

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO
GRANDE DO NORTE**

MARIA DO CARMO REGIS DA SILVA
THAYNARA DO NASCIMENTO SOUSA

UM OLHAR SOBRE A DEGRADAÇÃO AMBIENTAL DOS MANGUEZAIS

MACAU

2023

MARIA DO CARMO REGIS DA SILVA
THAYNARA DO NASCIMENTO SOUSA

UM OLHAR SOBRE A DEGRADAÇÃO AMBIENTAL DOS MANGUEZAIS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Integrado de Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do título de Técnico em Química.

Orientador: Prof Me. Júlio César Teixeira da Silva

MACAU

2023

MARIA DO CARMO REGIS DA SILVA
THAYNARA DO NASCIMENTO SOUSA

UM OLHAR SOBRE A DEGRADAÇÃO AMBIENTAL DOS MANGUEZAIS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Integrado de Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do título de Técnico em Química.

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado (a) em 02 / 01 / 2024 pela seguinte Banca Examinadora:

Prof Me. Júlio César Teixeira da Silva – Orientador (a)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof Me. – Moabe Pina da Silva (a)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof Esp. – Thiago Valente Lima Alexandre (a)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

AGRADECIMENTOS

Maria do Carmo Regis da Silva

Agradeço primeiramente a Deus por ter me guiado até aqui durante esses 4 anos de curso, e me dado forças para continuar em meio às barreiras da vida. Aos meus guias de luz, por se fazerem presentes ao longo de minha vida e por toda a ajuda que recebi durante esse longo tempo.

Agradeço ao meu pai Davi Regis e a minha mãe Salete Amorim, por terem me apoiado e me dado forças para continuar em meio a tantas dificuldades emocionais e até mesmo financeiras.

Ao meu Namorado Gabriel Rodrigues que ficou ao meu lado durante as minhas piores crises pensando em desistir de tudo, e por não ter soltado a minha mão quando mais precisei de apoio.

Agradeço ao meu amigo Kauê Victor por não ter deixado que eu desistisse do curso e vindo correndo até o campus quando eu disse que iria abrir requerimento para cancelar minha matrícula e por ter sido um amigo verdadeiramente leal durante todos esses anos.

Agradeço também às minhas amigas Irianny Oliveira, Ruanny Medeiros e Mariana Ellen Medeiros.

Ao meu orientador e coordenador de curso Júlio César e a minha dupla Thaynara do Nascimento Sousa, por toda paciência, ajuda e incentivo durante esses meses de pesquisa.

Por fim agradeço ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - Campus Macau pela oportunidade em ter uma formação de qualidade e um aprendizado para a vida.

AGRADECIMENTOS

Thaynara do Nascimento Sousa

Agradeço primeiramente a Deus por tudo, sempre. Pela dádiva da vida, pelas oportunidades, força de vontade para superar todos os desafios durante esses anos como estudante e por todos os objetivos que conquistei graças a Ele.

A minha mãe, Maria Antonia de Sousa Pimentel, ao meu pai, Jaquiel do Nascimento Pimentel, ao meu irmão, Ezequiel de Sousa Pimentel e minha tia, Maria Helena Soares de Sousa pelo amor incondicional, por me guiar sempre pelo melhor caminho, por todo companheirismo, todo apoio durante a realização deste trabalho e força diária para ir sempre além.

A todos os meus amigos, em especial a Yasmin Alanys, Lucas Oliveira, Cintia Gabriele, Ellen Vitoria, Lucas Albuquerque, Ewilly Kristine, Karilene Rodrigues e Kauê Victor que me apoiaram em todo o processo do trabalho e que nos quatro anos de IF se fizeram presentes.

A minha dupla, Maria do Carmo Regis da Silva por todo esforço e dedicação durante a realização do nosso trabalho.

Ao nosso Orientador e Coordenador, Me. Julio Cesar Teixeira da Silva pela disposição, paciência e dedicação em todas as etapas do trabalho e por sempre nos incentivar a sermos estudantes melhores.

Por fim, gostaria de agradecer ao Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Rio Grande do Norte - Campus Macau pela grande oportunidade de formação, ensino de qualidade e vivências únicas ao lado de amigos, profissionais e todos os servidores que fizeram parte dessa linda trajetória.

RESUMO

O manguezal é um ecossistema presente em toda a costa ao redor do mundo que serve como um lugar de transição entre os ambientes terrestre e marinho, é um ambiente típico de zonas tropicais, possuindo de alta biodiversidade e de fundamental importância para o equilíbrio ecológico, podendo ser considerado um dos ecossistemas mais importantes do planeta. Tendo valiosa importância para a cidade de Macau/RN e para a população de forma cultural, histórica e econômica, também tem grande valor ambiental por ser fonte de alimentos e reprodução de animais marinhos, e para as indústrias de pesca. Mas, apesar de ser conhecido por sua grande riqueza e biodiversidade, se encontra em um estado muito avançado de degradação. Tendo isso em vista, o presente trabalho tem como objetivo apresentar um estudo sobre análise, controle e pesquisa das águas do manguezal da cidade de Macau/RN, ou seja, indicar e compreender os problemas referentes ao mangue e sua grande degradação. As análises foram feitas seguindo os parâmetros: temperatura, pH, turbidez e condutividade elétrica.

Palavras-chave: Manguezal; Análise química da água ; Degradação.

ABSTRACT

The mangrove is an ecosystem present along the entire coast around the world that serves as a place of transition between terrestrial and marine environments. It is a typical environment of tropical areas, possessing high biodiversity and of fundamental importance for ecological balance, and can be considered one of the most important ecosystems on the planet. Having valuable importance for the city of Macau/RN and for the population in a cultural, historical and economic way, it also has great environmental value as it is a source of food and reproduction of marine animals, and also for the fishing industries. But, despite being known for having great wealth and biodiversity, it is in a very advanced state of degradation. With this in mind, the present work aims to present a study on analysis, control and research of mangrove waters in the city of Macau/RN, that is, to indicate and understand the problems relating to the mangrove and its great degradation. The analyzes were carried out following the parameters: temperature, pH, turbidity and electrical conductivity.

Keywords: Mangrove; Chemical analysis of water; Degradation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	- Mapa da cidade de Macau-RN	24
Figura 2	- Manguezal em Macau/RN (1)	25
Figura 3	- Manguezal em Macau/RN (2)	25
Figura 4	- Manguezal em Macau/RN (3)	26
Figura 5	- Medição de temperatura	27
Figura 6	- Medição de pH	28
Figura 7	- Medição de turbidez	29
Figura 8	- Medição de condutividade elétrica	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	-	Materiais usados na medição de temperatura	27
Tabela 2	-	Materiais usados na análise de pH	28
Tabela 3	-	Materiais usados na análise de turbidez	29
Tabela 4	-	Materiais usados na análise de condutividade elétrica	30
Tabela 5	-	Temperatura da água	31
Tabela 6	-	pH da água coletada	31
Tabela 7	-	Turbidez da água coletada	32
Tabela 8	-	Condutividade elétrica da água coletada	32

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDEMA	Instituto de Defesa do Meio Ambiente
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
CONA-	
MA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CETESB	Campanha de Tecnologia de Saneamento Ambiental
art.	Artigo
NaCl	Cloreto de Sódio
Hg	Mercúrio
Pb	Chumbo
RN	Rio Grande do Norte

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	14
2.1	OBJETIVO GERAL	14
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3	JUSTIFICATIVA	15
4	REFERENCIAL TEÓRICO	16
4.1	MANGUEZAIS	16
4.1.1	TIPOS DE MANGUEZAIS	16
4.1.1.1	RHIZOPHORA MANGLE L.	16
4.1.1.2	LAGUNCULARIA RACEMOSA. (L.) GAERTN	17
4.1.1.3	AVICENNIA SCHAUERIANA STAPF & LEECHMAN	17
4.1.2	IMPORTÂNCIA DOS MANGUEZAIS	18
4.2	MANGUEZAIS NA CIDADE DE MACAU/RN	18
4.3	ESPÉCIES PRESENTES NOS MANGUEZAIS	19
4.3.1	VEGETAÇÃO	19
4.3.2	FAUNA	19
4.3.3	FLORA	20
4.4	DEGRADAÇÃO DOS MANGUEZAIS	20
4.5	IMPACTOS CAUSADOS PELA DEGRADAÇÃO	21
4.6	SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS QUE PODEM SER PREJUDICIAIS AOS MANGUES	21
4.6.1	METAIS PESADOS	21
4.6.1.1	MERCÚRIO	22
4.6.1.2	CHUMBO	22
4.6.2	CLORETO DE SÓDIO	23
4.7	CONSERVAÇÃO DOS MANGUEZAIS	23
5	METODOLOGIA	24
5.1	LOCALIZAÇÃO	24
5.2	IMAGENS DO MANGUEZAL DE MACAU/RN	25
5.3	ANÁLISE DA ÁGUA	26
5.3.1	TEMPERATURA	26
5.3.2	pH	28
5.3.3	TURBIDEZ	29
5.3.4	CONDUTIVIDADE ELÉTRICA	30
6	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	31
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
8	REFERÊNCIAS	34
ANEXO A – CARTILHA EDUCATIVA A RESPEITO DA IMPORTÂNCIA DOS MANGUEZAIS		40

1 INTRODUÇÃO

O manguezal é um ecossistema presente em toda a costa ao redor do mundo que serve como um lugar de transição entre os ambientes terrestre e marinho. Os mangues correspondem a um tipo de vegetação arbóreo-arbustiva, que se desenvolve principalmente nos solos lamosos dos rios tropicais e subtropicais ao longo da zona de influência das marés, tanto para dentro do estuário, onde as variações de marés impulsionam as águas salgadas do mar para dentro do continente através do canal fluvial, como para as laterais dos rios em zonas sujeitas a inundações ao longo dos estuários (JÚNIOR, 2011).

Os manguezais são caracterizados por uma baixa diversidade de espécies arbóreas resistentes às condições halófilas das águas estuarinas ou regiões costeiras com influências de águas marinhas. Essas regiões são bem úmidas e muito importantes para a nossa natureza e é um ambiente propício à produção de matéria orgânica, o que garante alimento e proteção natural para a reprodução de diversas espécies marinhas e estuarinas (JÚNIOR, 2011).

A vegetação do tipo mangue é reconhecida pela legislação ambiental nacional como Área de Preservação Permanente pelo Art. 2º da lei 4.771/65, que a considera como florestas e demais formas de vegetação natural. Apesar da proteção integral prevista pelos dispositivos legais vigentes, os manguezais brasileiros em geral vêm sofrendo um intenso e constante processo de degradação, que compromete os importantes serviços ambientais e econômicos que eles prestam e, por consequência, os estudos relacionados à sua valoração (JÚNIOR, 2011).

Segundo Medeiros, Carvalho e Pimenta (2012) no estado do Rio Grande do Norte (RN), os manguezais se distribuem em sete principais zonas estuarinas no litoral Oriental associadas aos rios Curimataú, Cunhaú, Potengi, Ceará-Mirim, Nísia Floresta, Papeba e Guaraíra. No Litoral Norte, as principais ocorrências de manguezal são observadas nos rios Apodi-Mossoró e Piranhas-Açu. Também nos canais de maré, como em Guamaré e Galinhos e na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Ponta do Tubarão.

Em Macau, cidade do interior do Rio Grande do Norte, o manguezal é um ecossistema encontrado em torno de áreas da zona rural, na reserva de Desenvolvimento Sustentável Ponta do Tubarão, e nas áreas ao entorno da zona urbana. Esse é um dos ecossistemas da região que mais apresenta importância ao município, onde sua riqueza é compartilhada através de diversas esferas, como: econômico, ecológico, turístico e cultural. Mas apesar de ser tão importante para a cidade, as condições ambientais dos manguezais em Macau, vêm sofrendo uma forte degradação por meio de diversas irregularidades e problemas ocasionados diretamente por ações antrópicas (SILVA, SILVA. 2020).

Os impactos sobre os mangues resultam de ações econômicas como o desmatamento dos bosques e a sua conversão para a agricultura, a construção de viveiros, a ocupação habitacional, e a instalação de indústria e depósitos de lixo (MASTALLER, 1990, apud LIMA, 2013). O acúmulo de lixo e o despejo de esgotos são uma grave ameaça à saúde das pessoas que moram próximo à área, pois complementam a renda familiar com a pesca de peixes, crustáceos e moluscos desta região. As descargas de esgotos domésticos e industriais nas áreas de mangue comprometem a qualidade do recurso extrativista proveniente destes bosques (LANDIM, 2003, apud LIMA, 2013).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Fornecer conhecimentos acerca da degradação ambiental dos manguezais e da importância dos manguezais para a cidade de Macau-RN.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Realizar a análise qualitativa da água dos manguezais.
- b) Comparar os resultados obtidos com os dados encontrados na literatura.
- c) Elaborar uma cartilha educativa para conscientizar a população sobre a importância dos manguezais.

3 JUSTIFICATIVA

O Brasil é o país que tem uma das maiores extensões de manguezais do mundo, é conhecido por sua importância socioeconômica e ecológica por gerar condições favoráveis de alimentação, reprodução e proteção para as espécies que vivem nos mangues (SOUZA et.al, 2018). Tendo em vista a sua importância ecológica, é de extrema importância trabalhar em cima dessa temática assim promovendo ações sociais e movimentos voltados para conscientização da população sobre os riscos que podem ocorrer.

Os mangues desempenham importante papel como exportador de matéria orgânica para o estuário, contribuindo para produtividade primária na zona costeira e produzem mais de 95% do alimento que o homem captura do mar. Sendo assim, qualquer ambiente que gere e ajude a desenvolver seres vivos, devem ser cuidadosamente analisados para que sejam realizados todos os cuidados necessários para que o ambiente siga sempre em perfeito estado (OLINTO et.al, 2013).

Dentro da realidade em que se enquadra o mangue da cidade de Macau/RN, onde facilmente se encontra lixo, materiais não degradáveis e odor excessivo de urina humana, torna-se indispensável para a saúde e conscientização da população, tomar conhecimento através desse trabalho, sobre os malefícios que seus maus hábitos podem trazer a vida costeira e aos próprios moradores da região.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 MANGUEZAIS

O manguezal é um ambiente típico de zonas tropicais, possuintes de alta biodiversidade e de fundamental importância para o equilíbrio ecológico, podendo ser considerado um dos ecossistemas mais importantes do planeta (COSTA e PEGADO, 2016).

São ecossistemas localizados em terras baixas que ficam nas zonas entre marés em regiões costeiras, em sua maioria, abrigado em rios, compreendendo um sistema estuarino menor ou maior complexidade. É um ambiente normalmente formado por solo de granulometria fina, apresentando uma consistência lodosa com baixo teor de oxigênio, rico em matéria orgânica e extrema variação de salinidade (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995, apud SOUZA et al., 2018).

Segundo Makkiu Yashiro (Coordenador do ecossistema regional do PNUMA), os manguezais fornecem muitos benefícios ambientais, e garantem a sobrevivência de muitos seres vivos. É considerado um dos ecossistemas mais importantes com grande produtividade e diversidade do planeta, pois sem suas ações a terra seria comprometida por aproximadamente 40% de inundações anualmente. É casa para diversas espécies de peixes e cerca de 120 milhões de pessoas de todo o mundo depende desse ecossistema como meio de subsistência.

4.1.1 TIPOS DE MANGUEZAIS

O ecossistema manguezal, devido a sua grande biodiversidade possui diferentes tipos de mangues. Tendo como os seus três principais: *Rhizophora mangle* L. (Mangue vermelho); *Laguncularia racemosa*. (L.) Gaertn (Mangue Branco) e o *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechman (Mangue Preto).

4.1.1.1 RHIZOPHORA MANGLE L.

Campos (2016, p. 3) explica sobre o *R. mangle*:

A espécie da família Rhizophoraceae (SILVA et al., 2013) tem a denominação popular “Mangue Vermelho” devido a coloração avermelhada no interior de seu caule que pode ser observada ao raspar a sua casca. Entre suas características principais destacam-se suas raízes, escoras em forma de grandes arcos que saem do caule sustentando a planta no substrato lodoso e promovendo trocas gasosas com a atmosfera. As raízes do Mangue Vermelho possuem lenticelas em grande quantidade e um interior de aspecto esponjoso, composto por taninos que impede que essas raízes submersas se desgastem com o tempo.

Além disso, possuem propágulos ou sementes, grandes e pesadas que se movem de acordo com o regime das marés e que podem tanto manter-se flutuando até o momento adequado de se fixar ou podem germinar ainda quando estão vinculadas à planta mãe e por possuírem formato de lanças caem de forma ideal para fixação no solo lodoso e facilitam a reprodução por viviparidade, característica da espécie (ALMEIDA et al., 2002; FONSECA et al., 2001; TORRADO et al., 2005).

4.1.1.2 *LAGUNCULARIA RACEMOSA. (L.) GAERTN*

Campos (2016, p. 3) descreve o *Laguncularia racemosa. (L.) Gaertn*:

O Mangue Branco é uma das espécies da família Combretaceae que constitui o manguezal brasileiro. Possui essa denominação que vem do latim, *Laguncula*, relacionado ao formato dos seus frutos, significa “frasco pequeno” semelhante aos de perfume, enquanto *racemosa*, do latim “*racemus*” refere-se ao crescimento dos seus frutos do tipo vagem em tons de verde a marrom (ANDREU et al., 2016).

Esta espécie se encontra principalmente nas áreas mais afastadas da influência da oscilação das marés, ou seja, precisam de um período sem inundação, para garantir o processo de enraizamento no substrato. Sua reprodução é por sementes e os propágulos presentes na espécie não flutuam novamente depois de cair no solo (FONSECA et al., 2001)

4.1.1.3 *AVICENNIA SCHAUERIANA STAPF & LEECHMAN*

Campos (2016, p. 4) informa sobre o *Avicennia schaueriana Stapf & Leechman*:

Avicennia schaueriana é uma espécie arbórea, com caule de cor castanho-claro e escamas abaixo das folhas com coloração esbranquiçada, na qual suas raízes horizontais ficam próximas à superfície do solo enquanto as raízes axiais possuem ramificações expostas ao ar e eretas ao redor do tronco (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995 citado por SANTOS, 2010). Também chamadas de Mangue Preto ou Siriúba, suas plantas pertencem à família Avicenniaceae, e para o seu melhor desenvolvimento necessitam de áreas que sofrem menos com inundações periódicas, ou seja, são predominantes em zonas afastadas da influência das marés (FONSECA et al., 2001)

Diferente do Mangue Branco seus propágulos sempre flutuam mesmo com tamanho reduzido e quando comparado ao Mangue Vermelho, o Mangue Preto possui raízes com formatos mais regulares, frutos do tipo cápsula e sistemas radiculares compostos por inúmeros pneumatóforos que permitem o desenvolvimento da espécie e sua sobrevivência (FONSECA et al., 2001; TORRADO et al., 2005).

4.1.2 IMPORTÂNCIA DOS MANGUEZAIS

Os manguezais possuem suma importância para o sustento e manutenção do equilíbrio ecológico da cadeia alimentar das regiões costeiras. Estão entre os principais ecossistemas costeiros tropicais, pois são considerados importantes transformadores de matéria orgânica, resultando na ciclagem de nutrientes. São cruciais para a alimentação, proteção e reprodução de espécies aquáticas presentes nesse ecossistema. (CORREIA e SOVIERZOSKI, 2005)

Além de ser considerado um dos ecossistemas mais produtivos do planeta, possuindo grande importância para a manutenção de bens e serviços pois gera condições favoráveis de alimentação e renda, também é caracterizado por ser valioso sequestrador de carbono na biomassa e no sol (NASCIMENTO, 2022)

São considerados importantes para contribuir com a redução de impactos e alterações relacionadas às mudanças climáticas, também desempenham serviços para a população humana através da oferta de atividades de pesca, plantas com funções medicinais, extração de produtos químicos e recursos agrícolas através de apicultura e também dispõe principalmente de sua importância cultural, lazer e turismo (NASCIMENTO, 2022).

4.2 MANGUEZAIS NA CIDADE DE MACAU/RN

Na cidade de Macau, os manguezais têm importância valiosa para a população de forma cultural, histórica e econômica. É um ecossistema litorâneo de grande valor ambiental por ser fonte de alimentos e reprodução de animais marinhos, e também para as indústrias de pesca.

Segundo Costa, Silva, Nascimento e Araújo (2013) Macau possui uma vasta área de manguezais que conta com a presença de diversas espécies de peixes, proporcionando serviços e rendas para os pescadores da região. A partir de pesquisas realizadas no município baseadas na importância da preservação desse ecossistema, pode-se dizer que em sua maioria os trabalhadores da região se beneficiam dos recursos naturais oferecidos pelo mangue, para sustento próprio e de suas famílias.

Porém, os diversos benefícios oferecidos pelos mangues para a cidade, não é o suficiente para receber bons cuidados pelos moradores e pelos o que mais usufruem das suas riquezas, sendo assim, alvos de grande devastação provocadas diariamente pelo homem. Com isso, a situação dos manguezais de Macau não se mantém distante da realidade de desmatamento e das problemáticas ambientais resultantes da falta de preservação por parte da população (Silva e Silva, 2019)

4.3 ESPÉCIES PRESENTES NOS MANGUEZAIS

4.3.1 VEGETAÇÃO

Mangues são a vegetação que caracteriza os manguezais, ecossistemas litorâneos que se formam nas áreas de estuários, baías ou reentrâncias onde há uma transição entre a terra firme e o mar. Uma boa parte dessas áreas se encontra constantemente alagada pela água salobra, o que resulta em solos lamacentos e com elevado teor de sal. Os manguezais apresentam plantas adaptadas para essas condições, com raízes aéreas e folhas que apresentam mecanismos que expõem o excesso de sal (GUITARRARA, 2007).

A vegetação dos manguezais, é adaptada para suportar os diferentes teores de salinidade da água presente nas áreas onde se formam, que está constantemente sob a influência de água doce e da água salgada oriunda do mar. As espécies vegetais com essas características recebem o nome de halófitas (GUITARRARA, 2007)

As plantas presentes nos manguezais apresentam mecanismos que as permitem exalar uma parte do sal que foi absorvido junto da água e também defesas em suas folhas que não deixam essa substância se acumular na superfície. Observam-se espécies com raízes aéreas (ou pneumatóforas), o que facilita na sua respiração e serve ainda como proteção para o solo e para a própria planta (GUITARRARA, 2007).

4.3.2 FAUNA

A fauna dos manguezais é resultante dos ambientes marinhos e terrestres próximos. Possui uma grande diversidade biológica e de habitats que geram a possibilidade de sobrevivência, reprodução, repouso e alimentação das espécies presentes nesse ecossistema e também auxilia na passagem migratória de outras espécies, pois recebem organismos de outros habitats, tais como, estuários, costões rochosos, praias e recifes de corais (ALMEIDA et.al., 2009, apud NASCIMENTO, 2022).

É composta principalmente por elementos de origem terrestre como insetos, aves e mamíferos. No geral, estas espécies não apresentam adaptações específicas a este ecossistema, mas, muitas vezes usufruem dele para alimentação e também para reprodução. Em troca disso, a fauna contribui para os manguezais com a produção de nutrientes através de suas fezes e com a polinização (COELHO, 1998, apud JUNIOR, 2011).

Em áreas que sofrem diretamente com a ação das marés, se distribuem elementos que são tolerantes à salinidade, que é uma substância presente em grande parte dos manguezais. Dentre esses elementos, podem ser citados os moluscos, crustáceos e peixes. Os caranguejos também estão presentes nesta região, como o chama-maré, uçá e aratu vivem sendo protegidos

pelas raízes dos mangues, se alimentando de organismos presentes nas folhas (COELHO, 1998, apud JUNIOR, 2011).

4.3.3 FLORA

A flora dos manguezais é formada por mangues de diferentes tipos, como as gramíneas, plantas como algodoeiro-do-manguezal, samambaia e também espécies de algas. Da mesma maneira que a fauna, a vida vegetal dos mangues apresenta poucas espécies, mas mesmo assim, dispõe de um grande número de representantes de cada uma delas (GUITARRARA, 2007).

Os manguezais possuem uma flora com características específicas que o torna funcional e estruturalmente único. Algumas características morfológicas e adaptações de árvores incluem raízes aéreas, dispersão de propágulos controladas pelas marés, possui rápido crescimento de copa, mecanismo de retenção de nutrientes eficiente, resistência a ambientes salinos, retentor de água e grande contribuinte para o balanço do carbono (ALONGI, 2002, apud JUNIOR, 2011).

4.4 DEGRADAÇÃO DOS MANGUEZAIS

Apesar de ser um ambiente conhecido por ter grande riqueza e biodiversidade e de grande importância também como berço de informações históricas e socioambientais, os manguezais se encontram em um estado muito avançado de degradação (ALVES, 2001, apud SILVA, SILVA, 2019).

No Rio Grande do Norte, os manguezais vêm sofrendo constantemente com as interferências antrópicas de empreendimentos salineiros e viveiros de camarão (IDEMA, 2002, apud MEDEIROS et al., 2014). Mesmo sendo protegido por Lei, os manguezais ainda sofrem diariamente como a destruição gratuita causada pela população como a poluição doméstica e química, derramamentos de petróleo e a presença de aterros sem planejamento (FARIAS e ANDRADE, 2010).

As ações humanas provocadas nas proximidades e em sua maioria diretamente nos mangues, muitas das vezes localizadas distante dessa região ainda podem também causar efeitos negativos a este ecossistema, como as construções de represas e barramentos nos rios, transposições de bacias hidrográficas e as retiradas de água dos canais fluviais para abastecimento e irrigação (SANTOS et al., 2009, apud SOARES, 2010).

4.5 IMPACTOS CAUSADOS PELA DEGRADAÇÃO

Hoje em dia, uma das grandes questões problemáticas relacionadas aos manguezais diz respeito a sua rápida degradação e os impactos causados por ela. A rápida degradação dos

manguezais gera diversos impactos que comprometem a qualidade de vida das atuais e futuras gerações da região, por isso tem levantado grandes preocupações e discussões sobre o problema (OLIVEIRA e SIQUEIRA, 2018).

Essa degradação pode acarretar também em uma série de problemas relacionados à erosão dos rios e estuários, redução das populações pesqueiras tradicionais em consequência da perda de suas fontes de subsistência, danos à vida silvestre e declínio do ecoturismo (SOARES, 2010). Sathia e Sekar (2012) mostram que a degradação dos mangues aumenta a mortalidade de peixes, eleva a salinidade dos solos costeiros e reduz a purificação das águas.

4.6 SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS QUE PODEM SER PREJUDICIAIS AOS MANGUES

4.6.1 METAIS PESADOS

Os metais pesados quando presentes na água, podem ser tóxicos para os seres vivos: o arsênio, cádmio, cromo, chumbo, mercúrio, prata, cobre e zinco. Além dos metais, também podem ser citados os cianetos, que geralmente são incorporados à água por despejos de indústrias e atividades agrícolas (LEIRA et al., 2017).

Testes de toxicidade celular em espécie de protozoário de ambientes estuarinos (*Euplotes crassus*) indicaram diminuição da taxa de replicação e da estabilidade da membrana lisossomal a partir de 5 $\mu\text{mol L}^{-1}$ de Cu e 10 nmol L^{-1} de Hg, indicando a sensibilidade destes organismos às baixas concentrações de Cu e Hg (GOMIERO et al., 2012 apud ARAÚJO, 2018). Respostas fisiológicas foram verificadas em caranguejos (*Uca rapax*) submetidos à contaminação por metais em manguezal no estado de São Paulo (CAPPARELLI et al., 2016 apud ARAÚJO, 2018). Os autores observaram aumento da ATPase Na^+/K^+ (bomba de sódio e potássio) em caranguejos coletados em áreas contaminadas como estratégia para garantir o funcionamento adequado dos processos fisiológicos.

Esses metais, além de prejudicarem o meio ambiente, influenciam negativamente na vida humana. As principais fontes de exposição a esses metais são os alimentos. Dessa forma, é cada vez maior o número de pessoas infectadas com doenças e problemas provenientes desses elementos (VERDE, 2013).

4.6.1.1 MERCÚRIO

O Mercúrio (Hg), é um metal tóxico com propriedades físico-químicas e de grande interesse para a saúde pública devido ao seu alto risco para a saúde humana e ambiental (BJØRKLUND et al., 2017 apud COSTA, 2022.) Esse metal tóxico causa aos manguezais

grande poluição e preocupação devido a exposição desse poluente metálico à população através desse ecossistema e dos peixes que são usados para alimentação humana (NASCIMENTO et al., 2022).

O Hg é liberado no meio ambiente através da degradação de minerais, queima de combustíveis fósseis e indústrias levando a contaminação dos solos e águas. A toxicidade do mercúrio além de causar danos ambientais também têm grande influência negativa a saúde humana, causando vulnerabilidade a bebês e suas mães, tremores, perda de memória, fraqueza muscular, podendo levar à morte (COSTA, 2022).

4.6.1.2 CHUMBO

O chumbo (Pb), é considerado um dos metais pesados com alto grau de toxicidade. É um elemento traço em abundância na crosta terrestre, integra diversos minerais dentre eles, o principal é a galena (BOSSO & ENZWEILER et al., 2008; ALMEIDA et al., 2012 apud FRANÇA, 2022).

Apesar das diversas aplicações nas indústrias, com alto nível de disponibilidade do Pb no meio ambiente, o seu uso vem sendo banido em diversas aplicações devido às consequências causadas por si. Mas mesmo assim, ainda é encontrado em altas concentrações em aterros sanitários e em solos de áreas industriais. É um metal maleável que é utilizado também em sua forma inorgânica como em gases emitidos por queimas de combustíveis, sendo assim, considerado um poluente de água, solo e ar (BOSSO & ENZWEILER et al., 2008; ALMEIDA et al., 2012 apud FRANÇA, 2022).

O Pb, causa imensa preocupação devido a sua presença em grandes quantidades nas águas, solos e no ar. É um metal prejudicial aos seres humanos, porque é absorvido no estômago, entra na circulação sanguínea e se aloja nos ossos, podendo a partir daí ser liberado novamente (BOSSO & ENZWEILER et al., 2008; ALMEIDA et al., 2012 apud FRANÇA, 2022).

4.6.2 CLORETO DE SÓDIO

A salinidade presente nos manguezais deve-se, principalmente, ao cloreto de sódio (NaCl) que se encontra dissolvido na água, correspondendo a 86% do total. Esses sais têm como concentração média na água um valor equivalente a 35g/kg que corresponde a 483 mM de Na+

e 558 mM de Cl⁻ (LIBES, 2009, apud PASCOALINI et al., 2014). Diante disso, a salinidade é considerado o principal fator abiótico ao qual estão sujeitas as diversas espécies dos manguezais (PARIDA, 2010, apud PASCOALINI et al., 2014).

Devido à ligação dos manguezais com o rio e o mar, estão fortemente submetidos às descidas e subidas das marés. Quando a maré está baixa, o rio vai para o mar e a salinidade da região fica menor e quando a maré sobe, o mar adentra o rio e transborda, aumentando a salinidade. Sendo assim, o solo do manguezal é constantemente inundado e drenado diariamente, gerando uma grande variação de salinidade (SALMAZO et al., 2021).

4.7 CONSERVAÇÃO DOS MANGUEZAIS

O Brasil possui aproximadamente 2.700 unidades de conservação dos mangues. A conservação dos manguezais é de grande importância para as populações que dependem deles, para a manutenção do equilíbrio climático no planeta e para a imensa biodiversidade desse ecossistema. (GUITARRARA, 2007).

Segundo a Agência BNDES (2023), cerca de oito projetos serão beneficiados com R\$ 47,3 milhões do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e da Petrobras para movimentos a favor da recuperação da vegetação nativa em áreas de manguezal e restinga das regiões Norte, Nordeste, Sudeste e Sul do Brasil. A ação foi desenvolvida com o objetivo de recuperar todas as áreas de manguezal degradadas para proteção da biodiversidade e adaptação às mudanças climáticas.

5 METODOLOGIA

5.1 LOCALIZAÇÃO

A área de estudo na qual foram coletadas as amostras utilizadas nas práticas experimentais está situada em Macau, um município brasileiro no estado do Rio Grande do Norte, localizado no Polo Costa Branca. De acordo com o IBGE, no ano de 2021 sua população era estimada em 32.260 habitantes. Macau possui uma área territorial de setecentos e oitenta e oito (km²) e está localizada a cento e setenta e cinco (km) da capital do estado, Natal. Macau tem as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 5° 6' 41" Sul, Longitude: 36° 37' 34" Oeste (BRASIL, 2021)

O município de Macau é uma região produtora de pescado, petróleo e é considerado um dos maiores produtores de sal marinho do país. É bastante conhecido por todo o estado, por seu belíssimo carnaval que atrai turistas de quase todas as cidades do Rio Grande do Norte. (BRASIL, 2023)

O território da cidade de Macau, está situado na bacia hidrográfica do Rio Piranhas/Açu, que possui uma área total de drenagem de quarenta e três mil e seiscentos e oitenta e dois (km). A sua cobertura vegetal é formada por cinco diferentes tipos: a caatinga hiperxerófila, o carnaubal, a restinga, a vegetação halófila e os manguezais. Juntamente com o município de

Guamaré, Macau possui uma unidade de conservação ambiental chamado de Ponta do Tubarão, criado em 2003 pela lei estadual 8.349 (IDEMA, 2023).

Figura 1 - Mapa da cidade de Macau/RN



Fonte: GUEDES et.al., 2016.

5.2 IMAGENS DO MANGUEZAL EM MACAU/RN

As imagens a seguir foram tiradas pelas autoras do trabalho, no local de coleta das amostras apresentadas na metodologia. Como se pode ver, a presença de lixo no local é enorme, o que causa maior índice de degradação ambiental e favorece o aumento de problemas que interferem na biodiversidade e melhorias da área.

Figura 2 - Manguezal em Macau/RN (1)



Fonte: Autoras do trabalho, 2023.

Figura 3 - Manguezal em Macau/RN (2)



Fonte: Autoras do trabalho, 2023.

Figura 4 - Manguezal em Macau/RN (3)



Fonte: Autoras do trabalho, 2023.

5.3 ANÁLISE DA ÁGUA

Foi feito o monitoramento das águas do manguezal presente na cidade de Macau/RN através de técnicas laboratoriais de análise de água. Para essa pesquisa qualitativa e bibliográfica, foram levados em consideração, os parâmetros: Temperatura, pH, Turbidez e Condutividade Elétrica. Cada análise foi realizada em triplicata para melhor observação dos resultados.

5.3.1 TEMPERATURA

Mudanças na temperatura afetam as características físico-químicas da água, como a viscosidade e a tensão superficial, que tornam a água mais difícil de ser filtrada quando elevados. Variações súbitas na água podem ser muito graves para a vida marinha, que suporta apenas uma certa variação, o aumento da temperatura da água é inversamente proporcional a dissolução de gases na água, bem como diretamente proporcional a dissolução de minérios. Uma variação da temperatura da água acima da média pode ser resultado do descarte inadequado de efluentes, podendo influir negativamente no processo de tratamento da água (MANUAL DE ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E BACTERIOLÓGICA DA ÁGUA, 2014).

Tabela 1 - Materiais usados na medição de temperatura

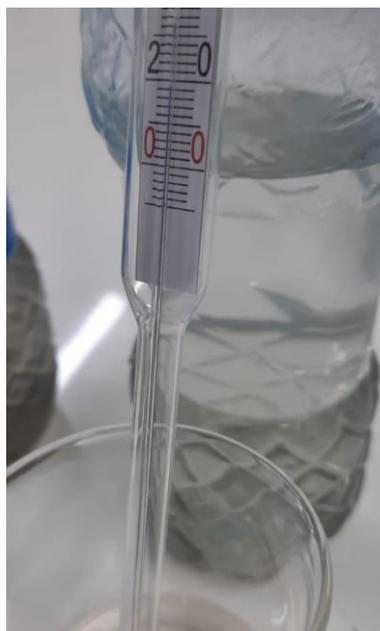
MATERIAIS	QUANTIDADES
Termômetro	1

Béquer de 150 ml	3
------------------	---

Fonte: Autoras do trabalho, 2023.

A amostra da água coletada foi transferida para um béquer de 150 ml, a seguir, o bulbo do termômetro foi emergido no béquer até que ocorresse a dilatação do metal. Após o mercúrio se estabilizar, foi realizada a medição da temperatura.

Figura 5 - Medição de temperatura



Fonte: autoras do trabalho, 2023.

5.3.2 pH

O pH do meio afeta o metabolismo dos seres vivos neles presentes, pois, quando baixo, aumenta a frequência respiratória dos peixes, e reage com o carbonato de cálcio presente em exoesqueletos de artrópodes, podendo, em casos mais extremos, causar a morte imediata. Quando muito alto, aumenta a corrosividade da água, tornando-a tóxica para a vida marinha e

os microrganismos responsáveis pelo tratamento biológico das águas (SPERLING, 2005). Os solos dos manguezais apresentam normalmente altos valores de pH, sendo a faixa comumente entre 4,8 e 8,0. Porém, se apresentar condições oxidantes, os níveis de pH podem se encontrar baixíssimos (FERNANDES et al., 1995, apud ANDRADE, 2013).

Tabela 2 - Materiais usados na análise de pH

MATERIAIS	QUANTIDADES
pHmetro	1
Béquer de 50 ml	1
Béquer de 150 ml	3
Água destilada	1

Fonte: Autoras do trabalho, 2023.

Após calibrar o pHmetro, foi coletado uma amostra da água em um béquer, a seguir foi introduzido o eletrodo do pHmetro na amostra. Após a estabilização, foi feita a leitura.

Figura 6 - Medição de pH



Fonte: autoras do trabalho, 2023.

5.3.3 TURBIDEZ

A turbidez refere-se ao nível de desvio que a luz sofre ao atravessar a água. A absorção da luz ocorre geralmente pela presença de sólidos não dissolvidos, que tem como principal causa a erosão do solo. Outras causas do aumento da turbidez são a atividade industrial e a mineração. O aumento da turbidez tem como consequência o aumento do uso de substâncias químicas no processo de tratamento, fora a interferência na vida marinha. De acordo com o padrão de potabilidade estabelecido pela Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde, a turbidez deve ter no máximo 1 uT(unidade de turbidez) na saída da estação de tratamento de

água e 5 uT no ponto mais desfavorável da rede de distribuição (MANUAL DE ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E BACTERIOLÓGICA DA ÁGUA, 2014).

Tabela 3 - Materiais usados na análise de turbidez

MATERIAIS	QUANTIDADES
Turbidímetro	1
Cubeta	1
Béquer de 150 ml	3
Água destilada	1

Fonte: Autoras do trabalho, 2023.

Primeiramente, foram adicionadas cerca de 60 ml da amostra para um béquer de 150 ml, em seguida, parte da amostra foi transferida para a cubeta para que fosse feita a leitura com o turbidímetro. Após a estabilização, foi feita a leitura.

Figura 7 - Medição de turbidez



Fonte: autoras do trabalho, 2023.

5.3.4 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

Fornecer importantes informações sobre o metabolismo das águas, fornecendo ajuda para detectar fontes poluidoras do sistema. Quando os valores marcados são altos, indicam grau de decomposição elevados e quando baixo, indica destacada produção primária de algas e microrganismos. Sendo assim, uma boa maneira de avaliar a disponibilidade de nutrientes no ecossistema manguezal. A condutividade elétrica, é um indicador de capacidade que a água possui de conduzir eletricidade. Pode ser medida através de um aparelho específico, o

condutivímetro, que expressa nível de condutividade elétrica da água em microSiemens por centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$). Seu valor oscila entre $50 \mu\text{S}/\text{cm}$ e $500 \mu\text{S}/\text{cm}$ (LEIRA, et al., 2017)

Tabela 4 - Materiais usados na análise de condutividade elétrica

Materiais	Quantidade
Condutivímetro	1
Béquer de 150 ml	3

Fonte: Autoras do trabalho, 2023.

A amostra de água coletada foi adicionada em um béquer de 150 ml, após isso, o condutivímetro foi calibrado e introduzido na amostra. Depois de estabilizado, foi realizada a leitura.

Figura 8 - Medição de condutividade elétrica



Fonte: autoras do trabalho, 2023.

6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos das análises qualitativas (temperatura, pH, turbidez e condutividade) para a coleta do dia 15/11/2023 apesar de não terem apresentado alterações significativas que indicassem risco a população, a proliferação do lixo a longo prazo nesse ambiente pode causar problemas relacionados à erosão dos rios e estuários, redução das populações pesqueiras tradicionais em consequência da perda de suas fontes de subsistência, danos à vida silvestre e declínio do ecoturismo (SOARES, 2010). Sathia e Sekar (2012) mostram que a degradação dos mangues aumenta a mortalidade de peixes, eleva a salinidade dos solos costeiros e reduz a purificação das águas.

Esses resultados consistem em, respectivamente:

Temperatura: A tabela abaixo expressa os valores que as três amostras apresentaram na coleta, a temperatura se manteve em 19°C da água coletada. Pode-se observar que não houve variação no nível de temperatura das amostras.

Tabela 5: Temperatura da água

Primeira amostra	Segunda amostra	Terceira amostra
19°C	19°C	19°C

Fonte: autoras do trabalho, 2023

pH: As três amostras apresentaram um nível de pH neutro, devido a grande presença de salinidade na água. A Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde recomenda que o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5 no sistema de distribuição. Então, de acordo com o Ministério da saúde, a água dos mangues mantém um nível de pH ideal.

Tabela 6: pH da água coletada

Primeira amostra	Segunda amostra	Terceira amostra
7.39	7.40	7.39

Fonte: autoras do trabalho, 2023

Turbidez: Os valores de turbidez obtidos nas amostras estão presentes na tabela 3. A 1ª e 3ª amostra mantiveram o nível de turbidez bem próximo, tendo variação na amostra 2 por conta da grande quantidade de lixo presente no local da coleta. De acordo com o CONAMA nº 357, de 2005, a água deve ter turbidez menor que 100 NTU. A partir disso, pode-se observar que a segunda amostra de água apresentou valores acima do estabelecido, diferente da primeira e da terceira amostra que apresentaram valores dentro do padrão.

Tabela 7: Turbidez da água coletada

Primeira amostra	Segunda amostra	Terceira amostra
31 NTU	54 NTU	32 NTU

Fonte: autoras do trabalho, 2023

Condutividade: A tabela 8 apresenta os valores obtidos na análise da condutividade, as amostras apresentaram pequena variação entre elas, apesar de todas estarem em um nível alto de condutividade. O valor estabelecido pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), que é 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sendo que ambientes com condutividade elétrica acima desse valor são considerados impactados. Diante disso, mostra que o nível de condutividade da água das três amostras está dentro do permitido.

Tabela 8: Condutividade elétrica da água coletada

Primeira amostra	Segunda amostra	Terceira amostra
68,4 mS	71,3 mS	72,5 mS

Fonte: autoras do trabalho, 2023

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho pretendeu entender sobre a degradação do manguezal, para conscientizar a população sobre os danos que a poluição generalizada podem causar à saúde da comunidade, a partir de análises laboratoriais. Para se atingir uma compreensão sobre a importância do cuidado com o mangue em Macau, definiu-se três objetivos específicos. O primeiro: Realizar a análise qualitativa da água dos manguezais. Verificou-se que os resultados obtidos através das análises feitas em laboratório, apesar de toda a poluição retratada em fotos, não está sendo prejudicial à saúde da população. O segundo objetivo se dava em comparar os resultados obtidos com os dados encontrados na literatura. O terceiro e último objetivo foi a elaboração de uma cartilha educativa para conscientizar a população sobre a importância dos manguezais. A cartilha está anexada a esse documento e foi distribuída em uma escola pública da cidade.

8 REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Jessica. **Motivos para preservar os mangues**. Disponível em: <https://www.ultimosrefugios.org.br/single-post/motivos-para-preservar-os-manguezais>.

Acesso em: 11 dez. 2023.

AMBIENTE, Instituto de desenvolvimento sustentável e meio. **Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão**. Disponível em: <http://www.idema.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=948&ACT>>. Acesso em: 19 out. 2023.

ANDRADE, Karen Viviane Santana de. **A dinâmica físico-química dos solos de florestas de mangue no estado de Sergipe**. 2013. 45 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agroecossistemas, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2013. Disponível em: https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/6562/1/KAREN_VIVIANE_SANTANA_ANDRADE.pdf>.

Acesso em: 19 out. 2023.

ARAÚJO, Paula Renata Muniz. Biogeoquímica de metais pesados em solos de manguezal do Rio Botafogo - PE, Brasil. 2018. 149 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. Disponível em <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/handle/tede2/7318>>. Acesso em: 28 nov. 2023

BRASIL, Cidade. **Município de Macau**. Disponível em: <https://www.cidade-brasil.com.br/municipio-macau.html>>. Acesso em: 19 out. 2023.

BRASIL, Resolução CONAMA n°357, de 17 de março de 2005. **Classificação de águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional**. Publicado no D.O.U. Disponível em: https://ambientes.ambientebrasil.com.br/agua/artigos_agua doce/classificacao de aguas doc es salobras e salinas do territorio nacional.htm. Acesso em: 27 nov. 2023.

BRASIL, Nações Unidas. **67% dos manguezais da terra foram perdidos ou degradados, alerta o PNUMA, 2021**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/130784-67-dos-manguezais-da-terra-foram-perdidos-ou-degradados-alerta-pnuma>>. Acesso em: 22 jul. 2023.

CAMPOS, Suênia Cristine. **Antracnose em espécies de mangue do estado do Rio de Janeiro**. 2016. 31 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Florestal, Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2016. Disponível em: <https://rima.ufrj.br/jspui/handle/20.500.14407/3149>. Acesso em: 03 out. 2023.

CORREIA, D. M.; SOVIERZOSKI, H. H. **Ecosistemas marinhos: recifes, praias e manguezais**. EDUFAL: Maceió/AL, 2005. Disponível em: https://daffy.ufs.br/uploads/page_attach/path/9358/ciencias2.pdf. Acesso em: 03 out. 2023.

COSTA, Ana Luiza da Silva. **Características de bactérias naturalmente estabelecidas em solos de manguezal contaminados por mercúrio**. 2022. 41 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2022. Disponível em: <http://tede2.ufrpe.br:8080/tede/bitstream/tede2/8713/2/Ana%20Luiza%20da%20Silva%20Costa.pdf>>. Acesso em: 19 ago. 2023.

COSTA, B. C. et al. **A importância ambiental e socioeconômica do manguezal de Macau/RN**. Anais do IX Congresso de Iniciação Científica do IFRN. 2013. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ocs/index.php/congic/ix/paper/viewFile/1060/37> Acesso em: 17 ago. 2023.

DO NASCIMENTO, Luiza Silva et al. **Fontes e Histórico de contaminação por Hg em manguezais de diferentes regiões do Brasil**. In: Congresso Fluminense de Pós-Graduação-CONPG. 2022. Disponível em: <https://proceedings.science/confict-conpg/confict-conpg-2022/trabalhos/fontes-e-historico-de-contaminacao-por-hg-em-manguezais-de-diferentes-regioes-do?lang=pt-br> Acesso em: 19 ago. 2023.

DOS REIS, F. **Elemento: Mercúrio (Hg)**. Disponível em: <https://diariodonaturalista.com.br/elemento-mercúrio-hg/>>. Acesso em: 11 dez. 2023.

FARIAS, K. L., & Andrade, R. C. B. de. (2013). **Educação ambiental: o manguezal no ensino fundamental**. REMEA - Revista Eletrônica Do Mestrado Em Educação Ambiental, 25. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/remea/article/view/3509>. Acesso em: 21 ago. 2023.

FUNDAÇÃO, Nacional de Saúde. **Manual Prático de Análise de Água**. 4. ed. Brasília: Funasa, 2013. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manual_pratico_de_analise_de_agua_2.pdf>. Acesso em: 19 out. 2022.

FRANCO, I. **Chumbo - Elemento Químico Chumbo (Pb)**. Escola Educação, 2 ago. 2019. Disponível em: <<https://escolaeducacao.com.br/chumbo/>> . Acesso em: 11 dez. 2023

FRANÇA, Michelle Lorêdo de. **Desenvolvimento da Microextração Líquido--Líquido Dispersiva (DLLME) na determinação de chumbo, em águas superficiais seguindo princípios da Química Verde**. 2022. 53 f. TCC - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal de São Paulo, Diadema, 2022. Disponível em:<<https://repositorio.unifesp.br/bitstream/handle/11600/66619/MichelleLeandroTCCII.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 20 out. 2023.

GUITARRARA, Paloma. **Mangue**. Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/brasil/mangues.htm> Acesso em: 02 out. 2023.

LEIRA, M. H. et al. **Qualidade da água e seu uso em pisciculturas**. PubVet, v. 11, n. 1, p. 11–17, 2017. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/ed1b/7b63f8649267195e728446c179b62b51ec3a.pdf>. Acesso em: 19 out. 2023.

LIMA, Eliane Vasconcelos. **Degradação do manguezal e potencial pesqueiro: a percepção da população envolvida com a pesca no município de Pirambu/SE**. Disponível em: <https://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=1504>. Acesso em: 9 fev. 2023.

MEDEIROS, S. R. M. de .; CARVALHO, R. G. de .; PIMENTA, M. R. C. **A proteção do ecossistema manguezal à luz da lei: 12.651/2012: novos desafios para a sustentabilidade dos manguezais do rio grande do norte**. Revista Geotemas, Pau dos Ferros, v. 4, n. 2, p. 59–78, 2014. Disponível em: <https://periodicos.apps.uern.br/index.php/GEOTemas/article/view/671>. Acesso em: 8 fev. 2023.

NOTÍCIAS, Agência BNDES. **Recuperação de manguezais e restingas.** Disponível em: [https://agenciadenoticias.bndes.gov.br/detalhe/noticia/BNDES-e-Petrobras-investem-R\\$-473-milhoes-na-recuperacao-de-manguezais-e-restingas/](https://agenciadenoticias.bndes.gov.br/detalhe/noticia/BNDES-e-Petrobras-investem-R$-473-milhoes-na-recuperacao-de-manguezais-e-restingas/). Acesso em: 11 dez. 2023.

OLINTO, Andrea. **O Ecossistema Manguezal.** Disponível em: http://ecologia.ib.usp.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=70&Itemid=409>. Acesso em: 13 dez. 2023.

PASCOALINI, Savia Soares; LOPES, Dielle Meire de Santana; FALQUETO, Antelmo Ralph; TOGNELLA, Monica Maria Pereira. **Abordagem ecofisiologia dos manguezais: uma revisão.** Biotemas, Vitória - Es, v. 3, n. 27, p. 1-11, 26 maio 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/download/2175-7925.2014v27n3p1/27665/116757>. Acesso em: 10 ago. 2023.

QUERINO, Carlos Alexandre Santos; MOURA, Marcos Antonio Lima; QUERINO, Juliane Kayse Albuquerque da Silva. **Impacto do desmatamento de uma área de mangue no alberto superficial.** Revista Brasileira de Meteorologia, Amazonas, v. 28, n. 4, p. 1-8, 06 dez. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-77862013000400006> Acesso em: 11 dez. 2023.

ROCHA JUNIOR, Josemberg Martins da. **Avaliação ecológico-econômica do manguezal de Macau/RN e a importância da aplicação de práticas preservacionistas pela indústria petrolífera local.** 2011. 116 f. Dissertação (Mestrado em Pesquisa e Desenvolvimento em Ciência e Engenharia de Petróleo) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/12942/1/AvaliacaoEcol%C3%B3gico-econ%C3%B4micaManguezal_RochaJunior_2011.pdf Acesso em: 8 fev. 2023.

ROCHA DE OLIVEIRA, M.; MEIRE, R.; DE SIQUEIRA, S. **Percepção ambiental dos alunos do ensino fundamental sobre a importância do ecossistema manguezal.** Disponível em: https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conapesc/2019/TRABALHO_EV126_MD4_SA7_ID2184_01072019170028.pdf>. Acesso em: 21 ago. 2023.

SALMAZO, J. R.; SEMPREBOM, T. R. **Manguezal: um berçário de vida marinha.** projeto bióticos, 15 jan. 2018. Disponível em: <<https://www.bioicos.org.br/post/manguezal-um-bercario-de-vida-marinha>>. Acesso em: 19 ago. 2023.

SATHYA, T; e SEKAR, C. 2012. **Ecosistema de Mangue e suas Multifuncionalidades: Uma Análise do Fornecimento de Meios de Vida Econômicos e Ambientais para as Comunidades de Pescadores na Costa Sudeste da Índia.** *Trends in Agricultural Economics*, 5: 31-47. Disponível em: <https://scialert.net/abstract/?doi=tae.2012.31.47>. Acesso em: 20 julho. 2023.

SILVA, P. K. O. da C.; SILVA, M. R. F. da . **Caracterização dos problemas socioambientais no ecossistema de manguezal no município de Macau (RN) - Brasil** Revista Geo Interações, [S. l.], v. 3, n. 1, p. 42–65, 2020. Disponível em: <https://periodicos.apps.uern.br/index.php/RGI/article/view/1109>. Acesso em: 11 maio. 2023.

SOARES, Ilton Araújo. **Análise de degradação ambiental das áreas de preservação permanente localizadas no estuário do rio Ceará-mirim/RN.** Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/18206/1/IltonAS_DISSERT.pdf>. Acesso em: 21 ago. 2023.

SOUZA, C.A.; DUARTE, L.F.A.; JOÃO, M.C.A. & PINHEIRO, M.A.A. 2018. **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, 165 p. Disponível em: https://www.crusta.com.br/biblio/04.Cap%C3%ADtulos/20-educacao_ambiental_manguezais_cap01_biodiversidade_conservacao.pdf Acesso em: 20 ago. 2023.

SPERLING, Marcos Von. **Princípios do tratamento biológico de águas residuais: Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 3 ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005. Disponível em: https://www.academia.edu/39149408/Introdu%C3%A7%C3%A3o_%C3%A0_qualidade_das_%C3%A1guas_e_ao_tratamento_de_esgotos. Acesso em: 19 out. 2023.

VERDE, Redação Pensamento. **O perigo dos metais pesados no meio ambiente | Pensamento Verde.** Disponível em: [<https://www.pensamentoverde.com.br/reciclagem/perigo-metais-pesados-meio-ambiente/>](https://www.pensamentoverde.com.br/reciclagem/perigo-metais-pesados-meio-ambiente/).

Acesso em: 22 out. 2023.

ANEXO A – CARTILHA EDUCATIVA A RESPEITO DA IMPORTÂNCIA DOS MANGUEZAIS





DEGRADAÇÃO DO MANGUEZAL



IMPACTOS NA COMUNIDADE

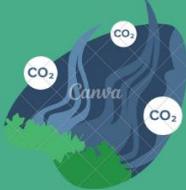
Sem os manguezais, a terra seria acometida por 39% mais inundações anualmente e 120 milhões de pessoas ao redor do mundo perderiam seu meio de subsistência. .

O ecossistema também é lar de mais de 3.000 espécies de peixes e proporciona de três a cinco vezes mais carbono do que as florestas tropicais

IMPACTOS NA VEGETAÇÃO

Sathia e Sekar (2012) relatam que a degradação dos mangues aumenta a mortalidade de peixes, reduz a purificação da água e eleva a salinidade dos solos costeiros.

Essas alterações em florestas de mangues causam instabilidades da biodiversidade, do meio físico e por consequência do microclima (Galvani e de Lima, 2011).





VOCÊ SABE A IMPORTÂNCIA DE PRESERVAR O MANGUE?

A vegetação do mangue, principalmente seu sistema de raízes, é capaz de reduzir o impacto da água do mar nas regiões costeiras, protegendo cidades litorâneas contra os efeitos da erosão das marés, tempestades, aumento do nível do mar, e até mesmo tsunamis.