na sua relação com os povos indígenas, processo inextrincável de uma ação ecocida.

Diante disso, organizações de representação e defesa dos direitos humanos e dos povos indígenas encaminharam ao Tribunal Penal Internacional (TPI) denúncias contra o Presidente pelos crimes de genocídio, em razão dos ataques e violência sofridos, e de ecocídio, suscitado com o objetivo de estimular o debate internacional para que seja tipificado como crime contra o meio ambiente (APIB, 2021).

O TPI foi instituído pelo Estatuto de Roma, tratado do qual o Brasil é signatário, cujo texto estabelece a competência para julgar crimes graves que afetam a comunidade internacional em seu conjunto, a exemplo do crime de genocídio, definido como ato cometido com a intenção de destruir, no todo ou em parte, um grupo nacional, étnico, racial ou religioso, bem como os crimes contra a humanidade, de guerra e o crime de agressão (BRASIL, 2002).

No caso do ecocídio, trata-se de um termo que há alguns anos vem sendo debatido para ser incluído no Estatuto de Roma (ECOCIDE LAW, 2017), que se refere a um dano severo à natureza, generalizado ou de longo prazo, cujo conceito abarca desde a destruição de um ecossistema decorrente da ação humana às suas consequências para os povos que habitam esse território, desenvolvendo com ele relações de subsistência, identidade e pertencimento cultural (PEREIRA, 2018).

Sob o contexto apresentado, o presente estudo analisa as denúncias de ecocídio e genocídio levadas ao TPI em face do governo brasileiro com base nos fundamentos e perspectivas para inclusão do ecocídio como crime ao Estatuto de Roma. Os debates em torno do conceito de ecocídio reforçam a urgência desse tema enquanto possibilidade de frear este processo, responsabilizar os culpados e garantir as futuras gerações o acesso ao meio ambiente equilibrado.

2. METODOLOGIA

Trata-se de um estudo do tipo descritivo-analítico, de natureza qualitativa e com caráter transversal.

As informações relativas a denúncia de ecocídio e genocídio ao TPI frente ao governo brasileiro, bem como os fundamentos da criminalização pelo Estatuto de Roma, serão abordadas através de uma revisão bibliográfica. A revisão bibliográfica, ou revisão da literatura, é uma análise crítica, meticulosa e ampla das publicações correntes em uma determinada área do conhecimento (CELLARD, 2008). A pesquisa bibliográfica procura explicar e discutir um tema com base em referências teóricas publicadas em livros, revistas, periódicos e outros. Busca também, conhecer e analisar conteúdos científicos sobre determinado tema (MARTINS, 2001).

Para tanto, a revisão bibliográfica foi realizada entre julho e setembro de 2021 no Portal de Periódicos da Capes e na Science Direct, usando como descritores: povos indígenas, genocídio, ecocídio, Tribunal Penal Internacional e Amazônia. Foram selecionados artigos em português e inglês publicados entre 2010 e 2022.

Os dados relativos às denúncias de ecocídio e genocídio ao TPI, bem como os fundamentos para sua inserção no Estatuto de Roma, foram analisados através da análise de conteúdo (BARDIN, 1977). A análise de conteúdo constitui uma técnica de pesquisa usada para descrever e interpretar o conteúdo da classe de documentos e textos selecionados. O texto proveniente das denúncias e fundamentos foi desmembrado em unidades ou categorias temáticas, que foram construídas, agrupadas e analisadas a partir daquilo que possuem em comum (CARAGNATO; MUTTI, 2006).

Nas seções seguintes apresenta-se a degradação ambiental das TI's da Amazônia e se analisa o risco que causam à vida dos povos indígenas e aos serviços ecossistêmicos que o bioma presta. Em seguida, descrevem-se as denúncias de ecocídio e genocídio em face do Presidente Bolsonaro, discutindo-se o modo como o Tribunal Penal Internacional tem tratado as questões envolvendo o termo ecocídio. Por fim, a análise recai sobre os fundamentos para tipificação do termo ecocídio como crime internacional na perspectiva de frear e julgar os responsáveis pela degradação ambiental nas TI's da Amazônia.

3. DEGRADAÇÃO AMBIENTAL DA AMAZÔNIA E VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL INDÍGENA

A Amazônia é a maior floresta tropical do planeta. Um ecossistema único, fundamental para a humanidade pois auxilia na regulação climática, cujos serviços ecossistêmicos são de importância global. É também o local onde habitam mais de 350 comunidades indígenas, algumas delas vivendo em isolamento voluntário (DIELE-VIEGAS et al., 2020; WWF, 2019). No entanto, sua integridade e existência estão ameaçadas por interesses políticos e econômicos e qualquer ameaça representa um risco ambiental de interesse global.

A degradação da Amazônia tem se agravado em razão de atividades como a mineração e a expansão do agronegócio, que podem levar ao esgotamento dos recursos naturais, intensificam o desmatamento e, conseqüentemente, potencializam a destruição da biodiversidade. Uma cadeia de ações que geram alterações climáticas e meteorológicas, como poucas chuvas, baixo nível dos rios, mudanças na temperatura dos oceanos, vento seco e baixa umidade, fatores determinantes para redução das áreas de inundação e conseqüentemente, de propagação de incêndios (DIELE-VIEGAS *et. al.*, 2020; REIS *et. al.*, 2021).

Entre 2004 e 2012, o Brasil conseguiu reduzir a taxa de desmatamento na Amazônia com a aplicação efetiva das leis ambientais nacionais e a criação de grandes áreas protegidas. Porém, depois de 2012, após as alterações nas leis de proteção e nas agências de fiscalização ambiental, a taxa de desmatamento subiu novamente (HRW, 2020).

A situação se agravou em 2019, com a posse do Presidente Jair Bolsonaro, quando a degradação da floresta foi impulsionada por um discurso a favor da exploração da Amazônia enquanto estratégia de crescimento econômico do país. Assim, várias medidas foram tomadas para tornar a legislação ambiental menos restritiva e rigorosa, enfraquecendo a proteção da região (ABESSA *et al.*, 2019; PEREIRA *et al.*, 2019; CAMARGO, 2021).

As terras indígenas abrandam os impactos das ameaças ambientais instigadas pelo homem. Recentemente, pesquisas revelaram que a manutenção de Terras Indígenas e áreas de preservação não são boas apenas para indígenas e comunidades tradicionais, mas também são excelentes estratégias de preservação e recuperação de áreas que tem grande importância na prestação de serviços ecossistêmicos (PAIVA *et al.*, 2020). Contudo, as TI's não estão imunes aos efeitos devastadores da degradação ambiental na Amazônia. Desmatamento, fogo e mineração ocorrem dentro de seus próprios territórios ou em seu entorno (DIELE-VIEGAS *et al.*, 2020; HRW, 2020).

Souza *et al.* (2015) afirmam que as populações indígenas apresentam dependência em relação à natureza e aos recursos naturais renováveis, os quais são os mantenedores de seu modo particular de vida e cultura. Culturalmente, a natureza representa para os indígenas muito mais do que um meio de subsistência, é o suporte da vida social e está diretamente ligada a cosmologia ameríndia (VIVEIROS DE CASTRO, 1996; KRENAK, 2020).

A degradação das TI's na Amazônia provoca impactos negativos imediatos nos povos indígenas, pois ocasiona a diminuição das áreas de caça, pesca e coleta, bem como a diminuição da diversidade de fauna e flora nesses territórios. A construção de novas aldeias e áreas de plantio também fica prejudicada, uma vez que são evitadas as áreas onde existem invasores (MELO *et al.* 2022, no prelo). Esse contexto tem intensificado o histórico de conflitos ambientais envolvendo povos indígenas e não indígenas na região da Amazônia (SILVA JUNIOR *et al.*, 2021). A especulação sobre as TI's e os conflitos que dão origem culmina com a morte de lideranças indígenas que se opõe aos invasores e cria um permanente estado de medo dentro das aldeias (MELO; ARISI, 2021).

A degradação do bioma amazônico, o impacto sobre a soberania alimentar dos povos e a violência derivada dos conflitos territoriais com cidadãos têm mostrado com nitidez a condição de vulnerabilidade socioambiental a qual estão submetidos os povos indígenas da região. A vulnerabilidade socioambiental é caracterizada pela coexistência ou sobrepo-

sição espacial entre grupos populacionais pobres, discriminados e com alta privação (vulnerabilidade social), que vivem ou circulam em áreas de risco ou de degradação ambiental (CARTIER, 2009). As comunidades indígenas, na maioria das vezes, estão localizadas em regiões degradadas, com acesso a córregos ou rios contaminados, onde não há condições adequadas para produção de alimentos, sendo a questão territorial um dos aspectos que mais agrava suas condições de vida devido a dependência dos recursos de seus territórios e às constantes invasões, que geram devastação, contaminação por doenças e esbulhos. Além disso, estão submetidas a uma série de violências físicas, culturais e transtornos cotidianos no seu modo de ser e viver (LIEBGOTT, 2021).

Pesquisas e relatórios indicam que os ataques foram intensificados com a chegada do Presidente Bolsonaro à presidência. Isso porque foram elaboradas políticas definidas pelo Governo Federal ligadas à ausência de estruturas de controle e presença do Estado nas regiões de conflito, onde o fogo é ateado às matas, florestas viram pastos, indígenas são assassinados e o terror se faz presente (FEARNSIDE, 2019; CIMI, 2021). Essa condição de risco, tanto aos serviços ecossistêmicos do bioma amazônico quanto a própria vida dos povos indígenas, fundamentaram as denúncias de genocídio e ecocídio apresentadas no Tribunal penal Internacional.

4. O TRIBUNAL PENAL INTERNACIONAL E AS DENÚNCIAS DE GENOCÍDIO E ECOCÍDIO APRESENTADAS EM FACE AO PRESIDENTE BOLSONARO

Nos últimos anos, diferentes entidades denunciaram o Presidente Jair Bolsonaro ao Tribunal Penal Internacional (TPI) devido aos seus atos e omissões. O Estatuto de Roma, que dispõe sobre a jurisdição do Tribunal Penal Internacional, sediado em Haia na Holanda, estabelece sua competência para julgar crimes que afetam a comunidade internacional e os direitos assegurados pelas normas de controle de convencionalidade (BRASIL, 2002).

Em 2019, o Coletivo Advocacia em Direitos Humanos (CADHu) e a Comissão de Defesa dos Direitos Humanos Dom Paulo Evaristo Arns encaminharam uma comunicação à Procuradoria do Tribunal Penal Internacional solicitando Exame Preliminar sobre ataques sistemáticos e generalizados e incitação ao genocídio contra os povos indígenas cometidos pelo Presidente Bolsonaro (COMISSÃO ARNS, 2020). No ano de 2020, em meio a pandemia da Covid 19, o cenário de degradação na Amazônia se agravou assim como os conflitos em terras indígenas. À época, o Ministro do Meio Ambiente, Ricardo Salles, propôs um relaxamento geral das regulações ambientais (TADEU, 2021). Em 2021, a Articulação dos Povos Indígenas do Brasil, por meio de seu Departamento Jurídico, protocolou um comunicado no TPI para denunciar o governo Bolsonaro. Segundo o Dossiê Internacional de Denúncias dos Povos Indígenas do Brasil, a organização solicitou que a procuradoria do tribunal de Haia examinasse os crimes praticados contra os povos indígenas pelo Presidente, desde o início do seu mandato. (APIB, 2021). O documento relata as ações e omissões do Governo Federal que resultaram no aumento da violência nos territórios indígenas e degradação ambiental.

A discussão em relação a tipificação do ecocídio ganhou força em 2020, quando a Procuradoria do TPI comunicou oficialmente que os fatos relacionados à destruição am-

biental e ataques a povos indígenas estão formalmente sob avaliação preliminar de jurisdição, sendo a primeira vez que o Escritório da Procuradora Chefe do TPI se dispõe a realizar uma análise preliminar da jurisdição em relação a um Presidente da República brasileiro (STOP ECOCID, 2021).

De acordo com Gordilho e Ravazzano (2017), para ser admitido perante o TPI, considera-se que o ecocídio deve ser uma ofensa massiva ao meio ambiente, capaz de ocasionar graves danos ao ecossistema e violações à fauna, flora, ao ar e/ou as águas, de sorte a determinar a morte de vários espécimes animais ou vegetais, ou tornar inapropriado o uso águas, do solo, subsolo e/ou do ar, de modo a ocasionar abalos à própria vida humana.

Nada obstante, a persecução criminal do ecocídio, em âmbito internacional, fundamenta-se no *Policy Paper on Case Selection*, documento que prevê a possibilidade de apuração de crimes ambientais, publicado em 2016 pelo Escritório da Procuradoria da Corte Penal Internacional (INTERNATIONAL CRIMINAL COURT, 2016; BROCHADO NETO e MONT'ALVERNE, 2018). Nele há a previsão do critério ambiental quanto ao impacto do crime e que o Gabinete concederá especial atenção ao processar os crimes, arrolados no Estatuto, cometidos por, ou que resultem em destruição do ambiente, na exploração ilegal de recursos naturais ou na apropriação ilegal de terras (KLEE e ZAMBIASI, 2018).

Para melhor compreensão acerca do julgamento do crime de ecocídio perante o TPI, passaremos à análise dos fundamentos e perspectivas para sua inclusão ao Estatuto de Roma.

5. ECOCÍDIO: FUNDAMENTOS E PERSPECTIVAS PARA SUA INCLUSÃO AO ESTATUTO DE ROMA

Diante dos impactos ambientais causados pela ação do homem e da necessidade efetivamente de ampliação da tutela ambiental, os debates sobre o ecocídio foram deflagrados. O termo surgiu na década de 1970, discutido enquanto crime internacional no âmbito da Organização das Nações Unidas após a Guerra do Vietnã, sendo atualmente apreciada a sua inclusão ao Estatuto de Roma (PEREIRA, 2018; STOP ECOCIDE, 2021).

A expressão ecocídio deriva da palavra grega *oikos* que significa casa, lar; e da expressão latina *cide* que corresponde a destruição. Traduz-se, literalmente, como: matar a nossa casa, a Terra. (END ECOCIDE ON EARTH, 2017; PEREIRA, 2018). Em 1998, o Estatuto de Roma foi aprovado, prevendo, o que segundo Borges (2013), poderia ser entendido como ecocídio, em seu art. 8º (2) b, IV, *in verbis*:

Lançar intencionalmente um ataque, sabendo que o mesmo causará perdas acidentais de vidas humanas ou ferimentos na população civil, danos em bens de caráter civil ou prejuízos extensos, duradouros e graves no meio ambiente que se revelem claramente excessivos em relação à vantagem militar global concreta e direta que se previa (BRASIL, 2002).

No entanto, Machado e Armada (2020) entendem que tal dispositivo refere-se aos



crimes de guerra, não a um crime contra a paz, limitando-se aos crimes em situações de guerra e de dano intencional, ou seja, com a existência de dolo, o que nem sempre ocorre nos casos do ecocídio.

Oliveira (2020) aduz que os primeiros conceitos desenvolvidos para o termo tinham como parâmetro a situação do Vietnã e o uso de herbicidas como instrumento de guerra, os quais tinham a capacidade de causar a devastação ambiental do meio ambiente e graves impactos à população local.

Em 2010 a advogada Polly Higgins apresentou um projeto de criminalização do ecocídio, enquanto crime contra a paz, a humanidade, a natureza e as futuras gerações, não limitado às questões vinculadas à guerra, definindo-o como uma “extensa destruição, dano ou perda de ecossistemas de um determinado território, seja ele ocasionado por atividades humanas ou não, que leve a um prejuízo severo ao usufruto pacífico pelos habitantes locais” (MACHADO e ARMADA, 2020, p.133). Um crime que poderia ser cometido em tempos de paz e que deveria ser devidamente incluído no Estatuto de Roma. Para tanto, formulou um documento denominado *Ecocide Act*, que possuía os elementos constitutivos da aludida proposta, que representa uma via legal que abalará significativamente o caos climático, protege milhões de vidas e evitará danos sérios, ao impor responsabilidade estatal e corporativa a atividades industriais e climáticas danosas ao meio ambiente (BORGES, 2013).

Segundo Pereira (2018), o TPI vem analisando 17 emendas propostas ao Estatuto de Roma, no sentido de incluir entre os crimes contra a paz, além daqueles já constantes do referido estatuto, também o ecocídio. Para Saddi (2019), uma das principais problemáticas referentes à inclusão do conceito de ecocídio como crime contra a paz é que a violação extrapola o ser humano visto como pessoa de direito e afeta o ecossistema como um todo, levando em conta formações geológicas, ambientes naturais, regiões geográficas e etc. Essa seria uma das limitantes do direito moderno, estruturado sob um prisma antropocêntrico no qual apenas os humanos, membros da espécie humana, são pessoas de direito, logo, possuindo deveres e direitos, que quando violados, que os tornam titulares de prestações. Decerto, o que se sabe é que foram inúmeras as tentativas de definir e criminalizar a prática de ecocídio (OLIVEIRA, 2020).

Entretanto, a definição em si não tem a capacidade de ser aceita pela comunidade internacional. Em 2021, em meio a um cenário de degradação ambiental sem precedentes no Brasil e no mundo, um painel internacional de especialistas impulsionado pela *Stop Ecocide Foundation* composto por diferentes juristas de todo o mundo, com conhecimentos e experiência em direito internacional e ambiental, propôs uma Emenda ao Estatuto de Roma e atribuiu uma definição jurídica ao ecocídio como crime internacional, passando a ser entendido como qualquer ato ilícito ou arbitrário perpetrado com consciência de que existem grandes probabilidades de que cause danos graves que sejam extensos ou duradouros ao meio ambiente (STOP ECOCIDE, 2021).

Segundo Piffer e Rosso (2019), há dois projetos para a inclusão de crimes ambientais no rol abrangido pela jurisdição do TPI: uma proposta é para que as grandes catástrofes ambientais sejam reconhecidas como um crime contra a natureza, a paz e as futuras gerações (crime de ecocídio como tipo autônomo); outra vertente, é pela ampliação do conceito do crime contra a humanidade previsto na alínea k do artigo 7º do Estatuto de Roma, que inclui “outros atos desumanos de caráter semelhante, que causem intencio-

nalmente grande sofrimento, ou afetem gravemente a integridade física ou a saúde física ou mental” (BRASIL, 2002).

Embora o Estatuto de Roma até o momento não tenha sofrido mudanças ou alterações no sentido de incluir crimes ambientais como crime contra a humanidade, a preocupação demonstrada na recomendação da Procuradoria do TPI no documento supracitado mostra uma tendência de inclusão de crimes ambientais como uma das prioridades do tribunal. Assim, criam-se possibilidades para julgamentos de crimes que afetam comunidades inteiras, uma vez que o ecocídio na maioria dos casos causa danos irreparáveis, comprometendo as formas de vida do ambiente atingido e a sobrevivência dos animais e pessoas que habitam o lugar (MULITERNO; STOHRER, 2018). De acordo com Klee e Zambiasi (2018), o *Policy Paper* da Procuradoria da Corte Penal Internacional permite que, através do vínculo e dependência mútua existentes entre os direitos humanos e o direito ambiental, ataques dirigidos contra uma população civil, que resultem em ou sejam cometidos por um dano ao meio ambiente, sejam julgados como crime contra a humanidade, dando ensejo à existência de corte internacional e permanente no julgamento de fatos que violem a natureza.

Em meio a esse panorama de tensionamento de conceitos, Steiner (2019) chama a atenção para o fato de que não existe qualquer previsão no Estatuto de Roma de crime de ecocídio. Um *Policy Paper* da Procuradoria do Tribunal não cria, nem poderia criar, tipos penais incriminadores, sob pena de violar a legalidade, princípio geral do direito. Em 2016, o *Policy Paper* apenas elencou como um dos fatores de aferição da gravidade de um delito os eventuais danos ao meio ambiente que este delito possa ter causado.

A Procuradoria do Tribunal, em nenhum momento, afirmou que iria interpretar os crimes contra a humanidade de maneira mais ampla, para incluir também os crimes contra o meio ambiente que destruam as condições de existência de uma população. Por fim, Steiner faz uma crítica a questão, entendendo que quaisquer iniciativas tendentes a criminalizar violações às regras de proteção ao meio ambiente são legalmente inapropriadas e, embora possam causar grande impacto midiático, não possui validade jurídica a considerar o princípio da legalidade dos delitos.

A relação entre ecocídio e TPI apresenta-se como um desafio pois, embora seja um crime de ampla gravidade para a humanidade e que merece estar no âmbito da jurisdição do TPI, os caminhos para que isso ocorra encontram entraves jurídicos (BARRETO, 2019). Para atender aos anseios da comunidade nacional e internacional tais entraves precisam ser superados, a fim de que efetivamente se alcance a proteção global e complexa que é devida ao meio ambiente na contemporaneidade.

6. CONCLUSÃO

Por meio da definição do ecocídio, busca-se uma efetiva tutela do meio ambiente no âmbito internacional a partir de sua inclusão ao Estatuto de Roma, fazendo com que crimes ambientais sejam julgados pelo Tribunal Penal Internacional.

Na visão de juristas, pesquisadores e ativistas, a tipificação do ecocídio como crime



reconhecido pelo Tribunal Penal Internacional deve contribuir para amenizar os danos causados contra o meio ambiente ao criar uma norma de dever de cuidado a todos os seres humanos.

A questão vem sendo debatida no âmbito internacional desde a década de 1970 e recentemente ganhou uma definição que acalorou os debates acerca do assunto, sendo impulsionado no Brasil pelas denúncias feitas em face do Presidente Bolsonaro.

Entretanto, a definição em si não tem a capacidade de ser aceita pela comunidade internacional. Apesar das inúmeras propostas sobre a sua inclusão como um crime ao Estatuto de Roma, os caminhos para que isso ocorra encontram entraves jurídicos. Entraves que devem ser superados, posto que se faz necessário que o combate a degradação do meio ambiente esteja em consonância com os direitos humanos, ambiental, penal e internacional.

As análises das denúncias de ecocídio, partindo do cenário de degradação ambiental das TI's da Amazônia e da violação dos direitos indígenas, contribuiu para compreensão da relevância do termo tendo em vista a garantia de um meio ambiente equilibrado aos povos indígenas e as futuras gerações do planeta em conformidade com os postulados plurais do ecocentrismo.

Referências

ABESSA, D., FAMÁ, A. & BURUAEM, L. The systematic dismantling of Brazilian environmental laws risks losses on all fronts. **Nature Ecology & Evolution**, 3. 2019. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41559-019-0855-9> Acesso em 01 out. 2021.

ABI-EÇAB, P. C. Principais ameaças ao meio ambiente em terras indígenas. In: Planeta Amazônia: **Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas**, 3, 2011. (1-17)

APIB – A Articulação dos Povos Indígenas do Brasil. **Denúncia dos povos indígenas do Brasil contra Bolsonaro por crime de genocídio repercute em mais de 20 países**. Disponível em: <<https://apiboficial.org/2021/08/10/denuncia-dos-povos-indigenas-do-brasil-contra-bolsonaro-por-crime-de-genocidio-repercute-em-mais-de-20-paises/>> Acesso em 30 ago. 2021

ASCENSO, João Gabriel da Silva; ARAÚJO, Rayane Barreto de. **Genocídio Indígena e Ecocídio no Brasil**. Ciência Hoje. 2020. Disponível em: <https://cienciahoje.org.br/artigo/genocidio-indigena-e-ecocidio-no-brasil/> Acesso em 12 set. 2021

BARLOW, J., BERENQUER, E., CARMEN, R., FRANCA, F., 2020. Clarifying Amazonia's burning crisis. **Global Change Biology**, 26(2), 319– 321 Disponível em : <<http://dx.doi.org/10.1111/gcb.14872>> Acesso em: 26 set. 2021.

BRASIL. **Constituição Federal de 1988**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm>. Acesso em 02 set. 2021

_____. Decreto nº 4.388, de 25 de setembro de 2002. Promulga o Estatuto de Roma do Tribunal Penal Internacional. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 26 set. 2002. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4388.htm> Acesso em 02 set. 2021

BREDA, Tadeu. **Bolsonaro Genocida**. São Paulo: Editora Elefante, 2021. 320 p.

CAMARGO, Suzana. **Incêndios na Amazônia já impactaram mais de 90% das espécies de animais e plantas do bioma**. 2021. Disponível em: <https://brasil.mongabay.com/2021/09/incendios-na-amazonia->

- ja-impactaram-mais-de-90-das-especies-de-animais-e-plantas-do-bioma/. Acesso em 01 out. 2021
- CARTIER, Ruy et al. Vulnerabilidade social e risco ambiental: uma abordagem metodológica para avaliação de injustiça ambiental. **Cadernos de Saúde Pública**, [s.l.], v. 25, n. 12, p.2695-2704, dez. 2009. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s0102-311x2009001200016>>. Acesso em: 24 out. 2021.
- CONSTANINO, P. A. L.; BENCHIMOL, M.; ANTUNES, A. P. Designing Indigenous Lands in Amazonia: Securing indigenous rights and wildlife conservation through hunting management. In: **Land Use Policy**, Vol. 77, 2018, 652-660. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.06.016>>. Acesso em: 26 set. 2021.
- COMISSÃO ARNS. **TPI informa avaliação preliminar da jurisdição do caso contra Bolsonaro**. Disponível em: <https://comissaoarns.org/blog/2020-12-15-tpi-informa-avalia%C3%A7%C3%A3o-preliminar-da-jurisdi%C3%A7%C3%A3o-do-caso-contr-bolsonaro/>. Acesso em 26 set. 2021.
- DIELE-VIEGAS, Luisa Maria; PEREIRA, Eder Johnson de Area Leão; ROCHA, Carlos Frederico Duarte. The new Brazilian gold rush: Is Amazonia at risk?. **Forest Policy and Economics**, Volume 119, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1389934120303750>. Acesso em: 01 out. 2021
- ECOCIDE LAW. **History**. 2017. Disponível em: <https://ecocidelaw.com/history/> Acesso em: 22 set. 2021
- FEARNSIDE, Philip Martin. *Retrocessos sob o Presidente Bolsonaro: um desafio à sustentabilidade na Amazônia*. **Sustentabilidade International Science Journal**, Vol.1, n.1. 2019, abril/junho.
- HUMAN RIGHTS WATCH (HRW), INSTITUTO DE ESTUDOS PARA POLÍTICAS DE SAÚDE (IEPS), INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA (IPAM). **“O ar é insuportável”** Os impactos das queimadas associadas ao desmatamento da Amazônia brasileira na saúde. 2020. Disponível em: https://www.hrw.org/sites/default/files/media_2020/08/brazil0820pt_web.pdf Acesso em: 01 out. 2021.
- KLEE, P. M. C.; ZAMBIASI, V. W. O julgamento de crimes ambientais pelo Tribunal Penal Internacional. **Revista Direito e Liberdade**, Natal, v. 20, n. 1, jan./abr. 2018. Quadrimestral. p. 141-177.
- KRENAK, Ailton. **A vida não é útil**. Editora: Companhia das Letras, 2020.
- LIEBGOTT; Roberto Antônio. CIMI. **Relatório Violência Contra os Povos Indígenas no Brasil Dados de 2020**. Entre a omissão, a negligência e a desinformação: a pandemia da Covid-19 e a pandemia da política. Brasília: 2021.
- LIMA, Mendelson; VALE Joine Cariele Evangelista do; COSTA, Gerlane de Medeiros; SANTOS, Reginaldo Carvalho dos; FILHO, Washington Luiz Félix Correia; GOIS, Givanildo; JUNIOR, José Francisco de Oliveira; TEODORO, Paulo Eduardo; ROSSI, Fernando Saragosa; JUNIOR, Carlos Antonio da Silva. The forests in the indigenous lands in Brazil in peril, **Land Use Policy**, Volume 90, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264837719310014>. Acesso em 26 out. 2021
- MELO, Maycon; ARISI, Bárbara. The black jaguar and the guardian of the forest. **Internacional Union for Conservation of Nature**, 2021. Disponível em: <https://www.iucn.org/news/commission-environmental-economic-and-social-policy/202110/black-jaguar-and-guardian-forest>. Acesso em: 19/03/2022.
- MELO, Maycon; SILVA, Fabrício B; SANTOS FILHO, Osias de O. Conhecimento indígena, sistema de manejo e mudanças ambientais na região de transição Amazônia-Cerrado. **Desenvolvimento e Meio ambiente**. Vol. 59, p.1-22, 2022.
- PEREIRA, F. L. B. Desenvolvimentismo e ecocídio: causa e (possível) consequência no contexto de ruptura das bases existenciais dos povos originários no Brasil. **Boletim Científico ESMPU**, Brasília, a. 17 – n. 51, p. 257-281 – jan./jun. 2018
- PEREIRA, Eder Johnson de Area Leão; FERREIRA, Paulo Jorge Silveira; RIBEIRO, Luiz Carlos de Santana; CARVALHO, Terciane Sabadini; PEREIRA, Hernane Borges de Barros. Policy in Brazil (2016–2019) threaten conservation of the Amazon rainforest. **Environmental Science & Policy**, Volume 100, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1462901119303818>. Acesso em: 01 out. 2021
- ROSSIGNOL, A. Amazonie, les plans de Bolsonaro pour conter la conservation de la forêt. **Le Parisien**, 23 août, 2019. Disponível em: <<https://www.leparisien.fr/international/amazonie-les-plans-de-bolsonaro-pour-contrer-la-conservation-de-la-foret-23-08-2019-8138133.php>> Acesso em 25 set. 2021.

SANT'ANNA, Fernanda Mello; MOREIRA, Helena Margarido. Ecologia política e relações internacionais: os desafios da Ecopolítica Crítica Internacional. **Rev. Bras. Ciênc. Polít.**, Brasília, n. 20, p. 205-248, ago. 2016. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-33522016000200205&lng=en&nrm=iso. Acesso em 10 nov 2021.

SOUZA, Ana Hilda Carvalho; LIMA, Alexandrina Maria de Andrade; MELLO, Marco Aurélio Anadem; OLIVEIRA, Elialdo Rodrigues de. A relação dos indígenas com a natureza como contribuição à sustentabilidade ambiental: Uma revisão da literatura. **Revista Destaques Acadêmicos**, Vol. 7, N. 2, CCHS/UNIVATES, 2015.

STOP ECOCIDE FOUNDATION. **Independent Expert Panel for the Legal Definition of Ecocide Commentary and core text**. 2021. Disponível em: <<https://static1.squarespace.com/static/5ca2608ab914493c64ef1f6d/t/60d7479cf8e7e5461534dd07/1624721314430/SE+Foundation+Commentary+and+core+text+revised+%281%29.pdf>> Acesso em: 06 set. 2021.

THOMÉ, Ana Carolina Robles; NUNES, Nei Antonio; THOMÉ, Ricardo Lemos. A degradação ambiental na Amazônia brasileira e os desafios para a inclusão do crime de ecocídio no Estatuto de Roma. **Revista Brasileira de Desenvolvimento Territorial Sustentável GUAJU**, Matinhos, v.6, n.2, jul./dez. 2020

VIANA, G. Amazônia em disputa. In: **Amazônia em tópicos**. Org, Andrade, Manoel; IADANZA, Enaile; MATSUNAGA, Celia. – Brasília: Universidade de Brasília, 2021.

VITTOR, A. Y.; LAPORTA, G. Z.; SALLUM, M. A. M.; WALKER, R. T. The COVID-19 crisis and Amazonia's indigenous people: Implications for conservation and global health. In: **World Development**, Vol. 145, 2021. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305750X21001455>> Acesso em: 25 set. 2021

VIVEIROS DE CASTRO, E. Os pronomes cosmológicos e o perspectivismo ameríndio." **Mana**, 2, 115-144, 1996. doi: 10.1590/S0104-93131996000200005

WORLD WIDE FUND FOR NATURE (WWF). **O que você precisa saber sobre os incêndios florestais da Amazônia**. [S.I], 23 de agosto de 2020. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/?72662/O-que-voce-precisa-saber-sobre-os-incendios-florestais-da-Amazonia>. Acesso em: 01 set. 2021.

CAPÍTULO 7

AVALIAÇÃO DOS RUÍDOS EM UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA NEONATAL EM UMAMATERNIDADE DE ALTA COMPLEXIDADE DO MARANHÃO

EVALUATION OF NOISE IN A NEONATAL INTENSIVE CARE UNIT IN A
HIGH COMPLEXITY MATERNITY IN MARANHÃO

Elias Victor Figueiredo dos Santos
Maria Bernardete Barros Figueiredo
Diego Rosa dos Santos
Jadenn Rubia Lima Costa
Sérgio Fernando Saraiva da Silva
Wolia Costa Gomes
Fabício Brito Silva
Rita de Cássia Mendonça e Miranda
Paulo Cesar Mendes Villis

Resumo

Os neonatos hospitalizados na Unidade de Terapia Intensiva (UTIN, de modo geral, são expostos ao ruído por longos períodos, com níveis que podem chegar a 120 (dB), o que excede consideravelmente os padrões referidos pela Academia Americana de Pediatria (AAP), bem como vai além do que é preconizado como níveis ideais de pressão sonora pela Organização Mundial de Saúde (OMS), além de exceder o que indica a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) para os valores das medidas em diversos ambientes hospitalares nos apartamentos, enfermarias, berçários e centros cirúrgicos. O objetivo deste trabalho é avaliar os ruídos em uma UTIN em uma maternidade de alta complexidade do Maranhão. O presente estudo busca identificar as principais fontes de ruído, mensurar os níveis de ruído dentro da UTI e conhecer a percepção dos profissionais frente aos ruídos no ambiente e, por conseguinte, busca-se propor estratégias para a redução dos efeitos dos ruídos na UTIN. A metodologia empregada é transversal de um estudo prospectivo analítico, observacional e quantitativo, realizado na UTIN da Maternidade de Alta Complexidade do Maranhão. Foram identificadas as fontes ruidosas, para aferir sua frequência e intensidade de forma isolada e conjunta dentro do ambiente de Terapia Intensiva Neonatal. Foi realizado, também, uma entrevista a fim de conhecer a percepção dos profissionais de saúde quanto ao ruído e seu impacto no organismo. Os resultados da análise acústica evidenciam que os valores de ruídos estão acima dos níveis máximos recomendados pela OMS, tanto para os valores diurnos quanto para os noturnos.

Palavras-chave: Ruído; Pressão Sonora; Neonatal.

Abstract

Neonates hospitalized in the Intensive Care Unit (NICU), in general, are exposed to noise for long periods, with levels that can reach 120 (dB), which considerably exceeds the standards referred by the American Academy of Pediatrics (AAP), as well how it goes beyond what is recommended as ideal sound pressure levels by the World Health Organization (WHO), in addition to exceeding what the Brazilian Association of Technical Standards (ABNT) indicates for the values of measures in various hospital environments in apartments, wards, nurseries and operating rooms. An interview was also conducted the perception of health professionals regarding noise and its impact on the body. The general objective of this study is to evaluate the noise in a Neonatal Intensive Care Unit (NICU). This study seeks to identify the main sources of noise, measure noise levels within the NICU and get to know the perception of professionals regarding noise in the environment and, therefore, seeks to propose strategies to reduce the effects of noise in the NICU. The methodology used is transversal to a prospective analytical, observational, and quantitative study, carried out in the NICU of the Maternity of High Complexity of Maranhão. Noisy sources were identified to assess their frequency and intensity in an isolated and joint way within the Neonatal Intensive Care environment. In order to know the perception of health professionals, an interview was also carried out on the perception of health professionals regarding noise and its impact on the body. The results of the acoustic analysis show that the noise values are above the maximum levels recommended by WHO, both for daytime and nighttime values, indicating that the problem is widespread as well as 42.85% of studies that had the same outcome in Brazil.

Key-words: Noise; Sound pressure; Neonatal.

1. INTRODUÇÃO

Na vida de uma mulher, a maternidade é um momento ímpar, pois ocorrem adaptações e transformações devido à mudança de papéis e responsabilidades. Nesse momento as mães vivenciam diferentes emoções e sentimentos relacionados à reorganização devido ao nascimento do bebê (ZANATTA; PEREIRA, 2015). A Neonatologia teve início no século XIX, em meados de 1880, na França, gerando um grande avanço nas técnicas e equipamentos utilizados para garantir a sobrevivência dos bebês, principalmente os prematuros, e com isso houve uma redução no número de óbitos, devido à manutenção das funções vitais, ajudando assim na sua recuperação (LIMA, 2016). Dessa maneira houve o surgimento da Unidade de Terapia Intensiva Neonatal (UTIN) que aumentou a sobrevivência dos neonatos, representando um expressivo avanço para a medicina e humanidade (D'ARCARDIA; NERI; ALVES, 2012).

O avanço tecnológico propiciou o desenvolvimento de equipamentos aprimorados, porém esses, de modo geral, produzem desconforto devido à luminosidade e ruídos capazes de tornar a Unidade de Terapia Intensiva Neonatal exaustiva. Muitos desses ruídos produzidos são considerados incompatíveis com a audição humana, tanto dos bebês, quanto dos adultos (RODRIGUES; SOUZA; WERNECK, 2016), levando ao estresse e a dor nesse ambiente (D'ARCARDIA; NERI; ALVES, 2012). Nessa unidade com equipamentos modernos, há movimentação constante de pessoas e de procedimentos o que é de grande surpresa para a maioria dos pais que tem seu filho internado nesse local devido às condições vulneráveis de saúde, levando a sentimentos de medo e angústia (QUERALT, 2016).

Os recém-nascidos (RN) prematuros são mais suscetíveis aos efeitos do ambiente, já os recém-nascidos a termos têm vantagem em relação aos efeitos por possuírem maior maturidade com melhor habilidade para adaptação e ajustamento ao ambiente extrauterino, logo, é visto que quanto menor a idade gestacional, maior o comprometimento, devido ao desenvolvimento cerebral que ainda não está completo, o que aumenta o risco de maturação cerebral anormal (TAMEZ; SILVA, 2013). Portanto, altos níveis de pressão sonora na Unidade de Terapia Intensiva Neonatal, levam a alterações fisiológicas e funcionais, principalmente nos momentos quando há maior produção sonora (CARDOSO et al., 2015).

A Organização Mundial de Saúde (OMS) preconiza como níveis ideais de pressão sonora valores de 30 a 40 dB para as Unidades de Tratamento Intensivo Neonatal. Já a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) sugere que os valores das medidas em diversos ambientes hospitalares devem ser nos apartamentos, enfermarias, berçários e centros cirúrgicos de 35 a 45 dB, nos laboratórios e áreas para uso do público de 40 a 50 dB, e de serviços entre 45 e 55 dB. A Academia Americana de Pediatria (AAP) recomenda evitar níveis acima de 45 dB para berçários e Unidade de Terapia Intensiva Neonatal (UTIN) (OLIVEIRA et al., 2011). Ressalta-se, conforme exposto, que há uma grande preocupação quanto à diminuição dos níveis de ruídos na unidade de terapia intensiva neonatal devido à humanização. Para um melhor desenvolvimento do recém-nascido deve-se ter um ambiente com níveis de ruídos aceitáveis a fim de não causar efeitos deletérios para proporcionar uma recuperação mais rápida (CARDOSO

et al.; GRECCO et. al., 2013).

A justificativa da temática se faz importante devido ao ambiente de cuidados intensivos neonatais levar a possibilidades de agravos no desenvolvimento dos recém-nascidos, além de promover a dor e desconforto aos envolvidos por conta das tecnologias que causam luminosidade e ruído. Desse modo com um melhor entendimento da problemática, medidas e propostas podem colaborar para redução do ruído tornando a assistência mais qualificada e humanizada (ORSI *et al.*, 2015).

Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo avaliar os ruídos em uma Unidade de Terapia Intensiva Neonatal. Pretende-se com este estudo despertar o interesse na procura por uma assistência mais humanizada, buscando entender que algumas práticas peculiares nesse ambiente interferem no desenvolvimento dos recém-nascidos e na qualidade de vida dos envolvidos no processo de recuperação. A fim de evitar e/ou minimizar os impactos negativos que a internação possa exercer, acredita-se que a conscientização dos profissionais de saúde é o primeiro passo para a minimização dos problemas ocasionados pelos ruídos na UTIN e, desta forma, o referido estudo constitui de grande relevância no âmbito da saúde ambiental no que se refere à neonatologia, acreditando que esse conhecimento proporciona um grande avanço na qualidade da assistência ao neonato, à saúde da equipe multiprofissional e familiares, que passam a conviver diariamente nesse ambiente com múltiplos estressores.

2. METODOLOGIA

2.1 Área de Estudo

O trabalho foi realizado na Unidade de Terapia Intensiva Neonatal da Maternidade de Alta Complexidade do Maranhão de responsabilidade da Secretaria Estadual de Saúde do Estado do Maranhão, Brasil.

2.2 Monitoramento Acústico

Foram identificadas as fontes ruidosas, para aferir sua frequência e intensidade de forma isolada e conjunta dentro do ambiente de Terapia Intensiva Neonatal. A coleta foi realizada durante uma semana de forma ininterrupta, iniciando no domingo até o próximo domingo (168 h). Logo após a primeira aferição foi realizada a análise e foram propostas estratégias que visam à diminuição do ruído conforme estudado na literatura, além da entrevista sobre a percepção dos profissionais quanto ao ruído e seu impacto no organismo. Ações como panfletagem, palestra e informativos dentro da UTIN através de cartazes foram realizados durante um mês.

2.3 Critérios de inclusão

Foram levados em consideração as incubadoras, berços aquecidos e comuns, equipamentos de fototerapia, bombas de infusão, ventiladores de assistência respiratória, monitores, dispositivos eletrônicos portáteis, telefones fixos e móveis, ares-condicionados, válvulas para regulagem de pressão, torneiras, cestos, materiais hospitalares, conversação entre as pessoas (profissionais de saúde, profissionais de higienização, equipe de radiologia, laboratorista e familiares).

2.4 Critérios de exclusão

Para os critérios de exclusão foram levados em consideração os ruídos externos a Unidade de Terapia Intensiva Neonatal (UTIN) e profissionais que não trabalham no setor.

2.5 Procedimento de coleta de dados

A coleta de dados ocorreu após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Ceuma - UNICEUMA, posteriormente autorizada à pesquisa, foram feitas as aferições e convites aos profissionais da equipe multidisciplinar para participação, explicando a finalidade do estudo e esclarecendo qualquer dúvida sobre a pesquisa. A coleta foi feita através do analisador de ruído 2270 da *Bruel&Kjaer*, além do questionário para análise da percepção dos profissionais de saúde quanto aos ruídos na unidade, aplicando-se o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), conforme resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde. Na primeira etapa foi realizada uma avaliação para mensurar os níveis de ruídos e determinado a sua frequência e intensidade, durante uma semana (168 h) na Unidade de Terapia Intensiva Neonatal. Na segunda etapa, foi realizada uma entrevista com a equipe multiprofissional em relação à percepção dos profissionais da UTIN quanto os ruídos presentes no ambiente. O questionário aplicado foi criado pelo próprio pesquisador. Todos os profissionais foram convidados sendo que suas participações ocorreram de forma voluntária, não havendo critérios de exclusão de participantes. Também nessa etapa foi realizada uma série de medidas que visam a redução do ruído na UTIN. A entrevista foi realizada somente após a assinatura o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

2.6 Análise estatística

A análise estatística dos dados foi realizada através do programa *Bioestat* e *Microsoft Excel*. A apresentação no trabalho foi feita através de figuras, tabelas e quadros. Foi feito o cálculo referente a coleta dos dados obtidos na análise acústica através do equipamento de aferição de ruídos. A análise estatística do questionário, foi utilizado o método de correção linear, haja vista que este permite verificar se duas variáveis independentes estão associadas uma com a outra. Compreende-se, a escolha deste

método pelo argumento de que as pessoas podem levantar hipóteses sobre as possíveis associações existentes entre duas ou mais variáveis. Neste caso, quando as variáveis envolvidas são quantitativas, pode-se utilizar a correlação para verificar se há associação entre elas. A associação entre variáveis é verificada por meio da correlação agregada à teoria que justifique essa relação. Para uma melhor compreensão, é válido informar que a correlação não indica uma relação de causa-efeito, ou seja, uma relação determinística entre duas variáveis em estudo.

O projeto foi submetido à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) – Plataforma Brasil da Universidade Ceuma - UNICEUMA, obedecendo à Resolução N. 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, com CAAE: 15969919.3.0000.5084.

3. RESULTADOS

Os dados obtidos na análise acústica por meio do equipamento de aferição de ruídos podem ser observados na Tabela 1, com a média ponderada de ruído, que varia entre 63,3 dB a 71,4 dB durante os 7 dias ou 168 h de verificação.

DATA	TURNNO	LAF10	LAF90	LAEQ	LAFMAX	LAFMIN
25/08/2019	DIURNO	69,9	59,0	66,4	81,0	54,3
	NOTURNO	74,1	62,3	71,4	82,7	56,2
26/08/2019	DIURNO	68,0	57,1	64,8	89,6	51,7
	NOTURNO	65,9	56,4	63,6	87,9	52,2
27/08/2019	DIURNO	70,1	59,2	66,9	91,7	53,9
	NOTURNO	69,8	59,1	64,8	90,3	52,8
28/08/2019	DIURNO	67,9	58,7	65,9	80,3	53,2
	NOTURNO	68,6	59,1	66,5	81,2	54,7
29/08/2019	DIURNO	67,2	56,4	64,0	89,1	50,3
	NOTURNO	66,0	56,0	63,4	88,9	49,8
30/08/2019	DIURNO	70,2	58,9	70,8	92,5	48,1
	NOTURNO	69,3	57,5	69,4	89,9	48,0
31/08/2019	DIURNO	66,2	55,3	63,3	98,3	49,1
	NOTURNO	70,3	59,4	67,5	102,5	53,3

Tabela 1. Período de monitoramento do nível de pressão sonora ponderado em dB(A), diurno e noturno

O LAEQ é o nível do ruído contínuo equivalente ao som produzido durante um dado período medido com o filtro de frequências na ponderação, isto é, corresponde ao nível obtido a partir do valor médio quadrático da pressão sonora durante um período considerável, conforme a NBR N. 10.151/2019.

Desta forma, tem-se o valor médio de várias leituras – uma a cada 5 segundos- em um determinado período e o equipamento de medição utilizado fornece estes valores.

De acordo com a NBR N. 10.151/2019, em seu tópico 6.2.2:

Os limites de horário para o período diurno e noturno da tabela 1 podem ser definidos pelas autoridades de acordo com os hábitos da população. Porém, o período noturno não deve começar depois das 22 h e não deve

terminar antes das 7 h do dia seguinte. Se o dia seguinte for domingo ou feriado o término do período noturno não deve ser antes das 9 h.

Leva-se em consideração que o período de medição, por tanto, foi das 7 horas às 19 horas para o turno diurno e 19 horas as 7 horas para o turno noturno. Então, dentro destes períodos diurnos e noturnos, comenta-se, a seguir, os valores das Tabela 2 e 3, LAFMAX, LAFMIN e LAEQ.

Data	Parâmetro	Valor
30/08/2019	LAEQ	70,2
31/08/2019	LAF MAX	98,3
25/08/2019	LAF MIN	54,3

Tabela 2. Período de monitoramento do nível de pressão sonora ponderado em dB(A), Maiores Valores Diurno

Data	Parâmetro	Valor
25/08/2019	LAEQ	71,4
31/08/2019	LAF MAX	102,5
28/08/2019	LAF MIN	56,2

Tabela 3. Período de monitoramento do nível de pressão sonora ponderado em dB(A), Maiores Valores Noturno

Conforme as Tabelas 2 e 3, que os valores da análise acústica são superiores à noite. Vê-se, por exemplo, que no parâmetro LAEQ, no dia 30, em uma análise diurna, tem-se o valor de 70,2, sendo este o maior em toda a aferição. Já para o mesmo parâmetro, buscando o maior valor, quando se analisa o período noturno, tem-se 71,4, no dia 25.

Ao verificar os menores valores no horário diurno, os achados revelam que nas datas 28, 30 e 31, para os parâmetros de LAEQ, LAFMAX e LAFMIN, houve, respectivamente os valores 63,3; 80,3 e 48,1, conforme pode ser visto na Tabela 4.

Data	Parâmetro	Valor
231/08/2019	LAEQ	63,3
28/08/2019	LAF MAX	80,3
30/08/2019	LAF MIN	48,1

Tabela 4. Período de monitoramento do nível de pressão sonora ponderado em dB(A), Menores Valores Diurno

Já para os menores valores no horário noturno, vê-se que nos dias 28, 29 e 30, para os mesmos parâmetros supracitados, houve os achados de 63,3; 80,3 e 48,1, conforme pode ser visto na tabela 5.

Data	Parâmetro	Valor
29/08/2019	LAEQ	63,4
28/08/2019	LAF MAX	81,2
30/08/2019	LAF MIN	48,0

Tabela 5. Período de monitoramento do nível de pressão sonora ponderado em dB (A), Menores Valores Noturno

Vê-se que também na averiguação dos menores valores, no horário noturno, estes se apresentaram levemente superiores aos resultados diurnos, com exceção do LAFMIN noturno do dia 30 que marcou 48 dB.

É importante ressaltar que o dia 31/08/2019 foi um sábado e foi um dia que apresentou o maior LAFMAX dia e a noite. Considera-se, neste ponto, que no sábado, apesar da média não ser a maior, o valor de LAFMAX foi maior.

Por fim, na análise dos resultados, tem-se o LAF10 e LAF90, que são medidas probabilísticas, desta forma, o LAF10 é o nível excedido durante 10% do tempo de medição. Ao considerarmos o período de medição de 12 h, o LAF10 é o valor equivalente a 1 hora e 12 minutos. Para 10% do tempo, o som ou o ruído tem um nível de pressão sonora acima do valor de LAF10. Para o resto do tempo, o ruído tem um nível de pressão de som igual ou inferior a L10. Portanto, o LAF10 representa, com probabilidade boa, o nível de pressão sonora referente à eventos esporádicos ou intermitentes.

O LAF90 é o nível excedido durante 90% do tempo de medição, isto é, 10 horas e 48 minutos, aproximadamente. Portanto, durante 90% do tempo, os níveis de ruído estiveram acima deste nível. Para efeitos práticos, quando se adotam técnicas estatísticas, considera-se o LAF90 como nível de ruído de fundo ou ruído residual.

Ressalta-se, neste ponto, que o LAF50 - o ponto médio das leituras- não foi calculado, porque se tem o LAEQ - que representa, de uma certa forma, o ruído médio do ambiente. Porém, compreende-se a dissemelhança entre o LAF50 e LAEQ, já que cada parâmetro tem sua função (período e dados expostos na Tabela 1).

Data	Parâmetro	Valor
30/08/2019	LAF10	70,2
27/082019	LAF90	59,2

Tabela 6. Período de monitoramento do nível de pressão sonora ponderado em dB(A), Maiores Valores Diurno LAF10 e LAF90

Data	Parâmetro	Valor
25/08/2019	LAF10	74,1
25/08/2019	LAF90	62,3

Tabela 7. Período de monitoramento do nível de pressão sonora ponderado em dB(A), Maiores Valores Noturno LAF10 e LAF90

Nas Tabelas 6 e 7 que o período noturno tem mais ruídos do que o período diurno, no entanto, trata-se de uma diferença de 3 a 4 dB, isto é, pouco significativa.

As Tabelas 8 e 9 revelam os resultados para os menores valores de LAF10 e LAF90 diurnos e noturnos.

Data	Parâmetro	Valor
31/08/19	LAF10	66,2
29/08/19	LAF90	56,4

Tabela 8. Período de monitoramento do nível de pressão sonora ponderado em dB(A), Menores Valores LAF10 e LAF90 Diurno

Data	Parâmetro	Valor
26/08/19	LAF10	65,9
29/08/19	LAF90	56,0

Tabela 9. Período de monitoramento do nível de pressão sonora ponderado em dB(A), Menores Valores LAF10 e LAF90 Noturno

Para os menores valores de LAF10 e LAF90, os resultados evidenciam um quociente que justifica uma discussão na perspectiva do que preconiza a Organização Mundial da Saúde. Assim sendo, ressalta-se, conforme a OMS que dentro do cenário hospitalar, o LEQ e o LFMAX sejam de 30 a 40 dB e que durante o turno noturno, sugere-se uma atenuação do valor entre 5% a 10% do nível de ruídos na unidade. A Academia Americana de Pediatria sugere como nível permitido de exposição de ruído ao recém-nascido seja de no máximo 58 dB, bem como a Associação Brasileira de Normas Técnicas.

4. DISCUSSÃO

Com base nos resultados da primeira fase deste estudo, faz-se necessário expor, à priori, que, de modo geral, há poucos protocolos que auxiliam na redução dos diferentes estímulos nocivos na UTIN, informa-se, portanto, que a discussão destes resultados está além de fazer propostas de intervenção que busquem educar a equipe de trabalho ou discutir um programa de atendimento neonatal focado na redução de ruído neste setor, pois, compreende-se que a discussão dos resultados permeia o entendimento de como que a realização de um estudo especificamente dedicado à determinação dos níveis de ruído em diferentes áreas de uma UTIN pode auxiliar e fomentar estratégias focadas na diminuição do ruído neste cenário.

Não obstante, frisa-se que já foi identificado na revisão literária que o ambiente e o estresse a que estão os neonatos influenciam diretamente seu neurodesenvolvimento e qualidade de vida a longo prazo, e produzem um impacto econômico negativo nos serviços de saúde. Frente a este entendimento, vê-se que há evidências crescentes de que programas de atendimento individualizados, focado na redução de ruídos, na atenuação de um ambiente prejudicial e na promoção do recém-nascido como indivíduo único, com sentimentos e família, afeta não apenas o menor tempo de permanência hospitalar e redução da necessidade de terapia intensiva, mas no neurodesenvolvimento de filho de longo prazo.

O primeiro ponto a ser observado é que os resultados expressam valores de ruídos, assim como a maioria dos hospitais, acima dos níveis máximos recomendados pela OMS. Embora as medidas variem de um hospital para outro, tanto na UTIN quanto na hospitalização devido às características próprias e às atividades realizadas de acordo com a especialidade, os níveis de ruído são superiores aos recomendados, tanto para os valores diurnos quanto para os noturnos, indicando que o problema é generalizado.

As fontes de ruído identificadas são comuns à maioria delas, dentre as mais frequentes: o ruído produzido pelo pessoal, já que boa parte do ruído provém do aparelho e das técnicas realizadas pelos profissionais da saúde no setor analisado. Logo, chama-se a atenção para as conversas sobre saúde nos corredores, bem como os alarmes dos dispositivos médicos, os carros de medicamentos, o uso abusivo de telefones celu-

lares, o número excessivo de visitantes nos hospitais e itens usuais do setor, tais como lavatório, lixeira

Em estudos relacionados a recém-nascidos em unidades de UTIN, conforme já exposto neste estudo, há alterações fisiológicas em decorrência do ruído e, por conseguinte, geram-se possíveis repercussões em seu desenvolvimento futuro. Da mesma forma, os valores encontrados na UTIN deste trabalho estão acima dos valores recomendados pela OMS. Tomando o ruído como um fator que afeta o sono, vários estudos identificam o ruído como o fator ambiental que mais perturba o padrão de sono/ repouso.

A percepção do ruído no hospital é diferente se for observada do ponto de vista do paciente ou do profissional que trabalha nele, um dos motivos poderia ser as diferentes características entre pacientes e equipe e o tempo de permanência. É importante ressaltar que alguns estudos mostram que o ruído pode ser reduzido e soluções foram fornecidas, como uma maior conscientização dos funcionários e usuários do hospital.

Brandon *et al.*, (2008) implementaram, em uma unidade médico cirúrgica, uma intervenção, consistindo em um programa educacional para o pessoal do hospital, possíveis causas desnecessárias de ruído foram eliminadas na unidade de intervenção e, também, foram realizadas medidas pré e pós-intervenção, nenhuma intervenção foi realizada na unidade de controle a posteriori e, embora não se teve significância estatística, constatou que para pacientes/funcionários, o nível médio de ruído diário foi reduzido de 65-75dB para 44,9- 69,2dB e, desta forma, pacientes e equipe apresentaram diferenças na percepção do ruído.

Semelhante ao estudo de Brandon *et al.* (2008), é o trabalho realizado por Busc-Vishniac *et al.*, (2005) em que as causas identificadas de ruído foram semelhantes para pacientes e funcionários, isto é: conversas, carros, monitores, sistema de PA, passos, sendo as vozes o ruído mais presente e mais incômodo para ambos. Os níveis de ruído medidos variaram de 31 dBA a 84 dBA. O ruído foi reduzido significativamente, exceto no turno da noite, os níveis de ruído percebidos pelos pacientes foram menores antes e após a intervenção do que os percebidos pela equipe.

No estudo realizado por Berg *et al.* (2010), no qual foi realizada uma intervenção para reduzir o estresse na UTI. Um guia de cuidados de enfermagem baseado em evidências foi aplicado, consistindo em uma série de medidas para controlar estressores ambientais. Entre outras, havia atividades para controlar o ruído ambiental, como reduzir o volume de alarmes, evitar falar em voz alta, responder rapidamente a alarmes, e o principal resultado foi a questão do ruído ter sido considerado o principal estressor e este foi reduzido de 34% para 4% com a percepção dos participantes e profissionais da saúde em um hospital.

Diante desses resultados, fica evidente que é possível abaixar o nível de ruído na UTIN, por meio do controle de estressores no ambiente, ou seja, garantindo aos recém-nascidos mais tranquilidade e períodos prolongados de sono.

Outro estudo, Milbradt *et al.* (2011) também mostra a efetividade de uma intervenção educativa em relação à equipe de saúde que trabalha na UTI, uma vez que se observou que a principal fonte de ruído veio dos próprios funcionários. Através de uma

intervenção baseada em conferências e material educacional, foi obtida uma redução significativa nos níveis de ruído em 57 das 90 horas registradas (63,33%). Portanto, foi demonstrada a importância de conscientizar as causas do ruído e suas repercussões como uma ferramenta eficaz para reduzir o ambiente ruidoso excessivo na UTI.

Em síntese, pode-se observar na vasta revisão literária que há vários estudos que documentam que o nível de ruídos no ambiente hospitalar, especialmente no ambiente neonatal está acima das recomendações da OMS. Como demonstrou-se neste estudo, altos níveis de ruído afetam negativamente a saúde, portanto, mais atenção deve ser dada ao controle do ruído e é importante compreender que nesse meio os cuidados direcionados a esse respeito são escassos, como refletido neste estudo. Menciona-se que a pesquisa realizada coincide com referências dadas em trabalhos internacionais em relação aos bebês prematuros expostos a situações de vulnerabilidade absoluta dentro das UTIN, causando efeitos indesejados em neonatos e em sua família e na equipe que trabalha lá.

Ao dar o enfoque para o cenário em que se fez o presente estudo de caso, pode-se verificar que pelo fato de o aparelho de medição acústica ficar ligado 24 horas por 7 dias e pelo autor conhecer o ambiente de trabalho, há vários pontos que merecem destaque e que, por sua vez, se representam como determinantes nos resultados obtidos.

Na UTI em questão, trabalham vários profissionais da saúde, tais como: médicos, enfermeiros, fonoaudiólogos, fisioterapeutas, terapeutas ocupacionais, psicólogos, técnicos de enfermagem, técnicos de radiologia, auxiliares de limpeza, nutricionistas, bem como há visitas diárias, assistentes sociais e secretária para reposição. Em alguns setores há uma grande aglomeração de leitos e estes operam além de suas capacidades, muitos aparelhos, cestos de lixo sem amortecimento, ar-condicionado próximo aos leitos, dentre outros fatores.

Levando em consideração que as atividades a serem tratadas na UTIN pesquisada são altas e, por conseguinte, há um constante nível de ruído, seria necessário avaliar materiais acústicos cuja capacidade de absorção esteja focado na parte do espectro correspondente às frequências mais atuantes. De modo geral, ao se propor modificações quanto aos equipamentos presentes na UTIN, bem como em seu ambiente, deve-se, à priori, analisar seu condicionamento acústico destacando aqui uma sugestão de trabalho futuro sobre o aprofundamento do funcionamento do interior das incubadoras.

No estudo de Gallegos-Martínez *et al.* (2011), que tratam sobre o índice de ruído na unidade neonatal e seu impacto nos recém-nascidos, verifica-se que os ruídos no ambiente neonatal é um fator de risco para os recém-nascidos e é de responsabilidade da gerência do hospital e da equipe de saúde adotar as recomendações para reduzir o ruído na unidade neonatal com base nos fundamentos e normas de segurança ambiental em benefício da saúde.

Como proposta de intervenção, sugere-se o controle para que os profissionais da equipe atuante na UTIN, bem como familiares tenham consciência dos efeitos que os ruídos provocam na saúde dos recém-nascidos. Ao se considerar tal ação como fator de impacto substancial à atenuação do ruído na UTIN em questão, uma lista de sugestões pode favorecer a atual situação desta Unidade de Terapia Intensiva Neonatal.

A descrição sobre as intervenções incluídas nos estudos citados neste trabalho auxilia na discussão desta exploração e, em busca por destacar metodologias utilizadas que tiveram êxito, com respaldo científico, aborda-se a propostas de intervenção para abaixar o nível de ruído na UTIN pesquisada, com a participação ativa da equipe multiprofissional na construção do programa de intervenção, que incluiu a análise de um conjunto de ações, muitas delas já recomendadas por outros autores, a saber:

De acordo com Johnson (2003), a apresentação de vídeo para sensibilizar a equipe para os efeitos de ruído no recém-nascido pode ser uma contribuição válida neste sentido.

Conforme Gayle e Whittman-Price (2006), uma das formas eficazes como proposta de intervenção é a conscientização da equipe sobre a necessidade de mudança de comportamento para redução de ruído.

Para Byerset *al.*, (2006), a discussão do problema e ações com a equipe e as estratégias de publicidade interna na UTIN, tais como postar pôsteres com frases alertando para o silêncio é uma alternativa válida que pode gerar bons resultados. Para a UTIN pesquisada, pode-se colocar adesivos na porta de entrada e em paredes próximos aos leitos alertando para a colaboração de todos em busca do bem-estar no hospital.

Em vista disso, sugere-se, também, a colocação de borrachas anti impacto nas gavetas, portas dos armários e nas lixeiras. Ramesh *et al.*, (2009), fizeram um estudo de avaliação de ruído e relataram como uma das propostas de intervenção a atenção aos alarmes sonoros dos equipamentos e a implantação de momentos diários de silêncio na unidade neonatal.

Diferentemente dos estudos citados, o grupo de trabalho propôs e implementou ações criativas para permitir uma maior participação de outros membros da equipe, como o concurso de frases e gerenciamento de termômetros de ruído, instalados na enfermaria da UTIN.

Merece destaque a compreensão de que há, atualmente, esforços para diminuir os níveis de ruído e cumprir as recomendações vigentes, vários programas de redução de ruído foram desenvolvidos e implementados; no entanto, observa-se a dificuldade de se conseguir criar um ambiente que efetivamente mantém os padrões exigidos atuais. Vê-se que a maioria das obras referenciadas e comparadas neste estudo se concentrou em uma combinação de programas de treinamento de funcionários e pequenas modificações estruturais, mas os resultados, de modo geral, demonstraram que esses ajustes geraram uma redução, porém, em muitos casos a redução dos níveis de ruído não foi tão significativa. Como o ruído acústico não pode ser evitado na UTIN, é importante conhecer o efeito do ruído no neonato e, neste ponto, frisa-se a relevância para a conscientização deste tema aos profissionais de saúde.

Os resultados deste estudo em relação aos níveis sonoros gerais nas UTIN apoiam e expandem os achados de pesquisas anteriores, confirmando a necessidade de um método aprimorado para a diminuição de ruídos nesses setores ou propostas de intervenções que resultem na atenuação dos níveis de ruídos.

ANÁLISE DA CORRELAÇÃO DOS DADOS OBTIDOS

De acordo com a Tabela 10, foram identificadas algumas correlações entre as variáveis investigadas.

Frisa-se que a expressão correlação não implica causalidade, ou seja, a correlação não pode ser utilizada para a relação causal entre as variáveis. O objetivo da análise de correlações é identificar a intensidade em que as variáveis se correlacionam, assim como identificar possíveis correlações espúrias, ou seja, a existência de relação estatística entre duas ou mais variáveis.



Tabela 10. Correlações entre as variáveis investigadas

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1 Profissão	1																				
2 Idade	0,123	1																			
3 Sexo	-0,050	,191*	1																		
4 Tempo	-0,052	-0,089	-0,052	1																	
5 Intensidade	-0,095	0,179	0,122	-0,125	1																
6 Profissionais Assistência	0,064	-0,094	-0,065	-0,091	0,000	1															
7 Equipamentos	-0,061	-,214*	-0,136	0,116	0,055	-,316**	1														
8 Pais Acompanhantes	-0,030	0,101	-0,054	-0,014	-0,031	0,189	-0,056	1													
9 Profissionais Higieneização	0,036	0,038	-0,006	-0,034	0,053	,258**	0,046	,332**	1												
10 Alunos Residentes	0,057	0,067	0,045	0,022	0,123	0,139	0,058	0,143	,192*	1											
11 Período	-0,030	0,042	0,053	0,051	-0,005	-,317**	0,013	0,037	-0,102	-0,044	1										
12 Irritabilidade	0,128	-0,099	-0,063	0,097	0,083	0,116	0,089	-0,169	-0,002	-0,029	-0,038	1									
13 Dor de cabeça	-,249*	-0,133	-0,102	-0,044	,276**	0,095	,217*	0,182	0,167	0,155	0,094	-0,053	1								
14 Falta de concentração	-0,019	0,036	0,049	-0,032	-0,003	0,057	-0,042	0,075	0,081	-0,021	0,127	0,163	0,075	1							
15 Ansiedade	0,086	-0,160	-0,054	-0,188	0,018	-0,081	0,171	0,068	-0,131	-0,056	-0,046	0,052	0,128	0,130	1						
16 Nervosismo o	-0,051	-0,059	-0,123	-0,109	0,016	0,026	0,041	0,044	0,035	-0,061	-0,060	,301**	0,076	0,167	,413**	1					
17 Cansaço	0,002	-0,064	-0,074	0,039	-0,009	0,047	0,086	0,059	-0,006	-0,071	-0,056	0,082	0,152	0,110	,193*	0,157	1				
18 Enjoo	-0,130	-0,034	0,064	-0,074	0,086	0,000	-0,055	,204*	0,105	,336**	-0,063	-0,042	0,122	0,070	,204*	0,183	,265**	1			
19 Palpitações	-0,109	-,227*	0,064	-0,114	-0,182	0,000	0,083	0,062	-0,064	-0,027	-0,063	0,059	0,122	0,070	,346**	0,183	0,143	,221*	1		
20 Zumbido	-0,049	-0,145	-0,009	0,104	0,035	-0,096	,203*	-0,057	0,009	0,110	-0,006	0,144	0,152	-0,171	-0,057	-0,145	-0,068	,284**	0,158	1	
21 Tontura	0,094	-0,035	-0,140	0,028	-0,054	0,057	0,072	0,094	0,140	,394**	-0,054	-0,094	0,077	0,031	,257**	0,080	0,053	,563**	,265**	,208*	1

*. A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades).

**. A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).

O sintoma de dor de cabeça apresentou significativa correlação positiva com a intensidade do som (0,276) e com os ruídos causados pelos equipamentos (0,217). Neste sentido, em um cenário amplo, ao confrontar investigações nesta linha em outros públicos-alvo, mas que corroboram com o resultado deste estudo, verifica-se na literatura, a publicação de Mariano *et al.* (2019), com o tema: "Audiometria de altas frequências em jovens usuários e não usuários de fones de ouvido", os autores colocam a relevância do tema em questão para a promoção da saúde auditiva e informam que quanto aos sintomas não auditivos, a dor de cabeça foi a principal queixa relatada pelos participantes, seguido de irritabilidade e fadiga. Outrossim, Santana *et al.* (2015), em sua publicação sobre os "hábitos de Jovens Usuários de dispositivos Eletrônicos Individuais e Sintomas advindos da exposição à Música em Forte Intensidade" evidenciaram que 44% dos entrevistados expostos a forte intensidade de ruído apresentaram sintomas referentes à cefaleia.

Logo, pode-se verificar que há vários estudos, em várias esferas, que relacionam a dor de cabeça com a intensidade do som. Ao investigar dentro do cenário hospitalar, é válido mencionar que no estudo de Nazário *et al.* (2014), que trata sobre a avaliação de ruídos em uma unidade neonatal de um hospital universitário, tem como resultado de que os profissionais da saúde demonstraram ter conhecimento que os ruídos podem interferir tanto no desenvolvimento do bebê internado, como também na sua rotina de trabalho e vida pessoal. Moraes *et al.*, (2012) que investigam a cefaleia e a saúde do profissional de enfermagem, relatam que há a correlação da enxaqueca, sendo está descrita por ser acompanhada por um conjunto de sintomas neurológicos, no entanto, há associação com ruídos elevados e desconforto com a exposição pelos profissionais de enfermagem à luz.

No estudo de Costa *et al.* (2013), que investiga o ruído no contexto hospitalar e seu impacto na saúde dos profissionais de enfermagem, verifica-se que 44,2% dos entrevistados relataram que o ambiente laboral ruidoso gera dor de cabeça e 45,63% dos entrevistados informaram ter irritação.

Vê-se, também, na correlação entre as variáveis investigadas, que o sintoma zumbido apresentou significativa correlação com os ruídos causados pelos equipamentos (0,203).

Com relação às correlações entre os sintomas, o nervosismo apresentou significativa correlação positiva com os sintomas ansiedade (0,301) e irritabilidade (0,413). Já o sintoma ansiedade se destaca e possui correlação com um conjunto de outros sintomas: nervosismo (0,413), cansaço (0,193), enjoo (0,204), palpitações (0,346) e tontura (0,27).

Na publicação Heidemann *et al.* (2011), observa-se que os ruídos no ambiente hospitalar podem levar os profissionais da saúde a altos níveis de estresse, o que pode interferir em suas atividades diárias. De acordo com Heidemann *et al.* (2011), sintomas de ansiedade estão mais presentes em profissionais que são mais expostos ao ruído intenso por tempo estendido. Ressalta-se que as variáveis de cada ambiente hospitalar são significativas e podem ser gatilhos para respostas humanas negativas. O ruído, portanto, tem repercussão direta na vida dos profissionais, trazendo consigo grandes mudanças fisiológicas que podem comprometer suas vidas, além de vicissitudes psicológicas que vêm predispor situações diretas no ambiente de trabalho.

Nesta investigação, através da aplicação de questionário em 106 profissionais de saúde permitiu identificar que a maioria dos entrevistados apresentaram um tempo de exposição ao ruído intenso ou moderado de 12 horas e todos os entrevistados afirmaram que o ruído na UTI Neonatal pode prejudicar os neonatos, assim como os próprios profissionais que trabalham na UTI Neonatal. Além disso, todos os entrevistados acham que é possível reduzir o ruído da UTI Neonatal.

Ressalta-se, portanto, que estes ruídos apresentaram duas principais fontes, os equipamentos e os profissionais de assistência médica. Este resultado abre uma oportunidade para duas linhas de ações com o objetivo de reduzir a emissão de ruídos: o investimento em equipamentos ou sistemas de redução de ruídos e um programa de educação comportamental voltado aos profissionais de saúde de atuam na UTI Neonatal.

Considerando que o sintoma de dor de cabeça apresentou significativa correlação positiva com a intensidade do som e com os ruídos causados pelos equipamentos, investimentos em equipamentos ou sistemas de redução de ruídos trariam benefícios imediatos aos profissionais de saúde.

5. CONCLUSÃO

No trabalho pode-se apontar os elevados níveis de ruídos que são expostos os recém-nascidos na UTIN, quanto aos profissionais da saúde. Compreende-se que os resultados encontrados neste estudo evidenciam que os valores de ruídos estão acima dos níveis máximos recomendados pela OMS. Embora as medidas variem de um hospital para outro, tanto na UTIN quanto na hospitalização, devido às características próprias e às atividades realizadas de acordo com a especialidade, os níveis de ruído são superiores aos recomendados, tanto para os valores diurnos quanto para os noturnos, indicando que o problema é generalizado.

Verificou-se que os valores da análise acústica são superiores à noite. Nesse sentido, algumas medidas podem ser tomadas para reduzir esses níveis de ruído na UTIN, que incluem isolamento acústico (móveis, paredes, portas), elaboração de um programa de manutenção para a prevenção, bem como a colocação do recém-nascido o mais longe possível das máquinas que ficam dentro da sala. Além disso, e de forma complementar, conforme exposto no estudo, seria conveniente aumentar a conscientização entre os profissionais da saúde sobre o barulho que eles fazem durante o trabalho.

Com os resultados das entrevistas, de uma forma geral, as ações propostas teriam como resultado uma melhoria na qualidade de saúde dos profissionais de saúde da UTI Neonatal, uma vez que a irritabilidade, as dores de cabeça e a falta de concentração foram os sintomas mais relatados pelos entrevistados. É importante destacar que estes sintomas não ocorrem de forma isolada em cada entrevistado, ou seja, cada pessoa pode possuir um ou mais sintomas. Logo, estes sintomas combinados com outros, tais como: nervosismo, cansaço, enjoo, palpitações e tontura podem gerar ansiedade e, conseqüentemente, doenças psicológicas mais graves.

Financiamento

Este trabalho foi financiado pela Universidade CEUMA (UNICEUMA) [BM-04452/17]; e Fundação de Amparo à Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA) [Processo UNIVERSAL - 00987/18].

Referências

- APARECIDA FILUS, Walderes et al. Ruído e seus impactos nos hospitais brasileiros: uma revisão de literatura. **Revista CEFAC**, v. 16, n. 1, 2014.
- BARBOSA; Ana Márcia Bezerra et al. **Consequências dos ruídos para RN e profissionais de enfermagem em uma UTI neonatal**. 2015, 35f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Enfermagem) – Faculdade Padrão, Goiânia, 2015.
- BERG, A. L., CHAVEZ, C. T., SERPANOS, Y. C. Monitoring Noise Levels in a Tertiary Neonatal Intensive Care Unit. **Contemporary Issues in Communication Science and Disorders**. vol. 37, 67- 72, 2010.
- BRANDON D.H, RYAN D.J, BARNES A.H. Effect of environmental changes on noise in the NICU. **Adv Neonatal Care**,; 8(5): S5-10, 2008.
- BRASIL, M. da S. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de ações programáticas estratégicas. **Atenção Humanizada ao recém-nascido de baixo peso: Método Canguru**. 2ª. ed. Brasília: Ministério da Saúde, p. 203, 2011.
- BUSCH-VISHNIAC I, West J.E, BARNHILL C, HUNTER T, ORELLANA D, CHIVUKULA R. Noise levels in John Hopkins Hospital. **Acoustical Society of America Journal** 118:3629- 3645, 2005.
- BYERS JF, WAUGH WR, LOWMAN LB. Sound level exposure of high-risk infants in different environmental conditions. **Neonat Network**. 25(1): 2532, 2006.
- CARDOSO, SandraMaria Schefer et al. New born physiological responses to noise in the neonatal unit. **Brazilian journal of otorhinolaryngology**, v. 81, n. 6, p. 583-588, 2015.
- CORREIA, M. E. Evaluación del ruido em la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatal. Revista CUIDARTE. **Enero-diciembre**; Vol. 2, nº 1, pp. 114-118. Universidad de Santander, Bucaramanga, Colombia, 2011.
- D'ARCADIA, Mariana Zucherato; NERI, E. R. F.; ALVES, Silvana Pereira. Estresse neonatal: os impactos do ruído e da superestimulação auditiva para o recém-nascido. **Mov**, v. 5, p. 217-22, 2012.
- DA SILVA, Jorge Luiz Lima et al. O ruído causando danos e estresse: possibilidade de atuação para a enfermagem do trabalho. **Avances em Enfermería**, v. 32, n. 1, p. 124-138, 2014.
- FILUS, Walderes Aparecida et al. Ruído e seus impactos nos hospitais brasileiros: uma revisão de literatura. **Rev. CEFAC**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 307-317, 2014.
- GALLEGOS-MARTÍNEZ, Josefina; REYES-HERNÁNDEZ Jaime; et al., Índice de ruido en la unidad neonatal. Su impacto en recién nacidos **Acta Pediatr Mex**, 2011.
- GAYLE T, WHITTMANN-PRICE R.A. Project noise buster in the NICU. How one facility lowered noise levels when caring for preterm infants. **Am J Nurs**. 106(5):64AA-5DD, 2006.
- GRECCO, Gabriela Menossi et al. Repercussões do ruído na unidade de terapia intensiva neonatal. **Acta Paulista de Enfermagem**, v. 26, n. 1, 2013.
- HEIDEMANN, Aline Maria et al. Influência do nível de ruídos na percepção do estresse em pacientes cardíacos. **Rev. bras. ter. intensiva** [online]. vol.23, n.1, 2011.
- JOHNSON AN. Adapting the Neonatal Intensive Care environment to decrease noise. **J Perinatol Neonat Nurs**. 17(4):280-8, 2003.



LEÃO, Rejane Noronha; DIAS, Fernanda Abalen Martins. Perfil Audiométrico De Indivíduos Expostos Ao Ruído Atendidos No Núcleo De Saúde Ocupacional De Um Hospital Do Município De Montes Claros, Minas Gerais. **Revista CEFAC**, v. 12, n. 2, 2010.

LIMA, Vivianne Libanio et al. **Implementação de escala para avaliação da dor em unidade neonatal**. 2016.

MARIANO, Hully Cecília; CARVALHO, Maria Tereza de Oliveira; SANTOS Amanda Fernandes dos, FERNANDES, Jéssica Bazzoni; DIAS, Fernanda Abalen Martins. Audiometria de altas frequências em jovens usuários e não usuários de fones de ouvido. **X Congresso Internacional de Fonoaudiologia**. 09 a 12 de outubro de 2019. Puc Minas, 2019.

MILBRADT W. T., OURIQUE A. C., TOCHETTO T. M., DE FRANCESCHI C. M. Eficácia de um programa para redução de ruído em unidade de terapia intensiva neonatal. **Rev. Bras. Ter Intensiva**. 23(3):327-334, 2011.

NAZARIO, Ariadne Pinheiro; Santos, Vivian Carolina Benetti Jacinto; ROSSETTO Edilaine Giovanini; SOUZA, Sarah Nancy DegauHegeto de; Amorim, Nelma Ellen Zamberlan; SCOCHI, Carmen Gracinda Silvan. Avaliação dos ruídos em uma unidade neonatal de um hospital universitário Evaluation of noise in a neonatal unit at a university hospital. **Seminário Ciências biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 36, n. 1, supl, p. 189-198, 2015.

NBR, ABNT. **10.152: Níveis de Ruído para Conforto Acústico**. Rio de Janeiro, 1987.

OLIVEIRA, Fernanda Lima de Campos et al. Nível de ruído em sala de parto. **Texto & Contexto Enfermagem**, v. 20, n. 2, 2011.

ORSI, Kelly Cristina Sbampato Calado et al. **Efeito da redução de estímulos sensoriais e ambientais no sono de recém-nascidos pré-termo hospitalizados**. Escola Enfermagem USP. São Paulo, v.49, n.4, 2015.

QUERALT, Andrea. **Emotional Experiences of Mothers of Newborns Admitted to the NICU**. Tese de Doutorado, 2016.

RAMESH A, RAO S, SANDEEP G, NAGAPOORNIMA M, SRILAKSHMI V, DOMINIC M. et al. Efficacy of a low cost protocol in reducing noise levels in the Neonatal Intensive Care Unit. **Indian J Pediatr**. 6(5):475-8, 2009.

RODRIGUES, Jéssica Barana; DE SOUZA, Dóris Silva Barbosa; WERNECK, Alexandre Lins. Identificação e avaliação da percepção dos profissionais de enfermagem em relação a dor/desconforto do recém-nascido. **Arquivos de Ciências da Saúde**, v. 23, n. 1, p. 27-31, 2016.

SANTANA, Pâmela Dayse Ferreira; MASCARENHAS, Wirgynia Nunes; BORGES, Leonardo Luiz, CAMARANO, Marília Rabelo Holanda. Hábitos de Jovens Usuários de Dispositivos Eletrônicos Individuais e Sintomas Advindos da Exposição à Música em Forte Intensidade. Revista **Vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Saúde**. **EVS – Estudos Vida e Saúde**. Capa. Vol. 42, 2015.

SILVA, Laura Johanson da et al. Nurses' adherence to the Kangaroo Care Method: support for nursing care management. **Revista latino-americana de enfermagem**, v. 23, n. 3, p. 483-490, 2015.

TAMEZ, Raquel. Enfermagem na UTI neonatal. In: **Enfermagem na UTI neonatal**. 2013.

TEIXEIRA, A., ANDRADE F. F., ÁVILA V. I. M., SOUZA M. K. C., VALE M. R., **UTI neonatal: assistência ao recém-nascido de alto risco**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013. Volume, v. 11, n. 124, 2016.

ZANATTA, Edinara; PEREIRA, Caroline Rubin Rossato. **Ela enxerga em ti o mundo: a experiência da maternidade pela primeira vez**. Tema sem Psicologia, v. 23, n. 4, p. 959-972, 2015.

CAPÍTULO 8

AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO QUÍMICOS DA ÁGUA E DO SOLO IRRIGADO DE ARROZ EM FAZENDAS DO MUNICÍPIO DE ARARI – MA

EVALUATION OF PHYSICAL CHEMICAL PARAMETERS OF WATER AND
IRRIGATED RICE SOIL IN FARMS IN THE MUNICIPALITY OF ARARI –
MA

Raphael Ferreira Rodrigues
René Cordeiro dos Santos
Yuri Nascimento Fróes
Mikaelle Luzia Silva Dutra
Neuriane Silva Lima
Dalinajara Oyama Homma
Neemias Muniz de Souza
Maycon Henrique Franzoi de Melo
Anna Regina Lanner e Moura
Fabício Brito Silva
Darlan Ferreira da Silva
Maria Raimunda Chagas Silva

Resumo

O Brasil mostrou nas últimas décadas um forte crescimento no seguimento da irrigação que se intensificou ainda mais nos últimos anos. A região Nordeste teve um aumento considerado da salinização por meio da irrigação, admitindo-se um grave problema. Arari faz parte da Mesorregião do Norte Maranhense e Microrregião da Baixada Maranhense. A agricultura é ampla fonte de economia no município, os produtos mais cultivados são o milho, feijão, mandioca, cana-de-açúcar, melancia e o arroz, sendo o irrigado a maior produção agrícola do município. O objetivo desta pesquisa foi avaliar os parâmetros físico-químicos da água e do solo irrigado e identificar os possíveis impactos gerado devido aos processos de irrigação no plantio do arroz em fazendas do município de Arari no Maranhão. Os resultados revelaram que os parâmetros analisados estavam de acordo com a legislação exceto para pH e matéria orgânica do solo. As características físicas e químicas foram de extrema importância para avaliar tanto as características do solo quanto da água.

Palavras-chave: Irrigação, Solo, Irrigado.

Abstract

In the last few decades, Brazil has shown strong growth in irrigation, which has intensified even more in recent years. The Northeast region had a considerable increase in salinization through irrigation, admitting a serious problem. Arari is part of the Mesoregion of Norte Maranhense and Microregion of Baixada Maranhense. Agriculture is a large source of savings in the municipality, the most cultivated products are corn, beans, manioc, sugar cane, watermelon, and rice, with irrigation being the largest agricultural production in the municipality. The objective is to evaluate the physical chemical parameters of the water and the irrigated soil and to identify the possible impacts generated by the irrigation processes in the rice plantation on farms in the municipality of Arari in Maranhão. The results showed that the parameters analyzed were in accordance with the legislation except for pH and soil organic matter. Physical and chemical characteristics were extremely important to assess both soil and water characteristics.

Key-words: Salinization, Soil, Irrigation.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil mostrou nas últimas décadas forte crescimento no seguimento da irrigação que se intensificou ainda mais nos últimos anos. Em nosso país, a prática teve maior intensidade de expansão com o apoio de políticas públicas, a partir das décadas de 1970 e 1980. Atualmente está entre os dez países com maior área equipada para irrigação com cerca de 6,95 milhões de hectares, pesquisas apontam que em 2030 haverá um aumento de 45% da área chegando a 10,09 milhões de hectares. A agricultura irrigada é que mais consome água no Brasil, demanda de água em grande quantidade e boa qualidade, responsável por 46% das retiradas nos corpos hídricos e por 67% do consumo de água (ANA, 2015).

Arari faz parte da Mesorregião do Norte Maranhense e Microrregião da Baixada Maranhense. O regime pluviométrico na região define apenas duas estações, sendo conhecida como período seco e chuvoso. A agricultura é ampla fonte de economia no município, os produtos mais cultivados são o arroz, o milho, o feijão, a mandioca, a cana-de-açúcar e a melancia e o arroz, sendo o irrigado a maior produção agrícola do município (GASPAR et al., 2005).

O Maranhão é um dos estados do nordeste brasileiro que apresenta grande potencial hídrico de água doce, formado por bacias hidrográficas, lacustres e águas subterrâneas que chegam a ocupar uma área territorial de 325.650 km², apresentando genuinamente nove bacias hidrográficas, com rios caracterizados pela grande extensão e volume de água (BRASIL, 2013; CODEVASF, 2017).

A técnica de irrigação é usada fundamentalmente para corrigir a distribuição natural da água das chuvas, visando alcançar uma produção em larga escala, contudo é imprescindível conhecer a eficácia do sistema de irrigação adotado para que se estime as perdas que ocorrem entre o volume de água captado e o volume de água utilizado pela planta. De grande importância para o setor agrícola das regiões áridas, com foco no Nordeste e Centro-Sul do Brasil onde as precipitações naturais não são suficientes para o desenvolvimento das culturas, onde ocorre com mais frequência nas regiões áridas e semiáridas (LIMA; FERREIRA; CHRISTOFIDIS, 2014).

Porém com a utilização de técnicas inadequadas de irrigação trazem consequências gerando impactos ambientais, como erosão, salinização do solo, desertificação, desperdício de água e energia, doenças nas plantações, nível dos rios mais baixos e lixiviação de nutrientes do solo (OLIVEIRA; SOUZA, 2014).

O uso e o manejo inadequado dos solos são apontados como as principais causas de impactos no solo, o plantio agrícola acaba sujeitando os solos aos fatores de erosão, quando a cultura é irrigada a salinização do solo acaba sendo o principal agente no processo de desertificação. A salinidade é o acúmulo de sais minerais no solo, interferindo diretamente no desenvolvimento das plantas, para agricultura níveis de salinidade anormais podem prejudicar de maneira expressiva economicamente. Os sais presentes na água de irrigação podem se acumular na superfície do solo, excedendo a capacidade natural das argilas em adsorver os sais, através da capacidade de troca catiônicas resultando na redução da

drenagem natural dos solos (MANZATTO; JUNIOR; PERES, 2002).

Os solos hidromórficos vêm sendo utilizados por atividades como a pecuária extensiva e a rizicultura intensiva (ou a combinação delas) que provocam alterações em seus atributos físicos e químicos. O uso desses solos para produção rizícola resulta da sua principal característica (drenagem natural deficiente) que é resultante do relevo predominantemente plano, frequentemente associado à uma camada subsuperficial impermeável que dificulta sua utilização com agricultura diversificada e favorece o desenvolvimento da cultura do arroz irrigado por alagamento, graças à adaptação da cultura a essas condições ambientais (SILVA; RANNO, 2005; FARIAS et al., 2020).

A região Nordeste admite-se que o aumento da salinização por irrigação seja um problema grave, porém não se sabe ao certo a extensão desse problema devido à falta de informação, dados mostram que 50% da área irrigada no Nordeste estariam afetadas por sais (SAMPAIO; ARAÚJO; SAMPAIO, 2005).

Este estudo tem como objetivo avaliar os parâmetros físico-químicos da água e solo de irrigação em áreas de cultivo de arroz e identificar os possíveis impactos gerado devido aos processos de irrigação.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo e coleta

Arari é uma cidade que está localizada no estado do Maranhão a pouco mais de 168km da capital São Luís. Vizinha dos municípios de Vitória do Mearim, Cajari e Miranda do Norte. Situa-se a 9 km ao Norte-Leste de Vitória do Mearim a maior cidade nos arredores. O número da população chega a 28.488, com a densidade demográfica de 25,9 habitantes por km² (IBGE, 2017).

A amostragem do estudo foi coletado em seis pontos, na totalização de doze amostras sendo seis para (água e solo) no mês de abril de 2019. As amostras de água foram coletadas dos canais usados para irrigação do arroz e a do solo ao longo da área de cultivo. Na figura 1 está apresentado o mapa dos pontos de coleta.

As coletas das amostras foram demarcadas pelas coordenadas geográficas dos pontos de amostragem das áreas de cultivo. Utilizando o GPS Garmin marca Striker4®. As amostras de solo denominadas por (P1, P2, P3, P4, P5 e P6), onde os pontos (P1), 3°29'36.2"S e 44°48'14.8"W (P2), 3°29'22.9"S e 44°49'12.4"W (P3), 3°28'23.7"S e 44°46'00.8"W (P4), 3°28'23.7"S e 44°46'00.8"W (P5), 3°28'23.4"S e 44°46'00.3"W (P6), 3°27'57.2"S e 44°47'32.4"W com coordenadas obtidas no período chuvoso do mês de abril.

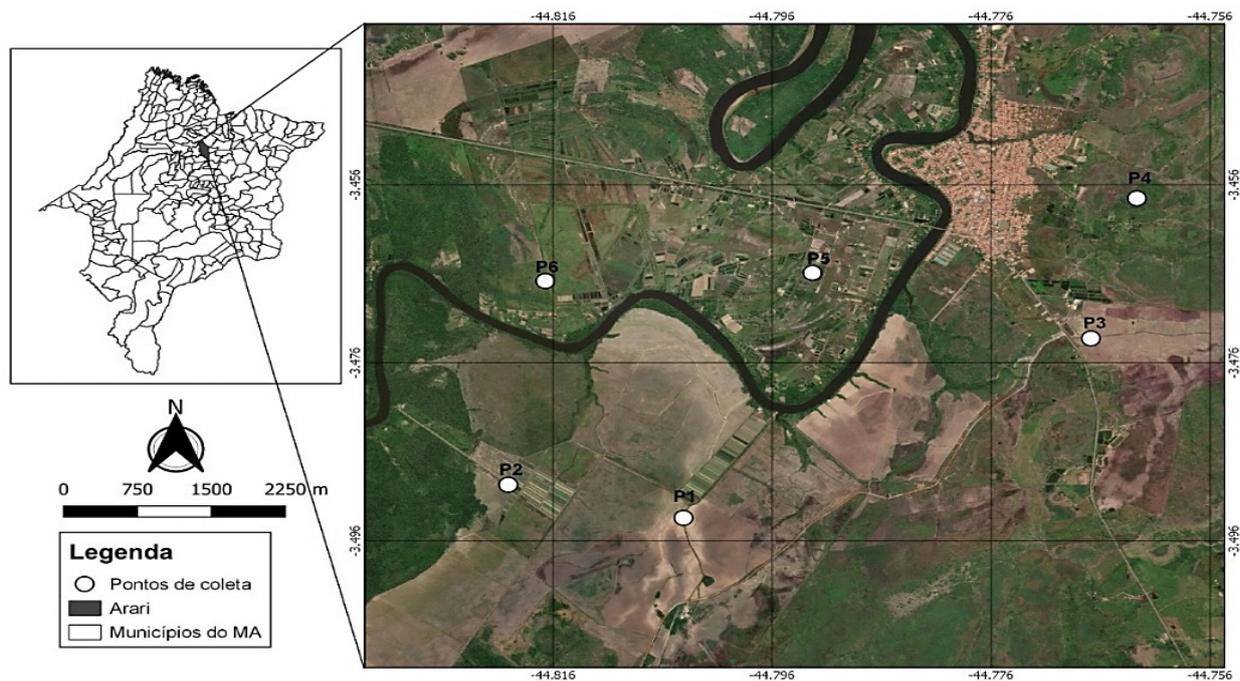


Figura 1 – Mapa da área dos pontos coletados
Fonte: Autores, (2020).

2.2. Coleta e análise de água

As amostras foram coletadas nos seis pontos representativos ao longo da área de cultivo, em período chuvoso no mês de abril de 2019. As amostras foram coletadas em frascos de polietileno, onde se separou alíquotas para determinação dos parâmetros, como: Potencial Hidrogeniônico (pH); Sólidos Totais Dissolvidos (TDS); Turbidez (TUN); Salinidade, Condutividade Elétrica (CE); Nitrato (NO_3) e Nitrito (NO_2) e Fósforo Total (PT). Todos os frascos foram armazenados na geladeira até que todas as análises levadas para o laboratório de ciência ambiental- LACAM - da Universidade Ceuma. As análises foram realizadas nos equipamentos multissensorial -HORIBA. As análises dos nutrientes de (nitrato, nitrito e fósforo total) foram realizados através do equipamento espectrofotométrico, determinando os seus parâmetros pelo método (APHA, 2012).

2.3. Coleta e análise de solo

As amostras de solo foram coletadas com um trado de inox, introduzido até 15 cm de profundidade. Foram coletados 6 pontos em uma profundidade de 15cm, após a coleta, a amostra foi colocada em um saco plástico separadamente e armazenada em uma caixa de isopor, depois e levada ao laboratório LACAM na Universidade Ceuma para análise. foram analisadas as caracterização físico-química: análise da matéria orgânica, carbono orgânico, granulometria, determinação do pH, concentrações dos nutrientes (nitrato e nitrito,

fósforo total) pelo método (EMBRAPA, 2017).

Para granulometria foi utilizado o método de pipetagem que nos permite determinar a classificação textura das amostras. O procedimento iniciou-se com a secagem de 50 gramas da amostra por 24 horas em estufa a 70°. Após esse tempo adicionou-se 0,67 gramas do defloculante oxalato de sódio ($C_2Na_2O_4$), aguardou-se 24 horas para passar as amostras na peneira de 0,062 mm, e acrescentou-se água até completar 1000 mL de solução na proveta. Após o prazo de mais 24 horas iniciou-se a pipetagem de 20 mL da solução de cada amostra em quatro tempos diferentes; os tempos utilizados após a hora inicial foram: 3 minutos e 52 segundos; 14 minutos; e, 1 hora e 4 horas.

A determinação do teor de matéria orgânica nas amostras de solo foi realizada através do método da calcinação com utilização da mufla. Inicialmente foi anotado o peso dos cadinhos de porcelana sem material e depois foram adicionados 4 gramas de amostra de solo em cada um deles, após esse procedimento os cadinhos foram levados para a mufla a 600° por duas horas, após isso foram pesados novamente e os novos pesos foram anotados para a realização dos cálculos de matéria orgânica. Para determinação do carbono orgânico o método é semelhante mudando apenas de 600° para 500° e de duas horas para três horas.

Para o procedimento de determinação do pH do solo em cloreto de cálcio ($CaCl_2$), pesou-se 10 gramas de cada amostra de solo e em seguida, foram adicionados 50 mL de $CaCl_2$ 0,01 mol L⁻¹, anotou-se os valores de pH no tempo inicial, após isso as amostras permaneceram em repouso por 1 hora e após esse intervalo foi feita uma nova medida. Foram feitas ainda para as amostras, análises de pH em intervalos de 15, 30, 45 minutos e 1 hora, das quais utilizou-se a média para fins de comparação. A determinação dos demais nutrientes (nitrato, nitrito, fósforo total, cálcio e magnésio) foram realizadas de acordo com os métodos descritos no manual da EMBRAPA (EMBRAPA, 2017).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos parâmetros físico-químicas e caracterizações da água e solo foram analisados em seis pontos de coleta no Mês de abril de 2019, encontram-se na (Tabela 1 e 2).

Parâmetros	CONAMA 357/05	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Média DP
pH	6 a 9	5,7	6,3	6,5	6,3	6,2	6,1	6,2±0,25
Turb(UNT)	≤100UNIT	32,73	6,6	7,8	17,41	7,91	7,22	13,28±9,45
Ce (1 μS/cm)	1-100 μS/ cm	83,4	30,8	112,2	123,8	55,1	99,6	81,06±32,39
TDS (mg/L)	1000 mg/L	44,1	15,4	53,6	61,3	27,2	49,9	40,32±15,83
Salinidade %	0,5%	0,05	1,57	0,06	0,07	0,03	0,05	0,36±0,57
Nitrato(mg/L)	10 mg/L	2,80	1,20	1,10	8,90	1,10	1,50	3,02±2,81
Nitrito(mg/L)	≤1,0 mg/L	0,08	0,76	0,91	0,54	0,98	0,82	0,65±0,30
Fosforo Total (mg/L)	1,0 mg/L	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,2	0,14±0,08
Ca (mg L ⁻¹)	40 a 170	10	15	40	20	50	20	27±14,27
Mg (mg L ⁻¹)	40 a 170	85	105	115	65	80	45	90±23,58

Tabela 1: Determinação dos Parâmetros Físico-Químicos da água de irrigação da cultura de arroz, do Rio Mearim, localizada em Arari no mês de abril de 2019.

Fonte: Autores, (2020).

Foram observados os valores que variam de P1 a P6, em relação ao pH apresentou um limite padrão nos seis pontos analisados, onde os valores variaram entre os pontos 5,7 a 6,5 dentro dos valores estabelecidos pela CONAMA 357/05. Em um estudo realizado por Diel et al. (2007), onde foram avaliados os nutrientes na água para irrigação de arroz no estado do Rio Grande do Sul no Brasil os valores foram similares. O pH que pode ser explicada pelo aumento de íons quando o nível da água é diminuído, sendo geralmente ocasionada por causas naturais ou ações antrópicas, o que ocorreu também em um estudo realizado por (BELLUTA et al., 2016).

Levando em consideração a relação TDS e condutividade elétrica pode dizer que os parâmetros analisados apenas o TDS estava dentro da faixa recomendada. Nos pontos (P3 e P4) foram os que apresentaram maiores valores tanto para condutividade quanto para o TDS de 53,6 e 61,3 mg/L e Ce 112,1 μS/cm e 123,8 mg/L respectivamente e os demais pontos menores e se encontra dentro da resolução. O que nos leva a pensar que esses valores de condutividade e TDS foram coletados nas proximidades da área irrigação de arroz tendo uma influência nestes parâmetros. Ocorreu semelhante com um estudo realizado por Cabral et al. (2015), onde foram avaliadas as características físicas e químicas das águas do rio Doce no estado de Goiás.

Em relação à turbidez da água apresentou os valores com variação entre (P1) 32,73 UNT e (P6) 7,22 UNT. De acordo com a CONAMA 357/05, os valores estabelecidos para a

turbidez não ultrapassem de 100 UNT, na análise realizada nenhum ponto ultrapassou do limite recomendado. Em um estudo feito por Bezerra et al. (2017) observou-se a variação de turbidez do Rio Santa Maria da Vitória, e os resultados foram similares, ressaltando que a turbidez é afetada diretamente pelo período chuvoso. Segundo Cavalcante et al. (2020) a turbidez na água é causada pela matéria orgânica e inorgânica em suspensão, no qual esse parâmetro é uma medida bastante utilizada para avaliar a capacidade da água em onde podemos dizer que a turbidez é a cor aparente da água e valores 32,73 a 43,63 UNT estes são semelhantes ao Rio Corda.

Os resultados dos valores para fósforo estão dentro do permitido justamente por ser o ponto onde há a presença. Os valores variaram entre (P3) 0,2mg/L. todos os pontos apresentaram valores de fósforo dentro do recomendado pela legislação, sendo 0,10 mg/L o valor máximo permitido pela Resolução CONAMA 375/05. O mesmo ocorreu na pesquisa de Gois et al., 2017 que avaliou a qualidade da água no Rio dos Índios.

O nitrogênio está presente na água em diferentes formas, como por exemplo, o nitrito e nitrato. No período da coleta, foram avaliados o nitrito, os valores variaram de (P1) 0,08mg/L para (P6) 0,82mg/L. O nitrito encontra-se dentro do permitido do CONAMA 375/05, sendo o valor máximo permitido é de 1,0 mg/L. No ponto P5 foi apresentado um índice bem elevado de nitrito igual a um estudo feito por Lima et al. (2015) que avaliou a quantidade de nitrito do Rio Cuiabá, onde foram encontrados altos índices de nitrito por ser uma região com intensa atividade agrícola.

O nitrato é indicador de potabilidade da água, sendo 10 mg/L o valor máximo permitido pela Resolução CONAMA 375/05. Em alguns pontos não foram encontrados valores de nitrato sendo eles (P1) 2,80mg/L e (P6) 1,50mg/L. Já nos pontos (P4) 8,90 somente eles tiveram ocorrência de nitrato. Observou-se que nenhum ponto ultrapassou do limite recomendado de 10mg/L, onde o mesmo ocorreu em um estudo feito por Sassoma et al. (2015) onde avaliou as características físico-químicas do Rio Catumbela.

O nitrato é encontrado em pequenas quantidades, em águas superficiais e em níveis elevados em águas subterrâneas, sendo a principal forma de nitrogênio encontrada nas águas e, quando em elevadas concentrações, pode indicar um processo de eutrofização, já que é uma das principais fontes de nitrogênio para os produtores primários (SILVA et al., 2016)

De acordo com Freitas (2016) águas que possuem altos índices de salinidade, são inviabilizadas para o consumo humano, na qual a CONAMA 357/05 estabelece que os valores de salinidade sejam ultrapassem 0,5%. Para os dados da salinidade houve uma variação significativa entre o P1 e P6 os resultados durante o período analisado os valores formam uma variação entre (P1) 0,05% e (P5) 0,03%, em dois pontos ultrapassaram o limite, sendo o ponto P2 com 1,57%. Segundo Coimbra et al., (2016) demonstrou a influência da sazonalidade e a diluição da água salgada no Rio Maracaípe-PE, apresentando altos valores de salinidade para os pontos de coleta estando dentro do permitido.

Parâmetros	EMBRAPA 2017	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Média DP
pH	6 a 8	4,5	4,5	4,6	4,6	4,7	6,6	4,58±0,77
NO ₂ ⁻ (mgL ⁻¹)	1,0 mg/L	0,98	0,85	0,78	0,11	0,26	0,55	0,60±0,32
NO ₃ ⁻ (mgL ⁻¹)	10 mg/L	7,1	2,2	4,8	0,9	0,1	18,2	3,02±6,21
PT (mg L ⁻¹)	1,0 mg/L	2,8	1,4	0,4	1,1	1,5	2,0	1,44±0,74
Mg (mg L ⁻¹)	≥30mg/L	55	35	45	25	60	40	44±11,79
Ca (mg L ⁻¹)	≥30mg/L	20	140	60	10	50	40	56±42,31
CO (%)		0,23	0,21	0,16	0,34	0,11	0,34	0,21±0,09
MO (%)		10,89	6,51	4,58	15,65	4,46	9,43	8,42±3,94
Areia (%)		54,96	55,94	62,34	66,6	56,1	55,48	59,19±4,37
Silte (%)		19,81	22,82	17,02	7,43	34,37	38,98	20,29±10,65
Argila (%)		25,23	21,24	20,64	25,97	9,53	5,54	20,52±7,81

Tabela 2: Caracterização do solo, granulométrica, matéria orgânica, carbono orgânico e nutrientes no mês de abril de 2019.

Fonte: Autores, (2020).

De acordo com os resultados observados, houve variações significativa de pH com os valores de 4,5 a 6,6. De P1 a P5 os valores encontrados não estão de acordo com o recomendado, podendo ocorrer efeitos prejudiciais da toxidez por ferro ao arroz irrigado pela (EMBRAPA, 2017). Esses valores sofrem influência direta do rio Mearim devido os níveis altos de salinidade que ele apresenta. As variáveis nitrogenadas (nitrito e nitrato e fosforo total) variam entre (0,11mg/L a 0,98mg/L) e nitrato foram (0,1mg/L a 18,2mg/L) e fosforo total, foram entre (1,1mg/L a 2,8mg/L). Essas realidades são referentes ao tipo de solo da região e da biota do rio, observando os dados da dureza do solo para o cálcio e magnésio suas variações Mg⁺² (25mg/L a 60mg/L) e Ca⁺² (10 mg/L a 140mg/L). Os valores encontrados estão dentro do permitido pela (EMBRAPA,2017).

Pela análise dos resultados de granulométricas do solo, foram distintas nos períodos avaliado, as maiores porcentagens de areia variam entre (54,96 a 69,08 %) e silte (7,43 a 38,98 %) e argila (5,54 a 25,97 %) foram encontradas essas porcentagens, observa-se que a maiorias dos pontos de plantio é caracterizado como areia média a fina siltosa a argiloso, predominando a areia. Já as maiores porcentagens da matéria orgânica do solo variaram de (4,46% a 15,65 %) somente os (P1 e P4) estão acima de 10 % se caracteriza orgânica, constata-se uma intervenção antrópica e aos pontos abaixo de 10%, são considerados solos de minerais de predominância de sílicas e argila com compostos de adubação da região. Dessa mesma forma se observa os valores de porcentagem de carbono orgânico associando com a matéria orgânica variando de (0,11 a 0,34%) respectivamente. Foi observado na área estudada que na superfície do solo, os teores de carbono orgânico (CO) não mostraram valores significantemente elevados.

Altos teores de matéria orgânica no solo são características da entrada de efluentes domésticos, assim como, de origem natural. Considerando-se que a área estudada se localizada longe de povoados e o solo é usado somente para agricultura esses números podem ser resultado do excesso de adubação.

As características mineralógicas e químicas dos solos hidromórficos são em grande

parte, ditadas pela natureza do material de origem e do regime de inundações periódicas, conferindo aos solos características diferenciadas, como alta saturação por sódio e, em alguns casos, por alumínio, textura variável em decorrência do tipo de sedimento depositado e riqueza em argilas expansivas (CORINGA et al., 2012; FARIAS et al., 2020)

4. CONCLUSÃO

Os parâmetros físicos e químicos (pH, salinidade, turbidez, condutividade elétrica, temperatura e Sólidos Totais Dissolvidos), os teores mantiveram-se dentro dos limites máximos permitidos pela Resolução CONAMA 357/05, exceto os níveis de nitrito e nitrato, o que representa um risco à saúde humana e a vida aquática.

Observou que resultados obtidos estão quase todos conforme é descrito na legislação exceto potencial hidrogeniônico (pH) do solo que apresentou valores muito abaixo do recomendado assim não se apresentaram como limitantes ao bom desenvolvimento dos cultivos.

Foi nítida a classificação do solo como sendo areiamédia à fina à siltosa à argilosa, porque podem influenciar as condições ambientais, a fração de areia predominou em todos os pontos analisados, onde esta região estudada é pobre de fração de argila e a silte. Entretanto pode-se encontrar a matéria orgânica, nos pontos (P1 e P4) mostraram valores acima do descrito na normal. Todavia para matéria orgânica, pode-se considerar que o solo está vulnerável a lixiviação dos contaminantes, o que significa prejuízos para o cultivo de arroz.

A partir destes dados, é perceptível a necessidade de políticas públicas que viabilizem a conservação dos recursos hídricos da região, uma vez que é notória a influência da atividade humana sobre a qualidade da água do rio Mearim.

Referências

- ANA. Agência Nacional de Águas. **ATLAS IRRIGAÇÃO**: Uso da Água na Agricultura Irrigada. 2015. Disponível em: <http://atlasirrigacao.ana.gov.br/>. Acesso em: 7 out. 2020.
- APHA. 2012, Standard Methods for the examination of water and waste. 25.ed. New York, **McGraw-HILL**, p. 720p.
- BELLUTA, Ivalde et al. Qualidade da Água, Carga Orgânica e de Nutrientes na Foz do Córrego da Cascata: Contribuição da Sub-Bacia para a Represa de Barra Bonita, Rio Tietê (SP) (WaterQuality, OrganicLoadingandNutrientLoading in theMouthof Cascata Brook: The Subbasin). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 1, p. 305-318, 2016.
- BEZERRA, Ricardo Ariel Rangel et al. Estudo de variação de turbidez do Rio Santa Maria da Vitória, entre os municípios de Santa Maria do Jetibá e Santa Leopoldina estado do Espírito Santo. **ANAIS SIMPAC**, v. 7, n. 1, 2017.
- BRASIL. Resolução CONAMA n.º 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. **Diário Oficial da República federativa do Brasil**, Brasília, Seção 1, p. 58-63. 2005.
- CABRAL, João Batista Pereira et al. **Avaliação sazonal e monitoramento das águas do Rio Doce–GO**. 2015.
- CAVALCANTI, K.G.S.; SILVA, D.F.; Lima, N. S.; MENDONÇA, R.C. ; NUNES NETO, W. R.; SILVA, M.R.C. Quantitative vulnerability assessment of Corda river water basin: impacts of seasonality on water quality in the State of Maranhão. **Ci. e Nat.**, Santa Maria, v. 42, e2, p. 1-15, 2020.
- CODEVASF- **Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba**. Disponível em: <http://www.codevasf.gov.br/>. Acessado em: 25/09/2017.
- COIMBRA, Camila Dias et al. Determinação da concentração de metais traço em sedimentos do estuário do rio Maracaípe–PE/BRASIL. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 19, n. 2, p. 58-75, 2016.
- CORINGA, E. de A. O.; COUTO, E. G.; PEREZ, X. L. O.; TORRADO, P. V. Atributos de solos hidromórficos no Pantanal Norte Matogrossense. *Acta Amazônica*, v. 42, n.1, p. 19 -28, 2012.
- COSTA, Darleila Damasceno; KEMPKA, Anielia Pinto; SKORONSKI, Everton. A contaminação de mananciais de abastecimento pelo nitrato: o panorama do problema no Brasil, suas consequências e as soluções potenciais. The contamination offreshwaterbynitrate: the background of theproblem in Brazil, theconsequence-sandth. **Revista Eletrônica do PRODEMA**, v. 10, n. 2, 2017.
- DA CONCEIÇÃO, Fabiano Tomazini; BONOTTO, Daniel Marcos. Relações hidroquímicas aplicadas na avaliação da qualidade da água e diagnóstico ambiental na bacia do Rio Corumbataí (SP). **Geochimica brasiliensis**, v. 16, n. 1, p. 1, 2017.
- EMBRAPA, VIEIRA, ROSANA, **Ciclo do Nitrogênio em Sistemas Agrícolas**, EMBRAPA, 2017.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro,RJ). **Manual de métodos de análise de solo** / Centro Nacional de Pesquisa de Solos. – 3. ed. rev. atual. – Rio de Janeiro, 2017.
- FARIAS FILHO, M. S., et. al. Caracterização e classificação de Solos Hidromórficos sobre os Aluviões Fluvio-marinhos no Município de Arari –MA. **R. Ra’e Ga** DOI: 10.5380/raegaCuritiba, v.47, n.1, p. 85-98, Jul/2020.
- FREITAS, Marcos Alexandre de. Hidrogeoquímica e isotopia de águas com alta salinidade do Sistema Aquífero Serra Geral na região do Alto Rio Uruguai, Brasil. 2016.
- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades 2017**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/arari/panorama>. Acessado em: 13/03/2022.
- GASPAR, S. M. F. S. et al. AVALIAÇÃO DE RISCO DE PESTICIDAS APLICADOS NO PROGRAMA DE CONTROLE AMBIENTAL DO RIO MEARIM. **Pesticidas: r.ecotoxicol. e meio ambiente**, v. 15, p. 43–54, 2005.
- GOIS, Fernanda Amaral et al. Análise da qualidade da água quanto ao despejo industrial têxtil no Rio dos Índios. **Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 9, n. 5, 2017.
- LIMA, C. R. N. et al. Variabilidade espacial da qualidade de água em escala de bacias-Rio Cuiabá e São Lourenço, Mato Grosso. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v, 20, n. 1, p. 169-178, 2015.
- LIMA, Jorge Enoch Furquim Werneck; FERREIRA, Raquel Scalia Alves; CHRISTOFIDIS, Demetrios. **O uso da irrigação no Brasil**, 2014.
- OLIVEIRA, Lua Morena Leoncio de; SOUZA, Regina Celeste de Almeida. **Impactos socioambientais da irrigação no submédio São Francisco, municípios de Juazeiro e Petrolina**. XIII SEPA - Seminário Estudantil de Produção Acadêmica, UNIFACS, 2014.
- SASSOMA, Isaac TchikundamaLiyale et al. Avaliação temporal e especial de características físico-químicas em águas superficiais do rio Catumbela, Angola. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada-RBAI**, v. 9, n. 3, p. 113-126, 2015.
- SILVA, M R.C Avaliação dos Parâmetros Físicos - Químicos e Bacteriológicos da água do médio curso do Rio Mearim No Município de Bacabal – MA. **Relatório de pesquisa, financiado pela FAPEMA**, São Luís-MA. 2016. pg.20.

CAPÍTULO 9

MICROORGANISMOS DE MANGUEZAL UTILIZADOS PARA CONTROLE BIOLÓGICO DE ORGANISMOS FITOPATOGÊNICOS

MANGROVE MICROORGANISMS USED FOR BIOLOGICAL CONTROL OF
PHYTOPATOGENIC ORGANISMS

Érima J. M. Castro

Carlos Drielson da Silva Pereira

Leo Ruben Lopes Dias

Fillipi Pinheiro Pereira

Felicia Maria Melo Aragão

Wallison de Souza Câmara

Maria Raimunda Chagas Silva

Fabricio Brito Silva

Paulo Cesar Mendes Villis

Rita de Cássia Mendonça de Miranda

Resumo

A natureza se destaca como fonte para muitas pesquisas, visto que, é um recurso excepcional para descobertas de novos compostos biologicamente ativos, resultantes da diversidade química existente nos seres vivos. O manguezal é um ecossistema rico, porém muito limitante para o crescimento microbiano. Microrganismos desse habitat possuem habilidades de sobrevivência interessantes para biotecnologia. Visando a busca por compostos bioativos com propriedades antibióticas. Estima-se que existam aproximadamente 18,1 milhões de hectares de manguezal no mundo. No Brasil, encontra-se uma das maiores extensões contínuas de mangue que se estende desde o Cabo Orange no Amapá, até a foz do rio Araranguá, em Santa Catarina. A biomassa microbiana encontrada em sedimentos de manguezal apresenta um grande potencial biotecnológico com alta aplicabilidade em áreas diversas, pois manifestam atividades antimicrobianas, antioxidante e outros princípios ativos com propriedades inibitórias frente a patógenos agrícolas e clínicos. O interesse industrial pela diversidade bioquímica dos microrganismos é crescente e impulsionado pela produção de insumos de valor econômico através da bioprospecção que possibilita identificar, avaliar, bem como explorar sistematicamente a diversidade microbiana objetivando recursos genéticos para fins comerciais. As substâncias produzidas pelos microrganismos possuem papel fundamental no sucesso de seu desenvolvimento e sua interação com o meio, podendo estar associadas ou não ao crescimento microbiano. São bases essenciais para o desenvolvimento de novos antimicrobianos, pois muitas pesquisas atestam a capacidade dos microrganismos inibirem o crescimento de outros organismos através de substâncias bioativas produzidas. Neste sentido este capítulo objetiva a discussão da importância da bioprospecção de microrganismos de manguezal.

Palavras chave: Metabólitos, biotecnologia, compostos ativos.

Abstract

Nature stands out as a source for many researches, since it is an exceptional resource for the discovery of new biologically active compounds, resulting from the chemical diversity existing in living beings. The mangrove is a rich ecosystem, but very limiting for microbial growth. Microorganisms from this habitat have interesting survival skills for biotechnology. Aiming at the search for bioactive compounds with antibiotic properties. It is estimated that there are approximately 18.1 million hectares of mangroves in the world. In Brazil, there is one of the largest continuous extensions of mangrove that extends from Cabo Orange in Amapá, to the mouth of the Araranguá River, in Santa Catarina. The microbial biomass found in mangrove sediments has great biotechnological potential with high applicability in different areas, as they show antimicrobial, antioxidant and other active principles with inhibitory properties against agricultural and clinical pathogens. The industrial interest in the biochemical diversity of microorganisms is growing and driven by the production of inputs of economic value through bioprospecting that makes it possible to identify, evaluate, as well as systematically explore microbial diversity aiming at genetic resources for commercial purposes. Substances produced by microorganisms play a fundamental role in the success of their development and their interaction with the environment, and may or may not be associated with microbial growth. They are essential bases for the development of new antimicrobials, as many studies attest to the ability of microorganisms to inhibit the growth of other organisms through bioactive substances produced. In this sense, this chapter aims to discuss the importance of bioprospecting for mangrove microorganisms.

Key-words: Metabolites, biotechnology, active compounds



1. INTRODUÇÃO

A natureza se destaca como fonte para muitas pesquisas, visto que, é um recurso excepcional para descobertas de novos compostos biologicamente ativos, resultantes da diversidade química existente nos seres vivos, que por sua vez, asseguram as interações entre si e o ambiente ao qual estão inseridos e, por conseguinte, a diversidade biológica (BUTLER et al., 2014).

Os manguezais são ecossistemas típicos de zonas tropicais e subtropicais que abrangem uma extensão de transição entre os ambientes terrestre e marinho, submetida à dinâmica de marés (COSTA et al., 2018). São ambientes ricos, porém limitantes para o crescimento microbiano devido à sua dinâmica de transição, o que os tornam ambientes promissores para bioprospecção de microrganismos, pois para se adaptar, desenvolvem habilidades de sobrevivência interessante no contexto biotecnológico (THATOI et al., 2013).

A biomassa microbiana encontrada em solos de manguezal apresenta um grande potencial biotecnológico com alta aplicabilidade em áreas diversas, pois manifestam atividades antimicrobianas, antioxidante e outros princípios ativos com propriedades inibitórias de patógenos agrícolas e clínicos (KRAUSS et al., 2014). As comunidades microbianas presentes no solo desempenham papel de grande importância no processo de ciclagem de nutrientes e na degradação de matéria orgânica. Transformações de biomoléculas e liberação de compostos fruto do metabolismo microbiano podem ocorrer oriundas a esses processos (LOURENÇO, 2017).

O interesse industrial pela diversidade bioquímica dos microrganismos é crescente e impulsionado pela produção de insumos de valor econômico através da bioprospecção que possibilita identificar, avaliar, bem como explorar sistematicamente a diversidade microbiana objetivando recursos genéticos para fins comerciais (COSTA et al., 2018). Substâncias produzidas pelos microrganismos possuem papel fundamental no sucesso de seu desenvolvimento e sua interação com o meio. Podem estar associadas ou não ao crescimento microbiano. São bases essenciais para o desenvolvimento de novos antimicrobianos, pois muitas pesquisas atestam a capacidade de os microrganismos inibirem o crescimento de outros organismos através de substâncias bioativas produzidas (SILVA, 2016; DIAS, et al., 2017).

Doenças de plantas provocam grandes perdas nas lavouras que mantêm aquecida a economia agrícola. O controle de fitopatologias é uma estratégia que pode ser executada por diferentes formas, dentre as quais encontra-se o controle biológico que consiste na regulação de determinada população considerada como praga por agentes biológicos de mortalidade, denominados também inimigos naturais (MEDEIROS; SILVA; PASCHOLATI, 2018).

Segundo Esteves (2018), partindo da perspectiva econômica, é observável que o uso indiscriminado de agroquímicos gera altos custos, o que suscita a necessidade de pesquisa e desenvolvimento de sistemas de controle biológico em escala industrial.

Em se tratando da seleção de bactérias e fungos como agentes de controle biológico, há de se considerar além da seletividade do meio de cultivo, a atividade biológica do caldo fermentado ou de metabólitos isolados frente a larvas de insetos e linhagens de fungos fitopatogênicos (SANTOS, 2018).

Tendo em vista a necessidade de busca por compostos bioativos e microrganismos que combatam fitopatógenos e se apresentem como antibióticos promissores, este capítulo tem como objetivo abordar a bioprospecção de microrganismos isolados de Ecossistema Manguezal, capazes de produzir e secretar metabólitos secundários com poder de inibição frente a patógenos agrícolas.

1.1 Diversidade Microbiana

Apesar dos crescentes avanços científicos, a os ecossistemas naturais continuam sendo uma base essencial para grandes descobertas. O solo, como sistema abiótico, nos oferece diversos recursos quando se trata de microbiologia. Dentre suas atribuições, os microrganismos presentes no solo têm grande importância no processo de ciclagem de nutrientes e na degradação de matéria orgânica (LOURENÇO, 2017).

A diversidade bioquímica dos microrganismos continua despertando o interesse industrial para exploração destes, tendo em vista a descoberta de novos processos e obtenção de insumos de valor comercial dentre os quais se destacam os compostos bioativos (COSTA et al., 2018). A magnitude dessa grande variedade bioquímica dos organismos macro e microscópicos sustenta a biodiversidade das comunidades microbianas nos ecossistemas (CASTRO et al., 2018).

Dentre os biosistemas, o manguezal destaca-se como um ecossistema rico, porém muito limitante para o crescimento microbiano, por ser um bioma de transição delimitando a diversidade microbiana, bem como também da fauna e flora. Portanto, os microrganismos que estão presentes nesse habitat são dotados de habilidades de sobrevivência interessantes no contexto biotecnológico, sendo potenciais produtores de enzimas de interesse industrial e novos metabólitos secundários (BUTTLER et al., 2014).

Estima-se que existam aproximadamente 18,1 milhões de hectares de manguezal no mundo (SOUZA et al., 2018). Encontra-se, no Brasil, uma das maiores extensões contínua de mangue que se estende desde o Cabo Orange no Amapá, até a foz do rio Araranguá, em Santa Catarina (CASTRO et al., 2018). Da extensão desse ecossistema a nível nacional, os estados do Maranhão, Pará e Amapá, detém cerca de 50% da área de manguezais do país (BEZERRA, 2014).

Dois tipos de compostos resultam do metabolismo microbiano podendo ser classificados em primário e secundário. Os metabólitos primários são indispensáveis para o desenvolvimento dos microrganismos, visto que, diz respeito a reações químicas indispensáveis para a vida da célula. Enquanto que os metabólitos secundários são compostos extracelulares secretados no meio de cultura ao longo o crescimento como habilidade de sobrevivência, não estando associados ao crescimento celular (KRAUSS et al., 2014). Estes são importantes fontes de compostos biologicamente ativos e interessantes para

diversas áreas da biotecnologia, pois podem apresentar potencial inibitório frente à patógenos clínicos e agrícolas (MORAIS et al., 2018).

1.2 Agricultura Familiar

De acordo Delgado e Bergamasco (2017), no Brasil, o termo agricultura familiar ganhou visibilidade a partir da década de 1980. Nesse momento, passou-se, também, a refletir sobre a sua integração com a agroindústria, e, conseqüentemente, a questão da subordinação tornou-se central no que se refere à produção familiar.

Entre as Grandes Regiões brasileiras, pode-se observar que a Região Nordeste possuía o maior número de estabelecimentos agropecuários familiares, com cerca de 50%, bem como a maior área, com aproximadamente 35% do total do País (OLIVEIRA, 2018). Embora o acesso à tecnologia seja menor e a produção seja pouco integrada ao mercado contando com mão de obra menos qualificada, os índices de produtividade apontam que a agricultura familiar pode se tornar competitiva em termos de mercado, mesmo ocupando uma área reduzida e, em grande parte, desprovida da melhor localização em termos de acesso ao mercado (SABOURIN, 2017).

Independente da área de cultivos e dos produtos resultantes, qualquer forma de cultivo seja, agricultura familiar ou em grande escala industrial está sujeita à prejuízos causados por organismos fitopatogênicos. Portanto, o controle de pragas por agentes biológicos é uma estratégia com aplicabilidade em grande, média ou pequena escala (BARBOSA, 2018).

1.3 Organismos Fitopatogênicos

Pragas agrícolas atingem cultivos diversos e reduzem radicalmente a produtividade em campo, bem como deterioram os estoques de grãos. Várias espécies de fungos figuram entre as pragas mais comuns para estas culturas, bem como espécies de insetos são frequentemente encontradas em cultivos, figurando entre as pragas mais reportadas (VINHA et al., 2018). Muitas dessas pragas tem causado crescentes danos às lavouras de soja do Brasil, tendo-se dificuldades em seu controle com o uso exclusivo de inseticidas químicos (AVILA et al., 2013).

Espécies de fungos como, *Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum*, *Macrophomina phaseolina*, *Rhizoctonia solani* e *Sclerotium rolfsii* figuram entre as pragas mais comuns para diversas culturas. Espécies de insetos como *Helicoverpa armigera* (Lepdoptera), *Sitophilus zeamais*, *S. oryzae*, *Rhizopertha dominica*, *Acanthoscelides obtectus*, *Lasioderma serricorne*, *Sitotroga cerealella*, *Ephestia kuehniella* e *E. elutella* (Coleoptera) e espécies de percevejos fitófagos, são as mais frequentemente encontradas em culturas de grãos, por exemplo, estando entre as pragas mais reportadas (VINHA et al., 2018).

Segundo Marques (2018), fitonematoides causam grandes prejuízos nas lavouras

do mundo todo e muitas vezes, tornam inviável o cultivo em alguns locais. São organismos que parasitam, por exemplo, estruturas radiculares das plantações de café prejudicando na nutrição e desenvolvimento da planta, resultando as vezes na morte da mesma (SANTINATO et al., 2014). O controle biológico é uma alternativa relevante para redução dos fitonematoides e alguns produtos como PROFIX MAX® mostram sua eficiência (à base de quatro tipos de fungos nematófagos (*Arthrobotrys oligospora*, *Arthrobotrys musiformis*, *Monacrosporium robustum* e *Paecilomyces lilacinus* e duas bactérias *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*) demonstram sua eficiência como biocontroladores (MARQUES, 2018).

1.4 Emprego de Agroquímicos

O crescimento das populações humanas aumenta a demanda por alimentos e, consequentemente, a necessidade de produtos agrícolas com características produtivas compatíveis com o alto padrão comercial (EHLERS, 2017). Como consequência, muitas culturas têm sido alvo de um sem número de defensivos químicos durante o processo de cultivo (ESTEVES, 2018).

Assim, a busca por um melhor ajuste do binômio produtividade e conservação dos recursos naturais, tem se intensificado, trazendo como desafio a promoção da alta produtividade, sem o comprometimento significativo da saúde ambiental e humana (SOUSA, 2017). Partindo da perspectiva econômica, é observável que o uso indiscriminado de agroquímicos gera altos custos, o que sucinta a necessidade de pesquisa e desenvolvimento de sistemas de controle biológico em escala industrial (CHALFOUN, 2019). Não obstante o aumento na produtividade, o emprego de agroquímicos sucinta uma problemática já antiga, que preocupa os governos, a academia e a sociedade como um todo: o risco à saúde ambiental e das populações (GASPARINE, 2018).

O Maranhão encontra-se entre os dez estados brasileiros que mais consomem agrotóxico devido ao emprego em grande escala de agroquímicos para combater pragas, que tem afetado o mercado para os produtos agrícolas, uma vez que, com o aumento da consciência social em torno das questões ecológicas e de saúde pública, tem sido cada vez mais preocupante as altas concentrações de agrotóxicos nesses produtos (DOS SANTOS, 2019).

Concomitantemente, o mercado interno mostra sinais de descontentamento com os recordes brasileiros em relação ao uso de agroquímicos. Produzir em grande escala com a minimização ou mesmo isenção da utilização desses defensivos agrícolas é um desafio para médios e grandes produtores que ensejam ter um produto com maior aceitação no mercado, dadas as novas demandas da sociedade cada vez mais consciente e atenta às questões socioambientais (SOUZA, 2016).

1.5 Controle Biológico

A primeira vez que a expressão controle biológica foi usada ocorreu no ano de 1919 por Harry Scotty Smith, pesquisador entomologista, para fazer referência ao controle de insetos considerados praga usando inimigos naturais. (SILVA; BRITO, 2015). Segundo Das Chagas et al. (2016), entende-se como controle biológico um evento natural que compreende a regulação de populações de organismos-praga por inimigos naturais que, por sua vez, atingem diferentes estágios do ciclo de vida destes organismos.

Para controle de insetos fitófagos os agentes biológicos de controle podem ser classificados em predadores, patógenos e parasitoides. Percevejos e joaninhas, exemplificam a regulação de pragas por predadores, visto que, na fase larval e adulta alimentam-se de pulgões, ovos e de lagartas de espécies diversas que fazem parte do grupo inseto-praga (BUENO; VAN LENTEREN, 2016).

Além dos predadores, existem os insetos parasitoides que em seu estágio larval, conhecido também como imaturo, necessitam de um hospedeiro para se desenvolver dentro (endoparasitoide) ou sobre ele (ectoparasitoide) (BUENO et al., 2015).

Diante dos resultados provenientes de pesquisas, bem como perante ao interesse de diminuição do uso de agroquímicos, a relevância do controle biológico vem se alargando e ganhando credibilidade no agronegócio brasileiro (CRUZ; VALICENTE, 2015).

Quando empregados no controle biológico de pragas, os processos biológicos, mediados por microrganismos entram em cena como grandes responsáveis pela reciclagem de nutrientes e pela ruptura mínima no equilíbrio do meio ambiente. Consequentemente, tais processos podem reduzir a dependência dos sistemas de produção agrícola aos produtos químicos (BARBOSA et al., 2018).

A partir da bioprospecção microbiana, formulações de meio de cultivo para selecionar os organismos mais promissores no controle biológico de pragas, têm sido desenvolvidas visando à produção de quitinases, antibióticos e muitos outros metabólitos. Tais meios, além de atuarem na otimização da produção desses metabólitos específicos, permitem o aumento da biomassa microbiana (NASCIMENTO, 2015).

De acordo Dias et al. (2017), a capacidade de produzir diversos outros metabólitos secundários, amplia seu potencial de utilização industrial dos microrganismos. Além disso, muitos são capazes de produzir uma variedade de enzimas como por exemplos, quitinases, que são responsáveis pela degradação da quitina, o polímero aminado mais abundante na natureza, e encontrado em crustáceos, fungos e insetos.

Essa habilidade, em particular, confere a esses microrganismos o status de “agentes” de controle biológico, sendo empregados no combate a insetos e fungos fitopatogênicos (GOMES; DIAS; MIRANDA, 2018). A presença das quitinases ajuda na penetração de metabólitos que agirão no DNA ou na síntese de proteínas. Substâncias como a spinosina A e a spinosina D, por exemplo, são metabólitos ativos contra as espécies de insetos fitopatogênicos *Rhyzopertha dominica* e *Sitophilus zeamais* (Coleoptera), os quais estão associados à destruição dos grãos da soja (AGOSTINI et al., 2015).

1.5.1 Fatores determinantes

A atuação de controladores naturais é determinada pela interação de fatores adequados com a dinâmica em escala temporal e espacial, que de forma direta influenciam na regulação de uma população (FERREIRA; DO NASCIMENTO; DA SILVA, 2017).

Dentre esses fatores, a qualidade da presa e sua quantidade disposta no espaço, isto é, sua abundância, interferem na presença de inimigos naturais. Umidade relativa e tempéries, localização geográfica, clima, habitat e presença de hospedeiros alternativos são exemplos de fatores ecológicos que geram influência direta sobre o ciclo dos organismos-praga e seu desempenho (SILVA; BRITO, 2015).

Outro fator é o de agrotóxicos, visto que, pode causar alteração no ambiente e consequentemente restringir a ação pode alterar as condições do ambiente e limitar a ação de populações microbianas que em condições de equilíbrio ambiental naturalmente conseguem se manter (UEMURA, 2016).

No que se refere a agentes biocontroladores de insetos é importante salientar que os patógenos atuam como entomopatógenos, uma vez que, causam doenças nos insetos enquanto que, os parasitas e predadores atuam como entomófago por nutrir-se deles. Apesar das primeiras narrativas sobre a capacidade de microrganismos causarem patologias em insetos serem feitas por volta de 1830, apenas 40 anos depois foi realizada a primeira tentativa de biocontrole de insetos usando bactérias, protozoários e fungos (DINIZ, 2017). No entanto, dentre os microrganismos, os fungos se destacam por serem os agentes biocontroladores causadores de cerca de 80% das doenças em insetos e 70% das doenças em plantas (TORRES, 2019).

1.5.2 Vantagens

Dentre as vantagens provenientes do controle biológico de pragas agrícolas há de se considerar a redução riscos à saúde do homem bem como de outros seres vivos, redução de resistências de pragas, eficiência dos métodos de produção resultantes de recursos de baixo custo e técnicas, além da diminuição de perturbações no meio contribuindo assim para o equilíbrio a partir da diminuição dos resíduos tóxicos nos produtos (JUNIOR; DA SILVA, 2018).

Conforme Ballal e Verghese (2015), o controle biológico ganha destaque no Manejo Integrado de Pragas (MIP) graças ao interesse em mitigar dos efeitos provenientes do uso de agroquímicos sobre o ambiente, o que tem instigado novas pesquisas no contexto de biocontrole de pragas e colaborado para construção de novos pensamentos do produtor agrícola quanto à eficiência do emprego de inimigos naturais para controle de pragas. Diante disso, nota-se a busca por desenvolvimento de alternativas que minimizem os impactos ambientais proporcionadas estratégias produtivas eficientes no combate a pragas.



1.5.3 Bioinseticidas

Os fungos conhecidos como entomopatogênicos possuem a capacidade de invadir uma grande variedade de insetos indesejáveis nas lavouras de produção agrícola controlando os níveis populacionais evitando prejuízos nas plantações (MOREIRA, 2018). São responsáveis por epizootias naturais e assegura vantagens como biocontroladores se comparados aos agroquímicos (UEMURA, 2016).

Devido a sua aplicabilidade para controlar populações de inseto-praga o gênero *Fusarium* ganha grande destaque, sendo agente responsável por eventos naturais de epizootias em *Dactylopius opuntiae* (cochonilha do carmim) com grande foco em Pernambuco e Paraíba, por exemplo (SOUZA, 2016). Por produzir micotoxinas como fusaproliferina, fusarinas, ácido fusárico moniliformina e besuvericina esse gênero de fungo deslumbra um potencial de matar insetos (BUENO; VAN LENTEREN, 2016).

Bioinseticidas provenientes de fungos são excelente alternativa principalmente quando a aplicação de agrotóxicos não é permitida como no caso do cultivo orgânico e no Brasil, o emprego destes entomopatogênico é feito usando como substrato o arroz, para produção em massa do insumo que culmina em um pó que pode ser suspenso em água ou solução oleosa (Das Chagas et al., 2016). Os gêneros *Beauveria*, *Sporothrix*, *Lecanicillium* e *Metarhizium* são a base dos bioinseticidas mais usados no país (BARROS; TORRES; BUENO, 2010).

De origem fúngica, os bioinseticidas mundialmente mais usados são à base de *B. bassiana*, *M. anisopliae*, *Lecanicillium spp.*, *Isaria fumosorosea* Wise e *B. brongniartii* (Sacc.) Petch. Enquanto que os de origem bacteriana são à base de *Bacillus thuringiensis* e *Bacillus sphaericus* principalmente (AZEVEDO, 2018).

Referências

- AGOSTINI, T. T. et al. Eficiência de fungos entomopatogênicos para o controle de *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae) em condições de laboratório. **Comunicata Scientiae**, v. 6, n. 1, p. 90-96, 2015.
- ÁVILA, C. J.; VIVAN, L. M.; TOMQUELSKI, G. V. **Ocorrência, aspectos biológicos, danos e estratégias de manejo de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) nos sistemas de produção agrícolas**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, v. 12, 2013.
- AZEVEDO, I. M. S. **O veneno nosso de cada dia: um estudo sobre os agrotóxicos**. 2018.
- BARROS, E. M.; TORRES, J. B.; BUENO, A. F. Oviposition, development, and reproduction of *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) fed on different hosts of economic importance. **Neotropical entomology**, v. 39, n. 6, p. 996-1001, 2010.
- BARBOSA, K. M. S. et al. Aplicação de Controle Biológico para Diminuir Utilização de Agrotóxicos em Plantações Brasileiras: uma Revisão Literária. **International Journal of Nutrology**, v. 11, n. S 01, p. 111, 2018.
- BALLAL, C. R.; VERGHESE, A. Role of Parasitoids and Predators in the Management of Insect Pests. In: **New Horizons in Insect Science: Towards Sustainable Pest Management**. Springer, New Delhi, 2015. p. 307-326.
- BEZERRA, D. S. **Modelagem do padrão de resistência do manguezal a elevação do nível do mar**. 2004. 158 f. Tese (Doutorado em Ciência do Sistema Terrestre) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

– INPE, São Paulo, 2014.

BUENO, V. H. P.; VAN LENTEREN, J. C. Predadores no Controle Biológico de Pragas: Sucessos e Desafios. **Defensivos Agrícolas Naturais**, p. 359, 2016.

BUTLER, Mark S.; ROBERTSON, Avril AB; COOPER, Matthew A. Natural product and natural product derived drugs in clinical trials. **Natural product reports**, v. 31, n. 11, p. 1612-1661, 2014.

CASTRO, E. J. M., et al. USO DE GEOTECNOLOGIAS PARA GESTÃO DE RECURSOS NATURAIS: caso do macrozoneamento ecológico econômico do Maranhão. **Revista Ceuma Perspectivas**, 2018, 30.2: 49-58.

CHALFOUN, S. M. et al. Seletividade de produtos químicos utilizados na cafeicultura à agentes de controle biológico. **X Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, 2019.

COSTA, C. H. J. et al. Bioprospecting for microorganisms of biotechnological importance in soils contaminated with agrochemicals. **Ciência e Natura**, v. 40, p. 02-18, 2018.

CRUZ, I.; VALICENTE, F. H. **Controle biológico**. Embrapa Milho e Sorgo-Capítulo em livro científico (ALICE), 2015.

DAS CHAGAS, Francieli et al. Controle biológico em sistema orgânico de produção por agricultores da cidade de Maringá (Paraná, Brasil). **Ciência e Natura**, v. 38, n. 2, p. 637-647, 2016.

DELGADO, G. C.; BERGAMASCO, S. M. P. **Agricultura familiar brasileira: desafios e perspectivas de futuro**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2017.

DIAS, L. R. L. et al. Bioprospecção de Microorganismos de Interesse Biotecnológico Isolados em Ecossistema de Manguezal. **Revista de Investigação Biomédica**, v. 9, n. 1, p. 24-30, 2017.

DOS SANTOS, M. L. G. et al. Diagnóstico dos resíduos sólidos perigosos na região do Matopiba. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 11, n. 2, p. páginas 140-150, 2019.

EHLERS, Eduardo. **O que é agricultura sustentável?**. Brasiliense, 2017.

ESTEVES, Cristiane dos Santos. **Análise de risco ambiental no uso de agrotóxicos na produção de hortaliças no município de Itabaiana, Sergipe**. 2018. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação de Tecnólogo em Agroecologia) - Instituto Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2018.

FERREIRA, T. C.; DO NASCIMENTO, D. M.; DA SILVA, E. O. Métodos alternativos para controle de insetos-praga em sementes. **Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 60, n. 1, p. 112-119, 2017.

GASPARINI, M. F. **Ecocídio consentido nos marcos da persistência do modelo agroquímico: Estudo das representações sociais de agrotóxicos divulgadas pelos jornais brasileiros entre 2007 e 2017**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, 2018.

GOMES, E. de B.; DIAS, L.R. L.; MIRANDA, R. C. M. Actinomycetes bioactive compounds: Biological control of fungi and phytopathogenic insect. **African Journal of Biotechnology**, v. 17, n. 17, p. 552-559, 2018.

JUNIOR, Belmiro Izaldino; DA SILVA, Rosangela Aparecida. **Eficiência de produtos biológico e químico no controle do nematoide das lesões em algodoeiro**. TCC-Agronomia, 2018.

KRAUSS, K. W. et al. How mangrove forests adjust to rising sea level. **New Phytologist**, v. 202, n. 1, p. 19-34, 2014.

LOURENÇO, Marcus Venicius de Mello. **Contexto genômico e expressão de genes envolvidos na redução do sulfato em solos de manguezal**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2017.

LOURENÇO, M. V. M. **Contexto genômico e expressão de genes envolvidos na redução do sulfato em solos de manguezal**. 2017. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MARQUES, R. M. **Avaliação do controle de nematóides fitopatogênicos do cafeeiro com nematicida de origem biológica na região de Monte Carmelo**, Minas Gerais. 2018.

MEDEIROS, F. H. V.; SILVA, J. C. P.; PASCHOLATI, S. F. Controle biológico de doenças de plantas. **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**, v. 1, 2018.

- MORAIS, J. F. et al. Bioprospecção de microrganismos produtores de compostos bioativos com atividade antitumoral. **Revista UNINGÁ Review**, v. 17, n. 1, 2018.
- MOREIRA, J.F.; BRITO, I. da S.; FILHO, M. S. Ocupação desordenada sobre os manguezais da Ilha do Maranhão. In: FARIAS FILHO, M.S. e CELERI, M.J. (Org.) **Geografia da Ilha do Maranhão**. São Luís: EDUFMA, 2018.
- NASCIMENTO, C. S. **Otimização da produção de lipase e celulase por fermentação submersa utilizando a torta da polpa e fungos isolados do fruto da macaúba (*Acrocomia aculeata*)**. 2015.
- OLIVEIRA, F. Q. et al. Importância da criação de predadores em laboratório para o avanço do conhecimento e da aplicação do controle biológico em sistema de produção agroecológico. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1, 2018.
- SANTINATO, R. et al. **Controle biológico do nematoide *meloidogyne sp.* no cafeeiro**. Rio Paranaíba, Minas Gerais, 2014.
- SABOURIN, E. **Origens, evolução e institucionalização da política de agricultura familiar no Brasil**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), pp. 265-291, 2017.
- SANTOS, F. F. et al. **Metabólitos secundários isolados a partir de fungos entomopatogênicos**. 2018. 72 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Licenciatura em Química) – do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Parnaíba, 2018.
- SILVA, A. B; BRITO, J. M. Controle biológico de insetos-pragas e suas perspectivas para o futuro. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 36, n. 1, p. 248-258, 2015.
- SILVA, I. R. **Caracterização de compostos antimicrobianos produzidos por *Streptomyces sp.*** 2016. 104 f. Tese (Doutorado em Biotecnologia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2016.
- SOUSA, M. S. et al. **Os programas de estímulo à agricultura familiar e o direito humano à alimentação adequada**. 2017.
- SOUZA, Aline Habibe de et al. **Desafios e reflexões na contemporaneidade: um estudo sobre a indústria de Agrotóxicos**. 2016.
- SOUZA, C. A. et al. Biodiversidade e conservação dos manguezais: importância bioecológica e econômica, Cap. 1: p. 16-56. In: PINHEIRO, M.A.A.; TALAMONI, A.C.B. (Org.). **Educação Ambiental sobre Manguezais**. São Vicente: UNESP, Instituto de Biociências, Câmpus do Litoral Paulista, p. 16-56, 2018.
- SILVA, A. B., BRITO, J. M. Controle biológico de insetos-pragas e suas perspectivas para o futuro. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 36, n. 1, p. 248-258, 2015.
- THATOI, H. et al. Biodiversity and biotechnological potential of microorganisms from mangrove ecosystems: a review. **Annals of Microbiology**, v. 63, n. 1, p. 1-19, 2013.
- TORRES, ABEL GALON. **FUNGOS FITOPATOGÊNICOS ASSOCIADOS A *Passiflora foetida* NO BRASIL E O SEU POTENCIAL PARA USO EM CONTROLE BIOLÓGICO**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa, 2019.
- UEMURA, R. T. **Colonização endofítica de fungos entomopatogênicos em soja *Glycine Max. (L.)* e efeitos em *Chrysodeixis includens* e *Helicoverpa armigera***. Trabalho de conclusão do curso de Engenharia Agrônoma da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo; Piracicaba; f. 32; 2016.
- VINHA, F. B. **Potencial da inoculação de fungos entomopatogênicos no plantio da soja para o manejo de pragas**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2018.

CAPÍTULO 10

RELAÇÃO CLIMA SOCIEDADE NO ESTADO DO MARANHÃO

CLIMATE RELATION SOCIETY IN MARANHÃO STATE

Jessflan Rafael Nascimento Santos

Neuriane Silva Lima

George Colares Silva Leite Júnior

Celso Henrique Silva Leite Júnior

Mayara Lucyanne Santos de Araújo

Rita de Cássia Mendonça de Miranda

Maria Raimunda Chagas Silva

Fabício Brito Silva

Resumo

O Estado do Maranhão é composto por uma alta variedade de ecossistemas, biodiversidade e condições climáticas por estar situado em uma região de transição entre os biomas Amazônia e Cerrado. Entretanto, em relação aos indicadores sociais o Estado ainda se encontra entre os últimos no ranking do índice de desenvolvimento humano do país. Este trabalho tem como objetivo avaliar as relações entre a variabilidade climática e o desenvolvimento humano. Foram obtidos dados de temperatura máxima e mínima das estações do Instituto Nacional de Meteorologia e os dados dos indicadores sociais foram adquiridos da plataforma Atlas Brasil. Os resultados evidenciaram uma relação entre o IDHM e temperatura máxima anual e no período seco. As demais não apresentaram uma relação significativa. Os resultados apresentados neste trabalho mostraram que há uma relação entre o clima e os indicadores sociais, porém há uma necessidade de estudos mais aprofundados sobre essa relação no Estado.

Palavras-chave: clima, Idhm, Biomas Amazônia

Abstract

The State of Maranhão is composed of a high variety of ecosystems, biodiversity, and climatic conditions for being located in a transition region between the Amazon and Cerrado biomes. However, in relation to social indicators, the state is still among the last in the ranking of the country's human development index. This work aims to evaluate the relationship between climate variability and human development. Maximum and minimum temperature data were obtained from the stations of the National Institute of Meteorology and the data of social indicators were acquired from the Atlas Brazil platform. The results showed a relationship between HDI and maximum annual temperature and in the dry period. The others did not present a significant relationship. The results presented in this paper showed that there is a relationship between climate and social indicators, but there is a need for further studies on this relationship in the state.

Key-words: climate, Idhm, Amazon Biomes

1. INTRODUÇÃO

Em 2014, o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2014) publicou mais um relatório a respeito dos avanços da ciência referente às mudanças climáticas globais. O cenário mais otimista prevê um aumento da temperatura terrestre entre 0,3°C e 1,7°C de 2010 até 2100 e, no pior cenário, a superfície da Terra poderá aquecer entre 2,6 °C e 4,8 °C ao longo deste século.

Modificações na temperatura e precipitação também poderão acarretar em modificações nos recursos hídricos, afetando o abastecimento humano, geração de energia e agricultura (NÓBREGA, 2008) assim como, a complexidade de situações de riscos sociais e ambientais tendem a aumentar e a ficarem mais difíceis de serem antecipadas, avaliadas e comunicadas (IPCC, 2012), podendo ter efeitos negativos para a população, sobretudo num cenário de aumento de eventos climáticos extremos (IPCC, 2007; 2012; WMO, 2013) em associação a intervenções humanas inadequadas no espaço físico (por exemplo, ocupações sem planejamento em encostas declivosas, áreas contaminadas ou várzeas).

Ainda que haja um grau de incerteza, que por sua vez influencia as ações e o enfrentamento desses riscos (BECK, 2010; GIDDENS, 2010; WISNER, 2009), as mudanças climáticas acentuam as desigualdades existentes entre os pobres e ricos, ou entre o centro e a periferia (BECK, 2010). Por outro lado, essa desigualdade tende a se reduzir na medida em que aumentam os riscos em escala global, condição a que mesmo os mais ricos e poderosos estão sujeitos. Nessa perspectiva, tem se evidenciado que os riscos – de poluição ambiental, riscos tecnológicos e os riscos das mudanças climáticas – atingem a todos e não tem fronteiras (BECK, 1992; 2009; 2010).

O Brasil apresenta elevada vulnerabilidade aos possíveis efeitos das alterações climáticas, principalmente se considerarmos as projeções atuais de mudança no clima global (SOLOMON et al., 2007). O cenário climático brasileiro acompanha a mesma tendência de aquecimento global, em que as mudanças mais significativas são no aumento de temperatura, modificações nos padrões de chuvas e alterações na distribuição de extremos climáticos, tais como secas, enchentes e inundações (ASSIS et al., 2012).

No cenário maranhense no que tange a mudanças climáticas não é diferente, pois acompanha a mesma tendência de aquecimento do país e cenário global. Silva *et al.* (2016), ao realizar um estudo de investigação de mudanças climáticas no Estado do Maranhão, constatou que houve uma forte elevação na temperatura do ar em todo o Estado e na precipitação houve tendências em 4 estações tanto de decréscimo como de aumento. Desta forma, o objetivo deste trabalho é avaliar as relações entre a variabilidade climática e o desenvolvimento humano.



2. MATERIAIS E MÉTODOS

O Maranhão está situado em uma área de transição entre biomas Amazônia e Cerrado. O Estado encontra-se numa posição entre três macrorregiões brasileiras: Nordeste, Norte e Centro Oeste. Dessa forma, reúnem feições fitogeográficas e climatológicas características dessas áreas. Fisiograficamente, o Maranhão apresenta sete microrregiões: Litoral, Baixada Maranhense, Cerrados, Cocais, Amazônia, Chapadões e Planalto. O clima semi-úmido abrange grande porção do território maranhense onde os solos apresentam uma grande variedade (MARANHÃO (Estado), 2002).

O Estado abrange uma área de 331.935,5 km² e sua população atual é de 6.574.789 (IBGE, 2010), uma densidade populacional de 19,81 hab./km², com 63,1% da população vivendo em áreas consideradas urbanas (4.147.149 habitantes).

Os dados climatológicos foram adquiridos a partir de 12 estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, distribuídas no Estado do Maranhão. As estações foram segregadas quanto ao bioma, sendo quatro estações situadas no bioma amazônico e oito no bioma cerrado (Fig. 1). Foram utilizados registros mensais de precipitação, temperatura máxima, média e mínima, no período de 1977 a 2014.

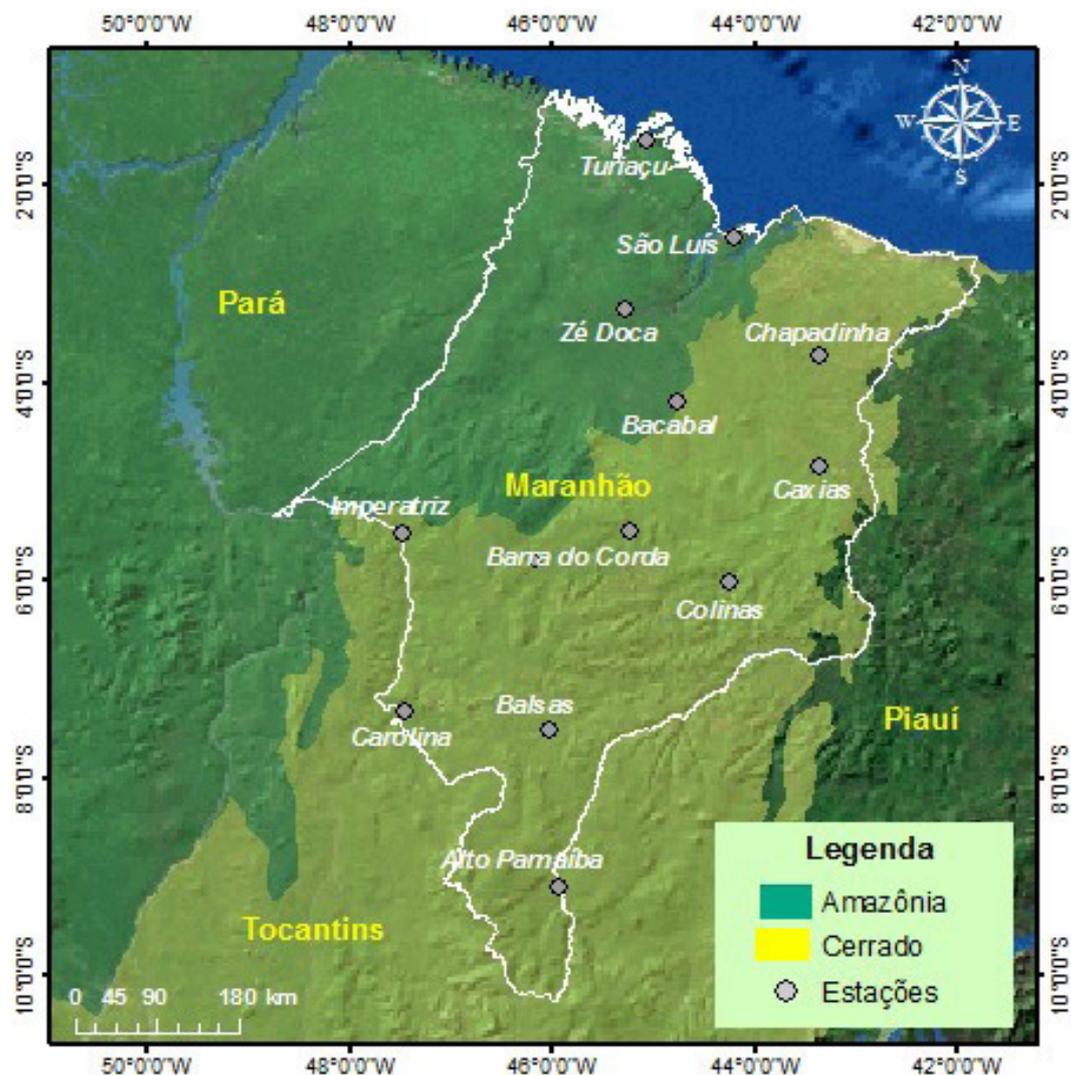


Figura 1 - Localização das 12 estações meteorológicas no Estado do Maranhão (INMET), destacando os biomas Amazônia e Cerrado.

Fonte: Autores, (2020).

Os dados referentes ao IDH dos municípios foram obtidos do Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil engloba o Atlas do Desenvolvimento Humano nos Municípios e o Atlas do Desenvolvimento Humano nas Regiões Metropolitanas.

As análises dos dados consistiram na avaliação estatística descritiva utilizando o conjunto global, estações climáticas (seca e chuvosa), nos diferentes biomas. A análise de tendência foi realizada através do teste Mann-Kendall, sendo este um teste não paramétrico, sugerido pela *World Meteorological Organization* (WMO) para avaliação de tendências em séries temporais de dados ambientais (YUE et al., 2002).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 é referente aos índices estatísticos de temperatura máxima e mínima, onde observa-se uma tendência de aumento de temperatura em todas as estações, exceto na estação de Turiagu para a temperatura mínima e nas estações de Balsas e Carolina no período seco.

Bioma	Estação	Temperatura Máxima			Temperatura Mínima		
		Anual	Chuvoso	Seco	Anual	Chuvoso	Seco
Amazônia	Bacabal	0,3	0,38	0,34	0,25	0,27	0,25
	São Luís	0,32	0,31	0,55	0,31	0,31	0,4
	Turiagu	0,36	0,43	0,57	<i>0,03</i>	<i>0,01</i>	<i>0,06</i>
	Zé Doca	0,18	0,25	0,21	0,49	0,5	0,5
Cerrado	Alto Parnaíba	0,19	0,25	0,24	0,16	0,36	0,08
	Balsas	0,23	0,36	0,3	0,09	0,14	<i>0,07</i>
	Barra do Corda	0,22	0,46	0,26	0,28	0,32	0,25
	Carolina	0,21	0,35	0,31	0,31	0,47	0,26
	Caxias	0,27	0,46	0,3	0,34	0,43	0,33
	Chapadinha	0,19	0,31	0,18	0,32	0,35	0,32
	Colinas	0,2	0,37	0,27	0,13	0,22	<i>0,05</i>
	Imperatriz	0,29	0,45	0,4	0,1	0,1	0,13

Tabela 1 – Índice anual e sazonal do teste de Mann-Kendall para as temperaturas máximas e mínimas.
*Os valores em itálico foram os únicos que apresentaram o valor-p de significância >0,05, sendo estes estatisticamente não significativos.

Fonte: Autores, (2020).

As estações de São Luís, Turiagu e Zé Doca e Bacabal, no bioma amazônico, registraram as maiores tendências de aumento da temperatura com valores KT mais altos e com o valor-p de significância menor que 0,0001.

A média da temperatura máxima nessas estações fica em torno de 32,27 °C, onde Bacabal registra a maior média ficando em torno de 34,12 °C. Enquanto a média da temperatura mínima fica em torno de 23,38 °C e registrando a maior média a estação de São

Luís por volta de 23,79 °C.

Na região de cerrado, a maioria das estações também registraram forte tendência de aumento da temperatura, exceto em Barra do Corda e Colinas para a temperatura mínima no período seco, porém as tendências registradas foram em menor magnitude do que a região amazônica.

A média da temperatura máxima fica por volta de 33, 11 °C, onde as estações de Caxias e Imperatriz registraram as maiores médias em torno de 33,72 e 33,67 °C, respectivamente. Já a média da temperatura mínima fica em torno de 21, 74 °C e as estações de Caxias, Chapadinha e Imperatriz registraram as maiores médias ficando por volta de 22,48, 22,66 e 22,21 °C, respectivamente.

O Estado do Maranhão apresenta uma faixa de desenvolvimento humano considerada média com o índice de 0,639, sendo longevidade a dimensão que mais contribuiu para o IDHM da UF com o índice de 0,757, seguida de renda, com índice de 0,612, e de educação, com índice de 0,562. Apesar do Estado está localizado em uma zona de transição entre os biomas Amazonas e Cerrado, sendo caracterizado pela alta diversidade de ecossistemas e biodiversidade a população ainda é fragilizada pelo o baixo poder aquisitivo residindo em municípios com os mais baixos índices de desenvolvimento do país, como Fernando Falcão, Marajá do Sena, Jenipapo dos Vieiras e Satubinha (figura. 2).

O Estado ocupa a 26ª posição entre as 27 unidades federativas brasileiras segundo o IDHM. Nesse ranking, o Distrito Federal possui o maior IDHM com 0,824 e Alagoas o menor com 0,631 (BRASIL, 2013).

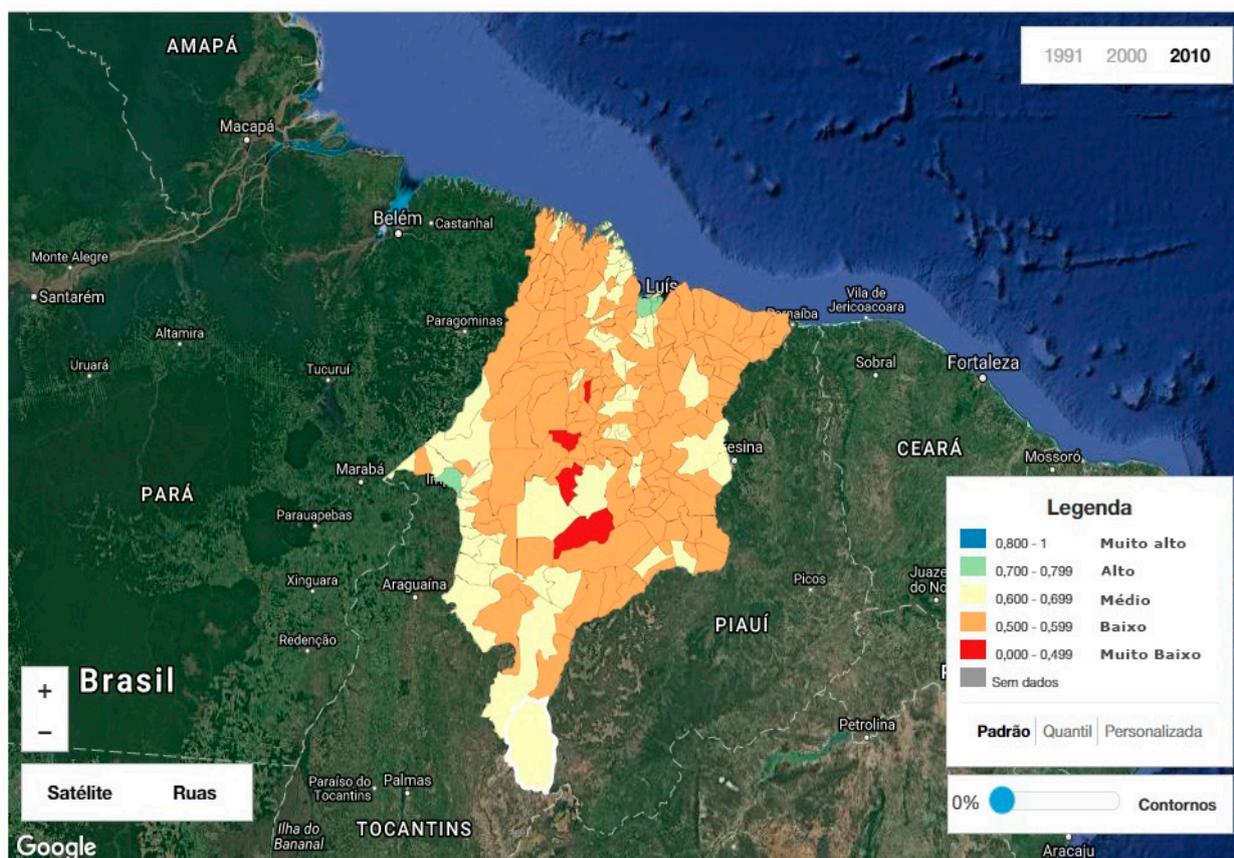


Figura 2 – Mapa de espacialidade do índice de desenvolvimento humano municipal
 Fonte: Atlas Brasil, 2013.

A tabela 2 mostra os índices do desenvolvimento humano dos municípios em que as estações se localizam.

Bioma	Estação	IDHM (2010)			
		IDHM	Renda	Longevidade	Educação
Amazônia	Bacabal	0,651	0,619	0,753	0,591
	São Luís	0,768	0,741	0,813	0,752
	Turiagu	0,561	0,493	0,776	0,461
	Zé Doca	0,595	0,559	0,745	0,505
Cerrado	Alto Parnaíba	0,633	0,683	0,785	0,474
	Balsas	0,687	0,674	0,807	0,597
	Barra do Corda	0,606	0,585	0,763	0,498
	Carolina	0,634	0,6	0,802	0,529
	Caxias	0,624	0,595	0,753	0,543
	Chapadinha	0,604	0,554	0,77	0,517
	Colinas	0,596	0,571	0,709	0,524
	Imperatriz	0,731	0,697	0,803	0,698

Tabela 2 – Índice do desenvolvimento humano – IDHM.

Fonte: Autores, (2020).

No bioma amazônico está localizada a Capital do Maranhão, São Luís, apresentando o maior IDHM do Estado com 0,768 seguido de Bacabal com o índice de 0,651. As estações de Turiagu e Zé Doca apresentam os menores índices de desenvolvimento humano referente aos 12 municípios com os valores de 0,561 e 0,595, respectivamente.

No bioma cerrado a maioria dos municípios apresentam uma faixa de desenvolvimento considerada média (0,600 – 0,699), exceto pelo o município de Imperatriz que se destaca com uma faixa de desenvolvimento alta com o índice de 0,731 e Colinas que fica entre os municípios de baixa faixa de desenvolvimento com o índice de 0,596.

Esses resultados levam a hipótese de que quanto maior o índice de desenvolvimento humano, maior é o aumento da temperatura do ar e para confirmar essa hipótese foi feita uma análise de regressão entre o IDHM e o índice de Mann-Kendall das temperaturas máximas e mínimas (Fig. 3) considerando o índice anual e o sazonal (período chuvoso e seco).

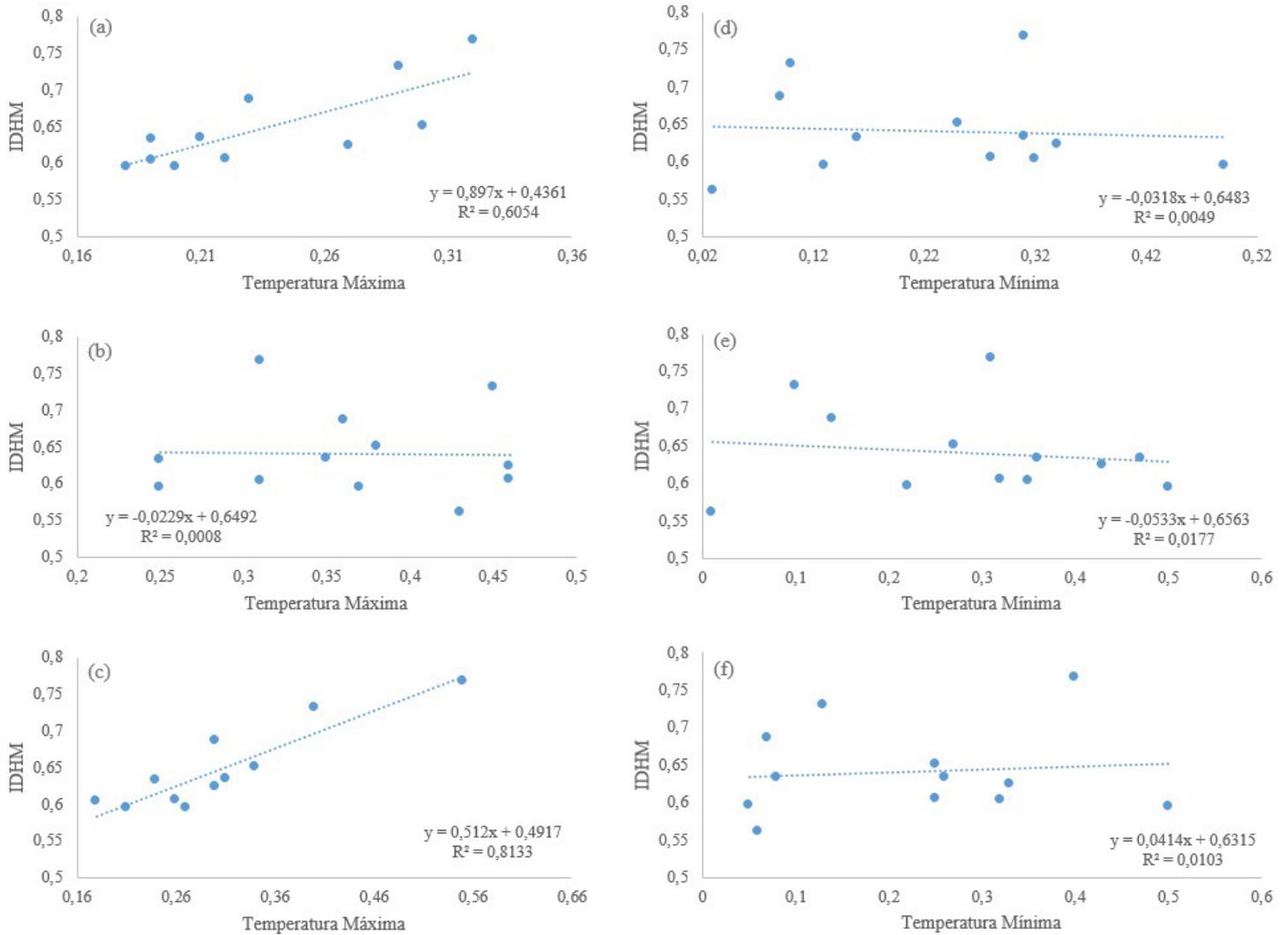


Figura 3 – (a, d) gráfico de dispersão entre o IDHM e os Índices de Mann-Kendall referentes a temperatura máxima e mínima anual; (b, e) gráfico de dispersão entre o IDHM e os Índices de Mann-Kendall referentes a temperatura máxima e mínima no período chuvoso; (c, f) gráfico de dispersão entre o IDHM e os Índices de Mann-Kendall referentes a temperatura máxima e mínima no período seco.
Fonte: Autores, (2020).

De acordo com os gráficos de dispersão entre o IDHM e os índices de Mann-Kendall para as temperaturas máximas e mínimas considerando a série total de dados e a sazonalidade, só houve uma correlação significativa entre o IDHM e a temperatura máxima anual e no período seco. As demais correlações não apresentaram valores estatisticamente significativos.

Diante disso, evidencia-se a necessidade de estudos mais aprofundados para entender melhor a relação entre o clima e sociedade, considerando outras variáveis tanto para o clima quanto dos indicadores sociais.

4. CONCLUSÃO

A enorme escassez de estudos híbridos que envolvam a relação clima e sociedade não condiz com a importância desta temática na atualidade, pois o comportamento da sociedade é um dos fatores que exercem uma enorme influência no clima.

Contudo, a relação clima e sociedade é altamente complexa e envolve uma grande quantidade de variáveis ambientais assim como de indicadores sociais para ser analisados.

Nesse sentido, este estudo mostrou que há uma relação entre a variável ambiental de temperatura e o índice de desenvolvimento humano em que quanto mais desenvolvida a cidade, maior a tendência de aumento da temperatura.

Referências

- ASSIS, J. M. O.; LACERDA, F. F.; SOBRAL, M. C. M. Análise de detecção de tendências no padrão pluviométrico na bacia hidrográfica do Rio Capibaribe. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.2, p.320-331, 2012.
- BECK, U. **Risk Society. Towards a New Modernity**. London: Sage Publications. 1992.
- BECK, U. **World at risk**. Cambridge: Polity Press, 2009.
- BECK, U. Climate for Change, or How to Create a Green Modernity? **Theory, Culture & Society**, v.27, n.2-3, p.254-266, 2010.
- BRASIL, A. **Atlas do Desenvolvimento humano no Brasil 2013**. Ranking. Disponível em: <<http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/ranking/>>. Acesso em: 11 set. 16.
- GIDDENS, A. **A Política da mudança climática**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2010. 316p.
- IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2007. Synthesis Report**. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the IPCC, Geneva, Switzerland, 2007, 104 p.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Climate change 2014: working group II: **Impacts, adaptations and vulnerability**. Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/index.htm>> Acesso em: setembro de 2015.
- IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation**. A Special Report of Working Groups I and II of the IPCC. Cambridge University Press, 2012, 582 p.
- MARANHÃO (Estado). Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais. **Atlas do Maranhão**. Gerência de Planejamento e Desenvolvimento Econômico/ Laboratório de Geoprocessamento - UEMA. 2. ed. São Luís: GEPLAN, 2002. 44 p.
- NÓBREGA, J. N.; SANTOS, C. A. C.; GOMES, O. M.; BEZERRA, B. G.; BRITO, J. I. B. EVENTOS EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO NAS MESORREGIÕES DA PARAÍBA E SUAS RELAÇÕES COM A TSM DOS OCEANOS TROPICAIS. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 29, n. 2, p. 197-208, 2014.
- SILVA, F. B. et al. Evidence of Climate Change in the Amazon-Savanna Transition Region in Maranhão State. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 31, n. 3, p. 330-336, 2016.
- SOLOMON, S.; QIN, D.; MANNING, M.; CHEN, Z.; MARQUIS, M.; AVERYT, K. B.; TIGNOR, M.; MILLER, H. L. (E.D). **Climate change 2007: the physical science basis: contribution of Working Group I to the Fourth**

Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University, p.996, 2007.

WISNER, B. Vulnerability. **International Encyclopedia of Human Geography**, p.176-182, 2009.

WMO – WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. **The Global Climate: 2001–2010 a Decade of Climate Extremes**. Geneva: Switzerland, n.1103, 2013. 188p.

AUTORES¹

1 Currículo vide Lattes / LinkedIn

Alexya Gonçalves Mota

Bacharel em Biomedicina pela Universidade Ceuma (2019). Foi voluntária do Programa de Iniciação Científica no Laboratório de Microbiologia Ambiental (LAMAM), da UNICEUMA, participando das atividades desenvolvidas no Laboratório, monitorando aulas, realizando experimentos e apresentando seminários.

Amanda Silva dos Santos Aliança

Possui graduação em Biomedicina pela Universidade Federal de Pernambuco, Brasil (2009). Mestrado no curso de Saúde Pública do Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães (2012). Doutorado em Medicina Tropical pela Universidade Federal de Pernambuco (2016). Atualmente é docente permanente do Mestrado Profissional em Gestão de Programas e Serviços de Saúde da Universidade CEUMA e docente colaboradora da Pós-graduação em Biologia Microbiana e do Mestrado Profissional em Direito e Afirmações de Vulneráveis. Docente dos cursos de graduação em Biomedicina (disciplinas de Biofísica, Bioestatística, Bioquímica Clínica e Imunologia Clínica) e Bacharelado em Educação Física (disciplina de Epidemiologia). Na área administrativa, é membro do Núcleo Docente Estruturante (NDE) e Colegiado do curso de Biomedicina da UniCEUMA, membro da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA/CEUMA) e membro do Colegiado do Mestrado Profissional em Gestão de Programas e Serviços de Saúde.

Angela Falcai

Possui graduação em Ciências Biológicas - Modalidade Médica pelo Centro Universitário de Araraquara (2003), mestrado em Imunologia pela Universidade de São Paulo (2006) e doutorado em Imunologia pela Universidade de São Paulo (2010). Pós-doutorado em Imunologia básica e aplicada, Universidade de São Paulo (2011, 2012 e 2013). Pós-Doutorado em Doenças parasitárias e imunologia das infecções pela Universidade Ceuma (2014). Especialização em acupuntura pelo Colégio Brasileiro de Acupuntura (2013). Revisora de projetos pela agência de fomento (FAPEMA). Atualmente é professor titular da Universidade Ceuma do Programa de Mestrado em Meio Ambiente e professora da da graduação de Farmácia e Medicina da Universidade Ceuma. Tem experiência na área de Imunologia, e meio ambiente, atuando principalmente nos seguintes temas: asma, citocinas, bay, sibilantes e il-12, fatores ambientais que influenciam o Meio ambiente, ácaros, baratas.

Anna Regina Lanner de Moura

Possui Licenciatura em Física pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos-UNISINOS (1974); Mestrado em Educação ? Área de Concentração: Educação Matemática, pela Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP (1983); Doutorado em Educação pela Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP (1995); Livre Docência pela Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP (2015). Professora aposentada da Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP. Tem vínculo institucional atual na Universidade CEUMA-UNICEUMA de São Luís do Maranhão. É membro do grupo de pesquisa em Ensino de Ciências e Matemática desta mesma Universidade. Foi membro fundador e é membro integrante do Grupo Interinstitucional de pesquisa PHALA da Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP que pesquisa e orienta na temática Educação, Linguagem e Práticas Culturais, incluindo as práticas escolares. Participa, também,

na qualidade de professora colaboradora e orientadora, do Programa de Pós-Graduação em Ciências e Matemática-PPGECM, na linha de pesquisa, Formação de professores para a educação em Ciências e Matemática-REAMEC do Instituto de Educação da Universidade Federal do Mato Grosso-UFMT.

Barbara Lima de Almeida

Biomédica com habilitação em Análises Clínicas pela Universidade Ceuma (UNICEUMA) e turismóloga em formação pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Durante a graduação realizou Iniciação Científica voluntária (2021) no laboratório de Microbiologia Ambiental (LAMIC), atuou na Linha de Pesquisa voltada para desenvolvimento de endofíticos secundários associados a plantas medicinais do estado do Maranhão, partir do estudo mecanismo de ação perante a plantas regionais como a Hibiscus sabdariffa conhecida popularmente como Vinagreira e o Jangonio frente a microrganismos *Candida spp.*, *Cryptococcus spp.*, *Staphylococcus spp.*, tendo em vista seu desenvolvimento em meios de cultura com interferência do extrato herbais, identificando o potencial de ação das plantas perante ao retardo da evolução em patologias humanas. Possui experiência em Análises Clínicas de maneira geral e exames de diagnóstico, possui afinidade em hematologia, parasitologia, bioquímica, micologia, microbiologia, meio ambiente.

Bruno Bavaresco Gambassi

Graduado em Educação Física pela Faculdade Social (BA), Especialista em Fisiologia do Exercício pela Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), Mestre em Saúde do Adulto e da Criança pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA) e Doutor em Educação Física pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Atualmente é professor do curso de Educação Física (Graduação) e do curso de Gestão de Programas e Serviços de Saúde (Pós-Graduação) da Universidade Ceuma. Já atuou nas áreas de avaliação física, fisiologia do exercício (futebol profissional), prescrição de exercício físico para grupos especiais e preparação física no alto rendimento. Possui experiência como docente em níveis de graduação e especialização nas disciplinas de Fisiologia do Exercício, Fisiologia Humana, Atividade Física na Saúde e na Doença, Treinamento Desportivo, Bioquímica do Exercício, Neurofisiologia e Fisiologia Endócrina, Avaliação Física, Nutrição Aplicada ao Exercício Físico e Socorros de Urgência. Nos últimos anos realizou pesquisas com os seguintes temas: Diferentes protocolos de exercícios físicos; Exercício físico e envelhecimento; Exercício físico e doenças crônicas degenerativas; Exercício físico e recursos ergogênicos.

Carlos Drielson da Silva Pereira

Graduado em Biomedicina, com habilitação em Análises Clínicas pela Universidade Ceuma-UNICEUMA (2018). Mestre em Biologia Microbiana pelo Programa de Pós Graduação em Biologia Microbiana (PPGBM) da Universidade Ceuma (2021). Aluno voluntário no Laboratórios de Microbiologia Ambiental da Universidade Ceuma. Atuação na linha de pesquisa Patogenicidade Microbiana: Caracterização fenotípica e molecular de microrganismos ambientais e patogênicos. Possui experiência em Microbiologia com ênfase em Biologia Molecular, atuando nos seguintes temas: biotecnologia, isolamentos clínicos e ambientais, atividade de extratos de produtos naturais, bioprospecção microbiana, agentes enteropatogênicos, infecção do trato urinário, caracterização molecular de fatores de virulência produzidos por bactérias patogênicas.



Carolina Azevedo Amaral

Possui graduação em Biomedicina pela Escola Superior de Educação (ESAMAZ), Brasil (2012). Especialização em Microbiologia Clínica (2016). Têm experiência na área de Análises Clínicas e Microbiologia Clínica Hospitalar. Atualmente, é Preceptora da Universidade CEUMA (UniCEUMA, São Luís, Maranhão) atuando no curso de Biomedicina. Discente do curso de Licenciatura em Biologia.

Celso Henrique Silva Leite Júnior

Engenheiro Ambiental (UniCEUMA/2014), Especialista em Geoprocessamento (PUC-Minas/2016) e Mestre em Sensoriamento Remoto (INPE/2018). Atualmente é Professor do Departamento de Engenharia Agrícola da UEMA e doutorando do Curso de Sensoriamento Remoto (INPE) onde estuda o impacto da fragmentação florestal (efeito de borda) nos estoques de carbono de florestas tropicais. Possui experiência em atividades de campo na Amazônia, mais especificamente em inventários florestais em áreas de florestas intactas e afetadas por incêndios florestais. Foi bolsista no INPE (2014-2016), onde atuou em pesquisa relacionada ao mapeamento de queimadas na Amazônia utilizando dados de Sensoriamento Remoto. Foi estagiário em Geotecnologias na Embrapa Cocais (2013-2014). Atua em pesquisas nas seguintes linhas: Dinâmica do Uso e Cobertura da Terra, Dinâmica do Fogo em Ecossistemas Tropicais, Mudanças Ambientais nos Trópicos, Dinâmica do Carbono, e Sensoriamento Remoto da Vegetação.

Cristina Maria Douat Loyola

Graduação em Enfermagem e Obstetrícia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1978), Mestrado em Ciências Sociais com área de concentração em Ciência Política no Instituto de Filosofia e Ciências Sociais / IFCS da Universidade Federal do Rio de Janeiro (1984) e Doutorado em Saúde Coletiva no Instituto de Medicina Social / IMS da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (1996), Pós Doutorado no Center for Addiction and Mental Health / CAMH da Universidade de Toronto-Canadá. Experiência na área de Enfermagem, Saúde Coletiva, Políticas Públicas e Saúde Mental. Diretora de Enfermagem do Instituto de Psiquiatria, IPUB / UFRJ (1994 a 2001). Coordenadora do Projeto de Extensão da UFRJ com o governo do Estado do Maranhão, Projeto Viva a Vida (2001 a 2003). Coordenadora Estadual de Saúde Mental da Secretaria Estadual de Saúde do Rio de Janeiro, na intervenção da Casa de Saúde Eiras Paracambi e do Instituto de Psiquiatria Teixeira Brandão (2004). Coordenadora do Projeto de Extensão Universitária "Hesfa no Vale do Jequitinhonha" (UFRJ/CPCD-MG). Diretora do Hospital Escola São Francisco de Assis da UFRJ (2005-2008) e coordenadora do Laboratório de Projetos e Pesquisa em Psiquiatria e Saúde Mental / LAPPEPSM / UFRJ. Consultora da Coordenação de Saúde Mental/ DAB / SAS / MS Consultora ad hoc da CAPES para demanda internacional desde 2005. Secretária Adjunta de Ações Básicas de Saúde da Secretaria de Estado da Saúde-MA, maio 2009 a dezembro de 2014. Consultora ad-hoc da Fundação de Amparo à Pesquisa do Maranhão, Coordenadora Geral do Projeto Cuidando do Futuro: Redução da Mortalidade Infantil em 10% em 17 municípios do Maranhão através de tecnologias sociais inovadoras que impactam os determinantes sociais em saúde (2009 a 2013), Coordenadora no foco Saúde, do Projeto nos Trilhos do Desenvolvimento parceria CPCD/VALE transformando municípios do MA em cidades sustentáveis. Coordenadora Projeto Cuidando do Futuro recurso FIA/VALE em duas Comunidades Quilombolas (Santa Rosa e Santa Joana) com foco nos de-

terminantes sociais de saúde. Coordenadora do Curso de Mestrado Gestão de Programas e Projetos de Saúde/ Mestrado Profissional da Universidade Ceuma. Recebeu os Prêmios: Gente que Faz/OPAS-2006, European Network of Living Lab/ENOLL (BRUXELAS 2012) com o projeto Caring for the future; Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (2012) e o Globalização e Ciência: Intercâmbio de Tecnologias para o Desenvolvimento Humano no Maranhão (2013/FAPEMA). Professora permanente do Curso de Mestrado em Programas e Projetos em Saúde da UNICEUMA (2012). Professor Colaborador do Mestrado em Saúde Mental do Instituto de Psiquiatria / IPUB /UFRJ (2015). Consultora em saúde para o Projeto " Nos Trilhos do Desenvolvimento" coordenado pelo Centro Popular de Cultura e Desenvolvimento /CPCD e parceria com a Cia Vale e do Projeto Cuidadoras Leigas da Fundação Vale e CPCD. Consultora de Saúde do Centro Popular de Cultura e Desenvolvimento / CPCD.

Dalinajara Oyama Homma

Mestrado em Meio ambiente pela Universidade Ceuma, especialização pela Universidade Ceuma(2004), graduada em Direito pela Universidade Ceuma (2000). Atualmente é professora de Direito Penal da Universidade CEUMA e Coordenadora do Escritório-Escola Professor Antenor Mourão Bogéa/Campus Renascença. Já exerceu a função de Coordenadora Adjunta da Universidade Ceuma/Unidade Anil, Coordenadora do Escritório-Escola/Campus Renascença e Coordenadora do NPJ/Campus Renascença e Unidade Anil.

Debora Maria Nascimento Silva

Carreira desenvolvida na área de Pedagogia, com experiência coordenação pedagógica, gerenciamento de equipe, orientação de alunos e professores, elaboração de atividades interdisciplinares e desenvolvimento e implementação de projetos educacionais e pedagógicos, contribuindo para a conquista de melhorias na qualidade dos processos de ensino e aprendizagem.

Diego Rosa dos Santos

Possui graduação em Engenharia Mecânica pela UEMA (2011), Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho pela LABORO/ESTÁCIO DE SÁ (2015) e Mestrado em Meio Ambiente pela universidade CEUMA (2018). Atualmente é Professor da Universidade CEUMA dos cursos de graduação em Engenharia Mecânica e Engenharia Civil, Membro do Núcleo Docente Estruturante - NDE do curso de Engenharia Mecânica da Universidade CEUMA, Professor substituto da Universidade Estadual do Maranhão do departamento de Engenharia Mecânica, e no CREA-MA exerce a função de Conselheiro Regional, Diretor Financeiro e Representante do plenário na Coordenadoria Nacional das Câmaras Especializadas de Segurança do Trabalho. Presta consultoria na área de estruturas e postos de combustíveis. Possui experiência como coordenador técnico. Coordenador do curso de especialização em engenharia de segurança do trabalho da universidade CEUMA desde de março de 2018.



Eduardo Henrique Costa Rodrigues

Possui graduação em Oceanografia (2012) e mestrado em Sustentabilidade de Ecossistemas pela Universidade Federal do Maranhão (2014) e doutorado em Ciências Ambientais pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2019). Atualmente é professor da Universidade Ceuma e pesquisador no Laboratório de Limnologia do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo - USP. Tem experiência na área de Ecologia, com ênfase em Ecologia de Ecossistemas, atuando principalmente nos seguintes temas: poluição e qualidade da água, eutrofização, fitoplâncton, ecologia de reservatórios e bacia hidrográfica.

Elias Victor Figueiredo dos Santos

Possui graduação em Fonoaudiologia pela Universidade CEUMA (2011), Doutorando em Odontologia pela Universidade Federal De Uberlândia/Universidade Ceuma, Mestrado em Meio Ambiente pela Universidade Ceuma (2020), Pós-graduação em Psicopedagogia Clínica e Institucional pela Faculdade de Ensino Superior Dom Bosco, Pós-graduação em Terapia Intensiva pela Faculdade Unyleya, Pós-graduação em Neurociência pela Faculdade Futura, Pós-graduação em Estudos da Audição pela Faculdade Unyleya, Pós-graduação em Acupuntura pela Faculdade Batista Brasileira do Recôncavo, Pós-graduação em Estudos em Otorrinolaringologia pela UniBF. Formação Profissional em Acupuntura pelo Instituto Universalis. Aperfeiçoamento em Mental Health And Psychosocial Attention(EUA). Atualmente é Preceptor em Fonoaudiologia da Universidade Ceuma; Professor Convidado do Aperfeiçoamento em Odontopediatria da FACOP; Coordenador de Fonoaudiologia da Clínica São José; Fonoaudiólogo Responsável da UPC Hospital Pediátrico; Fonoaudiólogo e Acupunturista da Bebê da Vez Assessoria; Sócio-proprietário e Professor da VF SAÚDE Consultoria e Treinamento. Atua principalmente nas seguintes áreas: Neonatologia, Audiologia, Otoneurologia, Acupuntura e Terapias Integrativas.

Erika Alves da Fonseca Amorim

Bióloga pela Faculdade Frassinette do Recife (2010), especialista em microbiologia clínica e biologia molecular (2019), mestre em Biologia Microbiana pela Universidade Ceuma (2020). Experiência em Laboratório de Microbiologia Ambiental (2017-2020) como pesquisadora/bolsista FAPEMA com ênfase em processos biotecnológicos, produção e extração de metabólitos secundários de microrganismos endofíticos. Doutoranda pelo programa de pós graduação da Universidade Federal de Uberlândia/Ceuma, pesquisadora/bolsista CAPES com projeto de caracterização imuno-bioquímica e microbiológica de fluídos corporais de indivíduos infectados pelo vírus SARS-COV-2.

Erima Joyssielly Mendonca Castro

Graduada em Engenharia Ambiental pela Universidade CEUMA (2019). Especializações em curso: Geoprocessamento; Gestão, auditoria, perícia e licenciamento ambiental; Segurança do Trabalho pelo PPG - FACUMINAS. Mestra em Microbiologia pelo Programa de Pós Graduação em Biologia Microbiana da Universidade CEUMA (2021). Doutoranda do PPG - Biodiversidade e Biotecnologia na Amazônia (BIONORTE). Possui experiência na área de microbiologia com ênfase em Biotecnologia, Diversidade microbiana e Controle biológico, atuando nas temáticas: Atividade de extratos microbiano, fungos fitopatogênicos, bioprospecção de microrganismos, modelos alternativos para avaliação de toxicida-

de, biocontroladores e uso de agroquímicos.

Eunice Silva de Paula Pinto

Graduação em Medicina pela Universidade Ceuma, UNICEUMA, Brasil.

Felicia Maria Melo Aragão

Graduação em Engenharia Ambiental pela Universidade Ceuma, UNICEUMA, Brasil.

Felipe Bastos Araruna

Doutor em Biotecnologia pela RENORBIO (Rede Nordeste em Biotecnologia) campo focal UFMA (Universidade Federal do Maranhão), Mestre em Biotecnologia pela UFPI (Universidade Federal do Piauí), Especialista em Biotecnologia pela Faculdade de Tecnologia Evolução, Graduado em Licenciatura em Química pelo IFPI (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí) e Técnico em Análises Químicas pelo IFMA (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão). Possui experiências científicas nos grupos de pesquisa Biotec-UFdPAR (Universidade Federal do Delta do Parnaíba) (Vínculos: iniciação científica e técnico em química) e Grupo de Pesquisa em Materiais Avançados da UFABC (Universidade Federal do ABC) (Vínculo: Estágio Técnico-Científico). Atuou como Técnico em Química da UFPI, VALE, ALUMAR, Ênfase Consultoria e como professor no Liceu Parnaibano e Curso Preparatório Fênix. Atualmente é Técnico de Laboratório/Área: Química da UFMA - Departamento de Tecnologia Química. Atua em duas principais linhas de pesquisa: Nanotecnologia e Biotecnologia, com ênfase em sínteses verdes de nanopartículas.

Fernanda Costa Rosa

Bióloga, mestre em Biologia Parasitária pela Universidade CEUMA e doutoranda pela rede Bionorte - Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal . Tem experiência na docência do ensino superior e trabalhou com pesquisas envolvendo fungos. Atualmente realiza pesquisas atuando principalmente nos seguintes temas: Patogenicidade de microrganismos, Endofíticos e Bioprospecção de produtos naturais.

Fernanda Oliveira Sousa Araruna

Atua como professora de Ciências moleculares e celulares, Anatomia, Fisiologia, Saúde Coletiva e áreas afins, nos cursos de Fisioterapia, Educação Física, Enfermagem, Nutrição, Odontologia na Faculdade Pitágoras São Luis - MA. Supervisora de estágio em Atenção Básica do curso de Fisioterapia, na Faculdade Pitágoras São Luís - MA. Doutora em Biotecnologia pelo programa de pós graduação da RENORBIO (Rede Nordeste em Biotecnologia), ponto focal São Luís- MA, atuando nos seguintes temas: atividade cicatrizante, formulações com mesocarpo de coco Babaçu, atenção a pacientes com disfagia. Mestre em Biotecnologia pela Universidade Federal do Piauí - UFPI, Especializada em UTI adulto e neonatal pela Faculdade Inspirar. Graduada em Fisioterapia pela Universidade Federal do Piauí - UFPI. Técnica em Análise Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão - IFMA.



Fillipe Pinheiro Pereira

Graduação em Engenharia Ambiental pela Universidade Ceuma, UNICEUMA, Brasil.

Flor de Maria Araújo Mendonça Silva

Graduada em Psicologia pela Universidade - Brasília - DF (1976). Doutora em Saúde Coletiva pela Universidade Federal do Maranhão (2014); Mestre em Saúde Materno Infantil (2009) Universidade Federal do Maranhão; Docente da Universidade CEUMA nos cursos de Psicologia, Medicina e Enfermagem. ; Professora Permanente do Mestrado em Gestão de Programas e Serviços de Saúde da Universidade CEUMA; Consultora ad hoc FAPEMA/MA. Pesquisadora do Núcleo de Estudos em Gestão em Saúde (NEGESA/UNICEUMA); Pesquisadora do Núcleo de Pesquisa em Saúde Coletiva do Maranhão (NUPESCMA/UNICEUMA); Pesquisadora e Líder do Grupo de Pesquisa em Saúde Coletiva e Políticas Públicas (NIEPP/UNICEUMA).

George Colares Silva Leite Júnior

Mestre em Meio Ambiental, Universidade CEUMA, São Luís-MA

Hyasmim Pinto Dutra

Graduação em Engenharia Ambiental pela Universidade Ceuma, UNICEUMA, Brasil.

Igor Eduardo Costa Martins

Graduação em andamento em Educação Física pela Universidade Ceuma, UNICEUMA, Brasil.

Isabela Teixeira dos Santos

Graduação em Medicina pela Universidade Ceuma, UNICEUMA, Brasil.

Jadenn Rubia Lima Costa

Graduada em Fonoaudiologia pela UNIVERSIDADE CEUMA. Mestre em Meio Ambiente (tendo como linha de pesquisa saúde e meio ambiente) pela UNIVERSIDADE CEUMA. Pós-graduada em Fonoaudiologia Hospitalar com Enfoque em Disfagia pela ESAMAZ. Pós-graduada em Distúrbios da Fala e da Linguagem pelo CENTRO UNIVERSITÁRIO FAVENI. Atualmente é Preceptora na UNIVERSIDADE CEUMA do curso de Fonoaudiologia.

Jessflan Rafael Nascimento Santos

Engenheiro Ambiental e Mestre em Meio Ambiente pela Universidade CEUMA (2018.1). Atua nas áreas de mudanças climáticas e extremos climáticos na Região de Transição Amazônia-Cerrado no Estado do Maranhão. Integrante do grupo de Pesquisa de Gestão e

Qualidade Ambiental e Geotecnologias no Estudo dos Ecossistemas Maranhenses (CNPq) desde 2013, tem experiência em gestão de projetos de pesquisa, desenvolvimento de metodologias de estudos ambientais utilizando dados de sensoriamento remoto e geoprocessamento.

Jessica Barbosa dos Passos Ericeira

Mestre em Meio Ambiente, Universidade Ceuma, São Luís-MA. Especialista em Ensino de Ciências na Faculdade Venda Nova do Imigrante (FAVENI). Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). Atualmente sou gestora pública municipal de Santa Luzia - MA. Atuou na Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Santa Luzia MA (SEMMA). Faço parte do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Mearim CBH-RIO MEARIM). Tenho experiência na área de Biologia Geral. trabalho nos seguintes temas: Ensino de Ciências e Biologia, Educação Ambiental, Gestão Ambiental, Licenciamento Ambiental e Fiscalização Ambiental.

Jhessica Ribeiro Martins

Engenheira Ambiental, formada em grau de bacharel pela Universidade CEUMA em São Luís - MA. Estagiei pela empresa multinacional Veolia Serviços Ambientais. Mestre em Meio Ambiente, atuante no laboratório de microbiologia ambiental, no qual possuo estudos voltados para as técnicas de biorremediação em solos contaminados com agrotóxicos.

Josenia Costa Ribeiro

Mestrado em Saúde Coletiva, Universidade Federal do Maranhão, conclusão 2014; Especialização de Acupuntura, Centro Integrado de Estudos e Pesquisa do Homem, Conclusão em 2005; Especialização em Fisioterapia Cardiorrespiratória, Universidade Tuiuti do Paraná, conclusão em 202; Graduação em Fisioterapia, Universidade Bandeirantes de São Paulo, 2000. Possui experiência em Fisioterapia, com ênfase em Fisioterapia Cardiorrespiratória, experiência em Docência no Ensino Superior na área da saúde e Pós graduação.

Juliana Oliveira Borges

Graduação em Medicina pela Universidade Ceuma, UNICEUMA, Brasil.

Julliana Ribeiro Santos Alves

Possui graduação em Biomedicina e Mestrado em Biologia de Fungos pela Universidade Federal de Pernambuco, Doutorado em Ciências Biológicas (Microbiologia) pela Universidade Federal de Minas Gerais e Pós-Doutorado (2015-2016) pelo Departamento de Microbiologia da UFMG. Atualmente é Professora e Pesquisadora dos Programas de Mestrado em Biologia Microbiana e de Mestrado em Meio Ambiente da Universidade CEUMA (UNICEUMA) e do Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede Bionorte. Realizou Doutorado Sanduiche (2013) no Biomedical Laboratory and Diagnostics Program (Michigan State University-USA). É consultora Ad Hoc do Comitê Assessor Técnico-Científico da FAPEMA. Possui experiência em Microbiologia (com ênfase em Micologia Médica e Microbiologia Industrial) e em Saúde e Meio Ambiente,



com ênfase na modulação dos indicadores ambientais na saúde humana, atuando nos seguintes temas: Clima e Micoses, Coinfecção tuberculose/ HIV e micoses, Criptococose, Resistência aos Antimicrobianos, Farmacocinética e Farmacodinâmica, Modelo murino de infecções fúngicas, Interação Patógeno-Hospedeiro, Biologia Molecular de Microrganismos, Biotecnologia e Processos fermentativos. Na área profissional, possui experiência no Diagnóstico Laboratorial, com ênfase em liberação de laudos na área de Análises Clínicas. Foi bolsista de Produtividade em Pesquisa (Modalidade Jovem Doutor) pela FAPEMA, no período de 2018-2019. Atualmente é bolsista de Produtividade (FAPEMA) com vigência: Setembro/2021 a Agosto/2022.

Keila Maria Veras Soares Silva

Possui graduação em Pedagogia pela Universidade Ceuma (2004). Atualmente é supervisor escolar - Secretaria de Estado de Educação e coordenadora do curso de pedagogia da Faculdade do Maranhão. Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Métodos e Técnicas de Ensino, atuando principalmente nos seguintes temas: infância, aprender, brincar, educação e prática de ensino.

Leo Ruben Lopes Dias

Possui graduação em Licenciatura em Biologia pelo Instituto Federal do Maranhão - IFMA (2010-2015), com experiência em Ciência, Pesquisa e Tecnologia tendo desenvolvido projetos de pesquisa na área, onde foi bolsista da FAPEMA (2012-2013). Possui graduação em Biomedicina pela Universidade CEUMA (2016-2020), onde desenvolveu projetos de pesquisa, artigos científicos e participação em ligas acadêmicas. Mestre em Meio Ambiente - Sub área M. Ambiente e Saúde pela Universidade Ceuma (2017-2019). Atualmente doutorando em Biotecnologia pela Universidade Federal do Maranhão (2019-2021). Possui experiência em Biologia Geral com ênfase em Biotecnologia e Microbiologia.

Luciana Linard Silva Malveira

Mestrado em andamento em DIREITO E AFIRMAÇÃO DE VULNERÁVEIS pela Universidade Ceuma, UNICEUMA, Brasil. Possui graduação em Direito pela Universidade de Fortaleza (2001). Atualmente é ANALISTA JUDICIÁRIO - ÁREA JUDICIÁRIA da TRIBUNAL REGIONAL ELEITORAL DO MARANHÃO.

Luiza Helena Everton Coelho

Graduação em Medicina pela Universidade Ceuma, UNICEUMA, Brasil.

Marcia Rodrigues Veras Batista

Enfermeira formada pela Universidade Ceuma do Maranhão-UNICEUMA (2006). Mestre em Gestão de Programas e Serviços de Saúde pela Universidade Ceuma do Maranhão-UNICEUMA (2014). Especialista em Enfermagem Obstétrica e Neonatal pelo Instituto de Ensino Superior de Londrina (2009) e em Enfermagem Intensiva de Alta Complexidade pela Universidade Gama Filho (2013). Membro do Núcleo de Apoio ao Discente-NAPED e do Centro de Simulação Realística-CSR. Pesquisadora do grupo programas integrados

em Saúde Coletiva .Atualmente Docente do curso de Medicina nas Disciplinas do Programa de Integração Básica em Saúde-PIBS(7 e 8 períodos) e Eixo de Habilidades Médicas VIII. Membro do colegiado do curso de enfermagem do Uniceuma. Docente no curso de Enfermagem das Disciplinas Práticas de Enfermagem em Terapia Intensiva . Vice-Diretora Científica da Liga Acadêmica de Habilidades de Enfermagem da Universidade Ceuma (2015) e Liga de Terapia Intensiva-LATIN (2017). Experiência Hospitalar em Unidade de Terapia Intensiva Neonatal,Pediátrica e Adulto.

Maria Bernardete Barros Figueiredo

Graduada em Medicina (UFMA) e Enfermagem (UFMA), Mestranda em Meio Ambiente (UNIVERSIDADE CEUMA)Residência Médica em Ginecologia e Obstetrícia (UFMA), Pós-graduanda em Medicina do Trabalho (LABORO). Atualmente é Servidora Pública Estadual na MACMA, Servidora Pública Estadual, Servidora Pública Municipal do Posto de Saúde Unidade Bairro de Fátima, Professora Titular da UNIVERSIDADE CEUMA, Médica Ginecologista-Obstetra da Clínica SIM, Médica Ginecologista-Obstetra da Clínica PARTMED.

Maria Claudia Gonçalves

Possui Graduação em Fisioterapia pela Pontifícia Universidade Católica (PUC) (2004), mestrado (2010) e Doutorado (2014) pela Universidade de São Paulo (USP) no programa de pós-graduação em Reabilitação e Desempenho Funcional, bolsista FAPESP. Foi professora do Instituto Unificado de Ensino Superior OBJETIVO (IUESO), ministrante das disciplinas de Anatomia Musculoesquelética e Recursos Termofototerapêuticos do período de 08/2014 a 12/2014. Atualmente é Coordenadora de Iniciação Científica, professora do curso de graduação em fisioterapia das disciplinas de Fisiologia humana, recursos eletrofototerapêuticos, Fisioterapia Ortopédica, aprendizado motor e professora do Programa de Mestrado em Meio Ambiente das disciplinas de Ergonomia e meio Ambiente e Metodologia Científica, linha de pesquisa com ênfase na Ergonomia Ambiental e disfunções musculoesqueléticas (DTM e Cefaleia) e suas interações com a postura e Movimento Humano. Desde 2017 é responsável pelo ambulatório de Fisioterapia em dor orofacial e Cefaleia (AMDORF) da Universidade CEUMA. Líder do Núcleo de pesquisa Interdisciplinar de Estudos da Dor, membra dos Núcleos de Pesquisa em reabilitação Funcional (NUPERF) e Mecanismos de modulação de saúde e ambiente no Maranhão. Representante nacional da ABENFISIO, membra da Comissão de Educação do CREFITO 16 e bolsista produtividade da Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão - FAPEMA.

Maria Lucia Alvino

Graduada em Licenciatura plena em Educação Artística - Habilitação em Música - pela Universidade Federal do Piauí (1996). Especialista em Metodologia do Ensino de Artes pelo Centro Universitário Internacional - UNINTER (2012). Bacharel em Direito pela Universidade CEUMA (2020). Especialista em Direito Constitucional Aplicado pela Faculdade Legal (2021). Mestranda em Meio Ambiente (2021 - em andamento) - Universidade CEUMA.



Mariana Nogueira Guimarães

Possui Graduação em Direito pelo Centro Universitário do Maranhão (2020). Durante a graduação destacou-se como o 4º melhor da sua turma no ano de 2016. O 3º melhor da turma no ano de 2017 e o 5º melhor da turma no ano de 2019. Durante sua jornada acadêmica, participou dos eventos: II Congresso Acadêmico do Curso de Direito da Universidade Ceuma & XXI Jornada Jurídica Acadêmica (2015), III Congresso Nacional do Curso de Direito & XXIII Jornada Jurídica Acadêmica da Universidade Ceuma (2016), IV Congresso Nacional do Curso de Direito da Universidade Ceuma & XXIX Jornada Jurídica Acadêmica (2017), V Congresso Nacional do Curso de Direito, XXV Jornada Jurídica Acadêmica e Congresso Internacional de Direito da Universidade Ceuma (2018), bem como do VII Simpósio Jurídico da Universidade Ceuma Violência, Segurança Pública e Direitos Humanos (2019). Além disso, participou do 11º Congresso Estadual do Ministério Público do Maranhão (2021). Atualmente é Servidora Pública lotada na Procuradora Geral de Justiça do Estado do Maranhão, Pós-Graduada *Latu Sensu* em Direito do Consumidor pelo Instituto Damásio Educacional e Mestranda em Meio Ambiente pelo Centro Universitário do Maranhão.

Matheus Silva Alves

Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Maranhão (2010), mestrado em Biologia Parasitária pela Universidade Ceuma (2016) e doutorado em BIODIVERSIDADE E BIOTECNOLOGIA - REDE BIONORTE pela Universidade Federal do Amazonas (2021). Atualmente é professor titular da Universidade Ceuma. Tem experiência na área de Genética, com ênfase em Genética, atuando principalmente nos seguintes temas: antibacterial activity, adenovirus, bauhinia forficata,, chlamydomyxa pneumoniae e pneumonia adquirida na comunidade.

Maycon Henrique Franzoi de Melo

Doutor em Ciências Sociais pela Universidade Federal do Maranhão, 2017 (UFMA). Mestre em Antropologia Social pela Universidade Federal de Santa Catarina, 2012 (UFSC). Graduação em Licenciatura em Ciências Sociais pela Universidade Metropolitana de Santos, 2019 (UNIMES). Graduação de Licenciatura Plena em Educação Física pela Universidade Estadual de Maringá, 2005 (UEM). No âmbito da graduação atua como professor na Universidade CEUMA. Atua como professor colaborador no Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente (UNICEUMA) Pesquisador do Núcleo de Antropologia Visual e Estudos da Imagem, Grupo de Antropologia Urbana e Marítima (UFSC). Pesquisador do Grupo Estado Multicultural e Políticas Públicas (UFMA). Pesquisador do Grupo de Pesquisa em Ciências da Saúde e do Esporte onde coordena a Linha de Pesquisa Estudos sócio-culturais em Educação Física. Pesquisador do Grupo de Pesquisa Geotecnologias no Estudo dos Ecossistemas Maranhenses. Participa de pesquisas nas áreas de Educação, Etnologia Indígena e Meio Ambiente.

Mayara Lucyanne Santos de Araújo

Doutoranda em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, na linha de pesquisa Recursos Hídricos. Engenheira Ambiental pela Universidade CEUMA (conclusão em 2015.2). Bolsista PROUNI integral. Graduação Sanduíche na

Universidade de Coimbra, Portugal. Mestre em Geociências Aplicadas pela Universidade de Brasília - UNB, na linha de pesquisa Geoprocessamento e Análise Ambiental. Dissertação na área Agrícola, Meteorológica e Climática. cursando especialização em Geoprocessamento no Instituto Federal do Maranhão - IFMA. Técnica em Meteorologia pela UEMA - Universidade Estadual do Maranhão (2015). Iniciação Científica no estudo das mudanças climáticas no Estado do Maranhão, por meio de geotecnologias e análises de tendências. Integra o grupo de pesquisas de Gestão e Qualidade Ambiental (CNPq). Nas competências profissionais desenvolvidas constam a gestão de projetos de pesquisa, desenvolvimento de metodologias de estudos ambientais utilizando imagens de satélites, observação de tendências climáticas e aptidão agrícola de culturas. Atuou como docente no Instituto Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IEMA), ministrando aulas para o curso técnico em Meio Ambiente e coordenadora da base técnica da instituição.

Mikaelle Luzia Silva Dutra

Graduada em Engenharia Ambiental pela Universidade Ceuma, São Luís MA, Brasil. Iniciou sua carreira acadêmica no primeiro ano de graduação - 2016. Desenvolve pesquisas no Laboratório de Ciências do Ambiente (LACAM) e no Laboratório de Geotecnologias (LAB-GEO) da Universidade Ceuma. Possui conhecimento em: elaboração de mapas ambientais através do software QGIS; análises físico-químicas de água, solo e sedimento. Integra a Liga Acadêmica de Meio Ambiente (LACMA) da Universidade Ceuma.

Nathália Silva Castro

Arquiteta e Urbanista, trabalha na área há 6 anos, atualmente trabalha na Agência Estadual de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural do Maranhão, elabora projetos arquitetônicos voltados para o pequeno agricultor familiar rural, tais como: Casa de Farinha, Beneficiamento de Castanha de Caju, Abatedouro Frigorífico de Aves, Abatedouro de Suíno, Entrepasto de Ovos, Abatedouro Frigorífico de Pescados, Beneficiamento de polpa de fruta. Projetos estes que necessitam estar dentro dos padrões arquitetônicos exigidos pela vigilância sanitária e o órgão responsável pela aprovação. Pós Graduada em Engenharia de Segurança do Trabalho. Especializada em Programa de Desenvolvimento Profissional - Eixo Docência Atualmente Finalizando o Mestrado em Meio Ambiente , a defesa da Tese será em Julho de 2022 Aprovada em 2022 no Processo Seletivo de Professor Substituto da UEMA, Edital n 285.

Neemias Muniz de Souza

Mestre em Construção Civil. Possui graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Ceuma (2013). Atualmente é prefeito da Universidade Ceuma. Tem experiência na área de Arquitetura e Urbanismo, com ênfase em Projeto de Arquitetura e Urbanismo.

Neuriane Silva Lima

Atualmente Engenheira Ambiental pela Universidade Ceuma e Técnica em Meio Ambiente pela Escola Técnica Imperador. Mestranda em Meio Ambiente, Universidade CEUMA, São Luís-MA. Tem experiência na área de Ciências Ambientais, com ênfase em análises de solo, análises de água, conservação de ecossistemas e compostagem. Foi Estagiária no



Laboratório de Ciências do Ambiente - LACAM, laboratório do Mestrado em Meio Ambiente. em sua graduação foi Diretora Científica da Liga Acadêmica de Meio ambiente - LAC-MA, da Universidade Ceuma e Diretora Financeira da Empresa Junior GeoTen.

Osias de Oliveira Santos Filho

Possui graduação em Direito pela Faculdade do Vale do Itapecuru (2012) e graduação em História pela Universidade Federal do Maranhão (2000). pós graduado em Desenvolvimento Regional (UEMA, 2012). Mestrando em Meio Ambiente (Uniceuma, 2020). Pós-Graduando em Advocacia Trabalhista e Previdenciária (Escola Superior de Advocacia do Maranhão-ESA/MA, em convênio com a SVT Faculdade, 2021).

Paulo Cesar Mendes Villis

Professor da Universidade do Ceuma - UNICEUMA, lotado como Professor de Graduação em Engenharia Ambiental e Coordenador da Produção Intelectual da Universidade CEUMA. Possui graduação em Química Industrial pela Universidade Federal de Santa Maria (2001), graduação em Química - Licenciatura Plena pela Universidade Federal de Santa Maria (2002), mestrado e doutorado em Química Inorgânica pela Universidade Federal de Santa Maria (2003, 2007) e pós-doutorado pela Universidade Federal de Alfenas - UNIFAL - MG (2011, FAPEMIG e 2012, CAPES, PNPd). É pesquisador e consultor ad hoc FAPEMA/MA. Líder do Grupo de Pesquisa Química Tecnológica e Ambiental, cadastrado no CNPq. Tem experiência na área de Química, com ênfase em Cristalografia e Eletroquímica, atuando principalmente nos seguintes temas: síntese inorgânica, novos materiais, biomateriais, sensores, química ambiental, química medicinal, polimorfismo fármacos, triazenos e complexos de coordenação.

Paulo Vinicius Moreira e Silva

Mestrado em andamento em Meio Ambiente pela Universidade Ceuma, UNICEUMA, Brasil. Graduação em Educação Física pela Universidade Federal do Maranhão, UFMA, Brasil. Graduação em Direito pela Universidade Ceuma, UNICEUMA, Brasil.

Poliane Amorim do Vale

Graduação em andamento em Educação Física pela Universidade Ceuma, UNICEUMA, Brasil.

Rafael Pereira Gonsioroski

Possui graduação em Direito pela Universidade Ceuma (2015). Pós-graduado em Processo civil e direito civil. Mestrando em Meio Ambiente. Assistente Jurídico na Empresa Maranhense de Serviços Hospitalares - EMSERH (2017-2018). Atualmente é advogado na Universidade Ceuma. Supervisor Técnico do Escritório Escola.

Raphael Ferreira Rodrigues

Graduação em Engenharia Ambiental pela Universidade Ceuma, UNICEUMA, Brasil.

René Cordeiro dos Santos

Graduação em Farmácia pela Universidade Ceuma, UNICEUMA, Brasil.

Rita de Cássia Mendonça de Miranda

Possui graduação em Ciências Biológicas pela Faculdade de Frassinetti do Recife (1997) especialização em biotecnologia pela UNIMONTES e mestrado em Biotecnologia de Produtos Bioativos pela Universidade Federal de Pernambuco (2001). Doutora em Biologia de Fungos pela UFPE. Tem experiência na área de microbiologia, com ênfase em Biotecnologia. Atuou no ensino básico no Colégio de Aplicação da UFPE, ministrando ciências e biologia para ensino fundamental e médio, bem como no ensino de graduação e pós graduação onde ministrou as disciplinas de microbiologia básica, microbiologia ambiental e prevenção e controle da poluição atmosférica. Realizou o pós doutoramento como bolsista do programa PNPD na Universidade Federal de Sergipe vinculada ao mestrado de Ciências e Tecnologia de Alimentos, onde atuou na investigação de compostos de aroma em frutos tropicais e produção de pigmentos e compostos de aroma por via biotecnológica, além de ministrar disciplina no programa de Pós Graduação em Ciências e Tecnologia de Alimentos e no Instituto Tecnologia e Pesquisa (ITP), da Universidade Tiradentes desenvolvendo projetos na área de Biotecnologia e Bioprocessos. Atualmente é professora da Universidade Ceuma, vinculada aos programas de mestrado em Meio Ambiente como professora permanente e Biologia Microbiana como professora colaboradora além de atuar nos cursos de graduação em Engenharia Ambiental, Fisioterapia, Nutrição e Biomedicina. Pertence ao quadro de professores permanente do Doutorado em Rede de Biodiversidade e Bioecologia da Amazônia Legal atuando com pesquisas na área de Biorremediação, Tratamento de Resíduo e Investigação de Compostos Bioativos.

Rômulo Diego Marinho Siqueira

Graduado em Engenharia Mecânica pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão IFMA e pela Lawrence Technological University LTU (EUA), participando como bolsista CAPES no programa Ciência sem Fronteiras. Possui fluência em língua inglesa, experiências com monitorias no Departamento de Mecânica e Materiais, iniciações científicas e projetos de extensão acadêmica (nacionais e internacionais) nas áreas de Engenharia de Materiais, Motores à Combustão Interna, Mecânica dos Fluidos, Energias Renováveis, Projeto de Máquinas e Aeronáutica. Possui ainda experiências profissionais nacionais e internacionais. Atualmente é graduando de Medicina no Centro Universitário do Maranhão CEUMA.

Sérgio Fernando Saraiva da Silva

Doutor em Educação pela Universidade Lusófona (Lisboa-PT), com o Título: A ACÚSTICA COMO UM DOS PRINCIPAIS MECANISMOS NA FORMAÇÃO DO CIDADÃO: UM PROCESSO PRESENTE NOS ESPAÇOS DE ENSINO. Possui Graduação em Ciências com habilitação



em Física pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). Especialização em Ensino de Física (UEMA) atuando nos ensinamentos fundamental, médio e superior. Graduado também no bacharelado em Engenharia Ambiental do qual faz parte de todo processo histórico, desde a criação até a chancela do MEC como o primeiro e melhor curso desta especificidade no Estado do Maranhão. Faz parte também da criação da Associação Maranhense dos Engenheiros Ambientais, AMEA, sendo prestigiado com o título de Sócio Benemérito e atualmente ocupa o cargo de Presidente. Autor da primeira inclusão em matriz curricular de ensino do conteúdo de Acústica Ambiental. Técnico em Eletrotécnica pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina, CEFET/SC, onde também chancela o ensino médio. No ensino básico tem destaque a vivência intensa com a consagrada doutrina Champagnat no colégio Marista, em São Luís-MA. Desde 2001 é membro da SOBRAC onde desenvolve estudos em parceria com a UNICAMP, USP e PUC nos assuntos que tangem sobre a influência do som no comportamento humano, vivenciando uma realidade técnica de renomados laboratórios como LAV/UFSC e LNEC/PT. Atualmente ocupa o cargo de 1º Secretário da Diretoria da SOBRAC. Atua na área de Ensino por mais de 20 anos passando pelas diversas etapas de formação, amadurecendo a percepção teórica e prática, colaborando constantemente com diversos segmentos e tecnologias educacionais, podendo destacar a parceria técnica com o Centro Industrial de Equipamentos de Ensino e Pesquisa, CIDEPE. O último vínculo institucional celetista atesta a experiência madura no Ensino Superior trabalhando gradativamente como Professor, Coordenador de Cursos, Gestor de Campus e Pró-Reitor de Pós Graduação, Pesquisa e Extensão. Desenvolve trabalhos de Ensino, Pesquisa e Extensão no que tange o conteúdo Energia e Acústica. Auxilia tecnicamente o Poder Público no controle das Emissões Sonoras, participando diretamente da construção da primeira Lei Municipal da Capital do Estado do Maranhão, Lei Nº 6287 DE 28/12/2017. Trabalha no projeto de "Controle das Emissões Sonoras" resultando na "Medalha Simão Estácio da Silveira" conforme Decreto Legislativo nº 010/2018. Faz parte também Sindicato dos Engenheiros, Clube de Engenharia, IBAPE e do grupo de Peritos do CPTEC da Corregedoria Geral da Justiça do Estado do Maranhão. Trabalha como Professor, Escritor e Consultor Técnico da JPS Cork Brasil, CONSTRUCOMPRES e Instituições de Ensino em ambientes presenciais e online. Ocupa o cargo de Superintendente do CREA-MA.

Thiago Allisson Cardoso de Jesus

Advogado, inscrito na OAB Seccional Maranhão. Pós-doutor pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Criminais da Escola de Direito da Pontifícia Universidade Católica (PUC/RS) do Rio Grande do Sul (Capes 5), sob orientação do Prof. Dr. Nereu Giacomolli. Pós-doutor em Desigualdades Globais e Justiça Social: diálogos Sul e Norte pela Faculdade de Direito da UnB em parceria com a Faculdade Latino-americana de Ciências Sociais. Faz Pós-Doutorado em Direitos Humanos pela Universidade de Salamanca, Espanha. Doutor em Políticas Públicas pela Universidade Federal do Maranhão (2017), sob orientação da Profa. Dra. Claudia M. da Costa Gonçalves. Pesquisador da International Research Network and observatory on Global Enforced Disappearance (ROAD) e do Núcleo Estruturante de membros permanentes do Seminário Brasileiro de Teses em Ciências Criminais, organizado pelo Instituto Brasiliense de Direito Público, da Revista Brasileira de Ciências Criminais e da Revista Brasileira de Direito Processual Penal. Mestre em Políticas Públicas (2012) pelo PGPP/UFMA (Capes 6), sob orientação do Prof. Dr. Paulo Roberto B. Ramos. Editor-Assistente na Revista Brasileira de Direito Processual Penal (RBDPP). Membro do Conselho Editorial da Revista do Conselho Nacional do Ministério Público. Especialização em Compliance pelo Instituto de Direito Penal Econômico da Universidade de Coimbra (Previsão de término para novembro de 2020). Professor Adjunto I do Curso de Direito da

Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) e da graduação em Direito e pós-graduação em Ciências Criminais em Direito na Universidade Ceuma. Orientador de Iniciação Científica na Universidade CEUMA (PIBIC/FAPEMA/CEUMA) e na Universidade Estadual do Maranhão (FAPEMA/CNPQ). Professor Pesquisador I (CAPES/UAB) na UEMANET e na Faculdade Estácio São Luís. Desenvolve atividades extensionistas na área da Cultura de Paz, Mediação Escolar, Justiça Restaurativa, Alteridade e Combate ao Bullying (PIBEX/UEMA). Líder do Núcleo de Estudos em Estado, Segurança Pública e Sociedade (NEESS) da Universidade Ceuma e do Núcleo de Estudos em Processo Penal e Contemporaneidade (UEMA). Professor integrante do Núcleo de Direitos Humanos e Biodiversidade (NEDH-Bio) da UFMA. Compõe o corpo de pareceristas da Revista de Políticas Públicas (RPP/UFMA/Qualis A2), da Revista Brasileira de Estudos Políticos (RBEP/UFMG/Qualis A2), da Jornada Internacional de Políticas Públicas (JOINPP/UFMA), da Revista Brasileira de Ciências Criminais (RBCCRIM/Qualis A1), da Revista Liberdades (IBCCRIM/SP), Revista de Estudos Criminais (ITEC/Qualis A1), da Revista Brasileira de Direito Processual Penal (RBDPP/IBRASPP), Revista Direitos Fundamentais e Democracia (Unibrasil/Qualis A1) e da Revista Opinião Jurídica (Unichristus/Qualis B1). Integra o Cadastro Nacional e Internacional de Avaliadores do Conselho Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Direito (CONPEDI). Especialista em Direito Público pela Universidade Cândido Mendes (RJ), com ênfase em Direitos e Garantias Fundamentais (2009). Bacharel em Direito pela Universidade Federal do Maranhão (2008). Foi Professor Substituto na Universidade Federal do Maranhão (2011-2013/ 2017-2019) e exerceu a função de Diretor do Curso de Direito da UEMA em 2015. Egresso do Programa de Educação Tutorial em Direito (PET) da Universidade Federal do Maranhão. Foi colaborador do Setor de Penas Alternativas da Justiça Federal de 1 grau no Maranhão (2008-2010). Atua como pesquisador, consultor e palestrante de temáticas relacionadas aos Direitos e Garantias fundamentais processuais penais, Processo Penal Constitucional, Teoria do Conflito, Vingança Privada, Linchamentos, Encarceramento, Invisibilidades e Políticas de Segurança Pública. Autor de artigos, capítulos de livros e trabalhos publicados em periódicos regionais e nacionais. Cristão católico.

Wallison de Souza Câmara

Graduação em Engenharia Ambiental pela Universidade Ceuma, UNICEUMA, Brasil.

Wellyson da Cunha Araújo Firmo

Doutor em Biodiversidade e Biotecnologia pela Universidade Federal do Maranhão. Mestre em Saúde e Ambiente pela Universidade Federal do Maranhão. Especialista em Farmacologia pela Universidade Católica Dom Bosco. Especialista em Saúde Pública pelo Instituto Nordeste de Educação Superior e Pós-graduação. Graduado em Farmácia pela Faculdade de Imperatriz. Formação Pedagógica em Biologia pela Universidade Cruzeiro do Sul. Docente da Universidade Ceuma e da Faculdade Pitágoras São Luís. Docente do Programa de Pós-graduação em Saúde e Ambiente da Universidade Federal do Maranhão. Docente do Programa de Pós-graduação em Gestão de Programas e Serviços de Saúde da Universidade Ceuma. Docente e Coordenador Adjunto do Programa de Pós-graduação em Biologia Microbiana da Universidade Ceuma. Possui experiência nas áreas de assistência e atenção farmacêutica, saúde pública, bioquímica, farmacologia, microbiologia, parasitologia e produtos naturais.



Wolia Costa Gomes

Possui graduação em Licenciatura em Química, Química Industrial, Mestrado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande e Doutorado em Engenharia de Processos pela Universidade Federal de Campina Grande. Atualmente é Professora e Pesquisadora do Programa de Mestrado em Meio Ambiente, do Curso Engenharia Civil e do Curso Tecnologia em Gastronomia da Universidade CEUMA (UniCEUMA). É consultora Ad Hoc do Comitê Assessor Técnico-Científico da FAPEMA. Possui experiência em Biocombustíveis (com ênfase em produção de Álcool etílico), Bioquímica, Biotecnologias atuando nos seguintes temas: Processos fermentativos, Caracterização de Biomassas, Fontes Alternativas de Energias Renováveis, Tratamento de Resíduos Sólidos, Orgânicos e Agroindústrias, Eletroquímica, Tecnologia de Alimentos.

Yuri Nascimento Fróes

Graduação em Farmácia, Mestrado em Biologia Microbiana e Especialização em Hematologia e Banco de Sangue. Atualmente é docente na Faculdade Florence no departamento de Farmácia, Estética, Biomedicina e Medicina Veterinária. Presidente da Liga Acadêmica de Doenças Tropicais (LADT). É membro do grupo técnico de Assistência Farmacêutica na Atenção Primária (CRF/MA). Linha de pesquisa: Epidemiologia das Doenças Tropicais Negligenciadas e Produtos Bioativos. Durante o Mestrado atuou nos seguintes temas: etnofarmacologia e bioprospecção in vitro para obtenção de produtos naturais com atividade leishmanicida. Possui habilidades técnicas em metodologias de avaliação de citotoxicidade de produtos naturais e/ou isolados, modelos alternativos de toxicidade in vivo, utilizando-se larvas de *Tenebrio molitor* e ensaios in vitro de ação leishmanicida.

Os impactos ambientais causados pela degradação da Amazônia Cerrado, vem pela falta de percepção da educação ambiental e por falta desse conhecimento que é gerador de aumento das queimadas, extinção de diversas espécies de plantas e animais e as mudanças climáticas seca e os grandes indicadores de contaminação dos rios e solos e esgotamento dos recursos naturais. Entretanto as duas principais ameaças à biodiversidade do Cerrado estão relacionadas a atividades econômicas na monocultura intensiva de grãos e a pecuária extensiva de baixa tecnologia.

Profa. Dra. Maria Raimunda C Silva

