



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO
AMBIENTE

LOUIZE NASCIMENTO

RELAÇÃO SOCIEDADE E NATUREZA EM ECOSISTEMAS COSTEIROS NO
LITORAL SETENTRIONAL DO RIO GRANDE DO NORTE, BRASIL

FORTALEZA
2025

LOUIZE NASCIMENTO

RELAÇÃO SOCIEDADE E NATUREZA EM ECOSISTEMAS COSTEIROS NO
LITORAL SETENTRIONAL DO RIO GRANDE DO NORTE, BRASIL

Tese de Doutorado apresentada ao Programa Regional em Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de concentração: Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Jeovah de Andrade Meireles.

Coorientador: Prof. Dr. Rodrigo Guimarães de Carvalho.

FORTALEZA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- N196r Nascimento, Louize.
Relação sociedade e natureza em ecossistemas costeiros no litoral setentrional do Rio Grande do Norte, Brasil. / Louize Nascimento. – 2025.
192 f. : il. color.
- Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Fortaleza, 2025.
Orientação: Prof. Dr. Antônio Jeovah de Andrade Meireles.
Coorientação: Prof. Dr. Rodrigo Guimarães de Carvalho.
1. Restinga. 2. Manguezal. 3. Conhecimento tradicional . 4. Sensoriamento remoto. I. Título.
CDD 333.7
-

LOUIZE NASCIMENTO

RELAÇÃO SOCIEDADE E NATUREZA EM ECOSISTEMAS COSTEIROS NO
LITORAL SETENTRIONAL DO RIO GRANDE DO NORTE, BRASIL

Tese de Doutorado apresentada ao Programa Regional em Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de concentração: Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Aprovada em: 28/04/2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Antônio Jeovah de Andrade Meireles (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Rodrigo Guimarães de Carvalho (Coorientador)
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN)

Prof. Dr. Edson Vicente da Silva
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Rogério Taygra Vasconcelos Fernandes
Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA)

Prof. Dr. Leonardo Silva Soares
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Prof. Dr. Ilton Araújo Soares
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN)

Ao meu filho Charles Darwin,
amor incondicional.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará pela oportunidade de crescimento acadêmico e pessoal, e a CAPES, pelo apoio financeiro para o desenvolvimento da tese.

Sou profundamente grata aos meus professores e orientadores, Dr. Antônio Jeovah de Andrade Meireles e Dr. Rodrigo Guimarães de Carvalho. Obrigada por cada palavra de incentivo, pelas correções atentas e trilhar esse projeto comigo.

Um agradecimento muito especial ao Prof. Dr. Jônata Fernandes de Oliveira — o melhor biólogo que conheço; meu parceiro de campo, de pesquisa e de sonho. Obrigada por acreditar em mim, mesmo nos momentos em que eu mesma duvidei.

À minha querida amiga Milena Monteiro Feitosa, obrigada pela parceria leal e pela amizade que tornaram o doutorado mais leve e possível. Vivemos juntas os desafios, as conquistas e as publicações.

Agradeço também a Adilson Matheus Borges Machado, por toda a ajuda com os mapas da tese, pelas aulas de Geoprocessamento e pela paciência com cada detalhe técnico. Sua colaboração foi essencial para este trabalho.

Meu carinho e respeito aos professores da banca examinadora, Dr. Edson Vicente da Silva, Dr. Rogério Taygra Vasconcelos Fernandes, Dr. Leonardo Silva Soares e Dr. Ilton Araújo Soares. Obrigada por contribuírem com um olhar atento e generoso a este estudo.

Agradeço ao Prof. Dr. Rogério Taygra Vasconcelos Fernandes pela parceria, revisão e contribuição no artigo sobre os fatores que ameaçam a floresta de mangue no município de Galinhos/RN.

Aos pescadores artesanais de Galinhos, RN, minha profunda gratidão pela acolhida, pelas conversas tão ricas e pelas contribuições inestimáveis. O conhecimento de vocês deu alma ao capítulo sobre ambientes de Restinga e Manguezal em Galinhos. Ao secretário da colônia de pescadores e ao guia local, minha gratidão pelas contribuições preciosas, especialmente nas indicações dos locais e das espécies vegetais dos ecossistemas de restinga e manguezal.

Esta tese é resultado de muitos olhares, vozes e mãos. A visão multidisciplinar que orienta este trabalho só foi possível porque encontrei, ao longo do doutorado, pessoas generosas que caminharam comigo, me ensinaram e me ajudaram a não desistir. A todas elas, meu mais sincero agradecimento.

“Nossos sonhos são os mesmos há muito tempo
Mas não há mais muito tempo pra sonhar”

Humberto Gessinger

RESUMO

Os ecossistemas de restinga e manguezal no litoral setentrional do Rio Grande do Norte são fundamentais para a manutenção da biodiversidade, a oferta de serviços ecossistêmicos e o sustento sociocultural de comunidades tradicionais. Apesar de sua importância, esses ambientes vêm sendo intensamente pressionados por processos como a urbanização, expansão da salinicultura e da carcinicultura, turismo predatório, poluição e avanço de espécies exóticas invasoras. Diante desse cenário, o objetivo geral desta tese foi analisar as transformações ocorridas nos ecossistemas de restinga e manguezal no litoral setentrional potiguar. Para isso, a pesquisa investigou as relações entre sociedade e natureza nesses ecossistemas por meio de três abordagens complementares: análise cienciométrica e revisão sistemática da produção científica (2013–2022), estudo etnobotânico com pescadores artesanais do município de Galinhos (RN) e análise multitemporal da cobertura vegetal dos manguezais entre 1984 e 2022, por meio de sensoriamento remoto. A análise cienciométrica evidenciou um crescimento expressivo na produção acadêmica a partir de 2018, com destaque para instituições como a Universidade Federal do Ceará e parcerias internacionais. Os estudos analisados abordaram impactos como desmatamento, instalação de empreendimentos e poluição por metais, além de estratégias de manejo baseadas na criação de Unidades de Conservação, monitoramento contínuo e valorização do saber tradicional. Identificaram-se lacunas no envolvimento das comunidades locais nas políticas de conservação. O estudo etnobotânico revelou que os pescadores demonstram amplo domínio sobre as espécies do manguezal, mas reconhecem menos a flora de restinga. Das 33 espécies identificadas em campo, apenas 16 foram citadas, das quais 13 são exóticas ou invasoras. Os usos das plantas incluem fins alimentares, medicinais, construção de apetrechos de pesca e alimentação animal. A percepção local apontou as salinas, a carcinicultura e o turismo como principais fatores de degradação, evidenciando a importância do conhecimento tradicional como instrumento de conservação e resiliência territorial. A análise multitemporal da cobertura vegetal dos manguezais indicou uma significativa redução da área de mangue em Galinhos, passando de 20,86 km² (1984) para 11,31 km² (2022). No mesmo período, a área ocupada por salinas aumentou para 27,49 km² e a carcinicultura surgiu com 3,12 km², configurando-se como principais vetores de degradação associados à perda de biodiversidade, desequilíbrios hidrodinâmicos e comprometimento dos serviços ecossistêmicos. Em conjunto, os resultados reforçam a necessidade de políticas públicas integradas, que combinem ciência, tecnologia e

saber tradicional, com foco na conservação e restauração desses ecossistemas. A tese defende uma abordagem participativa e interdisciplinar, que valorize o protagonismo das comunidades locais na gestão ambiental, assegure a funcionalidade ecológica dos territórios e promova a sustentabilidade socioambiental no litoral nordestino.

Palavras-chave: restinga; manguezal; conhecimento tradicional; sensoriamento remoto.

ABSTRACT

The restinga and mangrove ecosystems along the northern coast of Rio Grande do Norte are essential for maintaining biodiversity, providing ecosystem services, and sustaining the sociocultural livelihoods of traditional communities. Despite their importance, these environments have been under intense pressure from processes such as urbanization, the expansion of saltworks and shrimp farming, predatory tourism, pollution, and the spread of invasive exotic species. In light of this scenario, the main objective of this thesis was to analyze the transformations that have taken place in the restinga and mangrove ecosystems along the northern coast of Rio Grande do Norte. This thesis investigates the interactions between society and nature in these ecosystems through three complementary approaches: a scientometric analysis and systematic review of the scientific literature (2013–2022), an ethnobotanical study with artisanal fishers in the municipality of Galinhos (RN), and a multitemporal analysis of mangrove vegetation cover from 1984 to 2022 using remote sensing. The scientometric analysis revealed a significant increase in academic publications from 2018 onwards, highlighting institutions such as the Federal University of Ceará and international collaborations. The reviewed studies addressed impacts such as deforestation, infrastructure development, and heavy metal pollution, as well as management strategies involving the creation of conservation units, continuous monitoring, and the appreciation of traditional knowledge. A lack of community involvement in conservation policies was also identified. The ethnobotanical study showed that fishers have a strong understanding of mangrove species but less familiarity with restinga flora. Of the 33 species identified in the field, only 16 were cited by participants, 13 of which were exotic or invasive. The plants were used for food, medicine, fishing gear construction, and animal feed. Local perceptions highlighted saltworks, shrimp farming, and tourism as the main drivers of degradation, reinforcing the strategic role of traditional knowledge in conservation and territorial resilience. The multitemporal analysis of mangrove vegetation cover indicated a significant reduction in mangrove area in Galinhos, from 20.86 km² in 1984 to 11.31 km² in 2022. In the same period, the area occupied by saltworks increased to 27.49 km², and shrimp farming emerged with 3.12 km², becoming major drivers of degradation linked to biodiversity loss, hydrodynamic imbalances, and the disruption of ecosystem services. Taken together, the results underscore the need for integrated public policies that combine science, technology, and traditional knowledge, with a focus on the conservation and restoration of these ecosystems. This thesis advocates for a participatory and interdisciplinary approach that

values the leadership of local communities in environmental governance, ensures ecological functionality, and promotes socio-environmental sustainability along the northeastern Brazilian coast.

Keywords: restinga; mangrove; traditional knowledge; remote sensing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Fluxograma PICO utilizado para seleção dos estudos.....	62
Figura 2	– Fluxograma PRISMA de seleção de publicações e processo de inclusão.....	65
Figura 3	– Número de artigos científicos publicados entre os anos de 2013 a 2022 sobre o estado de conservação dos ambientes de restinga e manguezal do nordeste brasileiro.....	66
Figura 4	– Mapa temático a partir dos títulos dos artigos sobre o estado de conservação dos ambientes de restinga e manguezal do Nordeste brasileiro entre 2013 e 2022.....	68
Figura 5	– Nuvem de palavras criada a partir dos títulos e palavras-chave dos 28 artigos selecionados, entre os períodos de 2013 a 2022, sobre a conservação dos ambientes de restinga e manguezal do Nordeste brasileiro.....	69
Figura 6	– Mapa mundial de colaboração entre os países entre 2013 e 2022 dos estudos sobre o estado de conservação dos ambientes de restinga e manguezal do Nordeste brasileiro.....	70
Figura 7	– Instituições com mais autores contribuintes em artigos sobre a conservação dos ambientes de restinga e manguezal do Nordeste brasileiro entre 2013 e 2022.....	71
Figura 8	– Principais documentos citados globalmente, entre os anos de 2013 e 2022, dos estudos sobre o estado de conservação dos ambientes de restinga e manguezal do Nordeste brasileiro.....	73
Figura 9	– Impactos que afetam os ecossistemas de manguezal e restinga no Nordeste brasileiro abordados em 28 artigos entre o período de 2013 e 2022.....	75
Figura 10	– Localização do município de Galinhos, Rio Grande do Norte.....	91
Figura 11	– Idade de pescadores artesanais vs. O tempo de residência em galinhos, rio grande do norte. Os pontos no gráfico indicam os pescadores artesanais entrevistados, identificados com os números de 1 ao 23.....	96
Figura 12	– Estado civil dos pescadores artesanais em Galinhos, Rio Grande do Norte.....	99
Figura 13	– Escolaridade dos pescadores artesanais em Galinhos, Rio Grande do Norte.....	100

Figura 14 – Renda mensal dos pescadores artesanais em Galinhos, Rio Grande do Norte.....	102
Figura 15 – Profissões dos pescadores artesanais em Galinhos, Rio Grande do Norte.....	103
Figura 16 – Fonte de renda dos pescadores artesanais em Galinhos, Rio Grande do Norte.....	104
Figura 17 – Rancho de pesca (a) utilizado por pescadores artesanais no município de Galinhos, Rio Grande do Norte. Utilização da restinga espaço de apoio à pesca (b).....	107
Figura 18 – Construção de empreendimentos turísticos (a), casas e estradas pavimentadas (b) em áreas de restinga no município de Galinhos, Rio Grande do Norte.....	108
Figura 19 – Acúmulo de resíduos sólidos em ambientes de restinga no município de Galinhos, Rio Grande do Norte.....	111
Figura 20 – Lixão localizado próximo a um ponto turístico importante de Galinhos, Rio Grande do Norte, o Farol Galinhos (seta vermelha).....	112
Figura 21 – Curva de acumulação de espécies (linha vermelha), intervalos de confiança de 95% (linha azul) para as respostas dos pescadores artesanais de Galinhos, Rio Grande do Norte, sobre a riqueza de espécies vegetais dos ambientes de restinga e manguezal.....	117
Figura 22 – Localização do município de Galinhos, Rio Grande do Norte.....	131
Figura 23 – Extinção de setores de manguezal pela indústria salineira em Galinhos, RN.....	141
Figura 24 – Evolução das atividades de carcinicultura e salinicultura no município de Galinhos, Rio Grande do Norte, Brasil.....	142
Figura 25 – Pontos aleatórios da imagem landsat 5 (1984), composição RGB543 e pontos aleatórios da imagem landsat 9 (2022), composição RGB654 Município de Galinhos, Rio Grande do Norte, Brasil.....	145

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	– Resoluções do conama que abordam a proteção jurídica das restingas.....	34
Quadro 2	– Conceitos da vegetação primária do Rio Grande do Norte, Brasil.....	35
Quadro 3	– Formações vegetais do ecossistema de restingas.....	36
Quadro 4	– Vegetação primária e estágios sucessionais secundários de vegetação de restinga do Rio Grande do Norte, Brasil.....	36
Quadro 5	– Artigos e incisos sobre manguezais nas resoluções do CONAMA.....	45
Quadro 6	– Serviços ecossistêmicos fornecidos pelo ecossistema de Manguezal.....	45
Quadro 7	– Classificação da vegetação brasileira de acordo com a sua origem.....	93
Quadro 8	– Chave de interpretação da área de estudo da Imagem Landsat 8, em Galinhos, Rio Grande do Norte.....	135

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Qualidade da classificação associada aos valores do índice kappa.....	137
Tabela 2	– Classes de uso e cobertura da terra que ocorrem na área de estudo no município de Galinhos, Rio Grande do Norte, Brasil, entre os anos de 1984 e 2022.....	139
Tabela 3	– Matriz de erros (1984). Legenda: ID: 10 -vegetação de caatinga, ID: 18 - salina, ID: 43 - floresta de mangue, ID: 52 - planície de maré sem mangue, ID: 69 - canais de maré, ID: 73 - praia e dunas, ID: 75 - área urbana, ID: 78 - solo exposto.....	147
Tabela 4	– Matriz de erros (2022). ID: 10 -vegetação de caatinga, ID: 18 - salina, ID: 28 - carcinicultura, ID: 43 - floresta de mangue, ID: 52 - planície de maré sem mangue, ID: 69 - canais de maré, ID: 73 - praia e dunas, ID: 75 - área urbana, ID: 78 - solo exposto.....	148
Tabela 5	– Estatísticas geradas para as classificações de cobertura da terra.....	150

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL.....	17
2	ESTADO DA ARTE DA CONSERVAÇÃO DE ECOSISTEMAS COSTEIROS NO NORDESTE BRASILEIRO.....	28
2.1	Introdução.....	30
2.2	Restinga.....	33
2.2.1	<i>Impactos antropogênicos nos ecossistemas de restingas.....</i>	37
2.3	Manguezal.....	40
2.3.1	<i>Impactos antropogênicos nos ecossistemas de manguezais.....</i>	47
2.3.2	<i>Carcinicultura.....</i>	48
2.3.3	<i>Salinicultura.....</i>	50
2.4	Conhecimento tradicional e conservação de restingas e manguezais.....	52
2.5	Sensoriamento remoto e monitoramento ambiental.....	54
2.6	Considerações Finais.....	56
3	ECOSSISTEMAS DE RESTINGA E MANGUEZAL NO NORDESTE BRASILEIRO: ABORDAGEM CIENCIOMÉTRICA E REVISÃO SISTEMÁTICA.....	58
3.1	Introdução.....	60
3.2	Material e métodos.....	62
3.2.1	<i>Análise cienciométrica e a revisão sistemática.....</i>	62
3.2.2	<i>Estratégia de busca.....</i>	63
3.2.3	<i>Análise de dados.....</i>	64
3.3	Resultados E Discussão.....	64
3.3.1	<i>Seleção de artigos para análise cienciométrica e revisão sistemática.....</i>	64
3.3.2	<i>Evolução temporal da produção científica.....</i>	65
3.3.3	<i>Mapa temático e termos relevantes abordados nos artigos.....</i>	67
3.3.4	<i>Mapa mundial de colaboração entre países.....</i>	70
3.3.5	<i>Afiliações mais relevantes.....</i>	71
3.3.6	<i>Principais documentos citados globalmente e principais metodologias utilizadas.....</i>	72

3.3.7	<i>Impactos das atividades humanas.....</i>	75
3.3.8	<i>Estratégias para conservação.....</i>	79
3.3.9	<i>Lacunas de conhecimento e direções futuras de pesquisa.....</i>	82
3.4	Conclusão.....	84
4	ETNOBOTÂNICA SOBRE AMBIENTES DE RESTINGA E MANGUEZAL EM GALINHOS, RIO GRANDE DO NORTE.....	86
4.1	Introdução.....	88
4.2	Material e métodos.....	90
4.2.1	<i>Área de estudo.....</i>	90
4.2.2	<i>Seleção dos participantes e entrevistas semiestruturadas.....</i>	92
4.2.3	<i>Registro da flora e identificação botânica.....</i>	93
4.2.4	<i>Classificação da origem das espécies.....</i>	93
4.2.5	<i>Análise dos dados.....</i>	94
4.3	Resultados e discussão.....	95
4.3.1	<i>Caracterização socioeconômica de pescadores artesanais de Galinhos, RN.....</i>	95
4.3.2	<i>Conhecimento de pescadores artesanais sobre restingas de Galinhos, RN.....</i>	105
4.3.3	<i>Conhecimento de pescadores artesanais sobre manguezais de Galinhos, RN.....</i>	113
4.3.4	<i>Etnobotânica sobre os ambientes de restinga e manguezal em Galinhos, RN.....</i>	116
4.4	Considerações Finais.....	125
5	FATORES QUE AMEAÇAM A FLORESTA DE MANGUE NO MUNICÍPIO DE GALINHOS, RIO GRANDE DO NORTE, UTILIZANDO SENSORIAMENTO REMOTO: UMA ANÁLISE MULTITEMPORAL (1984-2022).....	127
5.1	Introdução.....	129
5.2	Material e métodos.....	131
5.2.1	<i>Área de estudo.....</i>	131
5.2.2	<i>Seleção de artigos científicos relevantes no semantic scholar.....</i>	133

5.2.3	<i>Procedimentos metodológicos</i>	133
5.3	Resultados e discussão	138
5.3.1	<i>Fatores que ameaçaram a floresta de mangue no município de Galinhos, RN</i>	138
5.3.2	<i>Validação do mapeamento temático</i>	145
5.4	Conclusão	150
6	CONCLUSÃO GERAL	151
	REFERÊNCIAS	154
	APÊNDICE A - ROTEIRO DA ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA SOBRE ETNOBOTÂNICA (ECOSSISTEMA DE RESTINGA E MANGUEZAL)	183
	APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	190

1 INTRODUÇÃO GERAL

No Nordeste brasileiro, os ecossistemas costeiros — com destaque para as formações de restinga e manguezal — configuram-se como espaços que desempenham um papel decisivo na reprodução da vida, na conservação da biodiversidade e na sustentação de modos de existência historicamente enraizados nos territórios litorâneos (Santos-Filho *et al.*, 2010). Esses ambientes fornecem serviços ecossistêmicos diversos, como a regulação climática, o controle da erosão, a purificação da água e a provisão de alimentos. Para além das funções ecológicas, desempenham papéis socioculturais e econômicos relevantes para as populações tradicionais que deles dependem, direta ou indiretamente (Barbier *et al.*, 2011). Ferreira e Lacerda (2016) reforçam que os manguezais são ecossistemas de elevada produtividade biológica, que sustentam os modos de vida tradicionais e contribuem para o equilíbrio ambiental, especialmente por sua elevada capacidade de sequestrar carbono em regiões costeiras brasileiras. Compreender essas dinâmicas exige uma abordagem integrada, capaz de articular processos ecológicos às dimensões sociais, políticas e econômicas que moldam as interações entre sociedade e natureza na zona costeira.

Nesse contexto, o estudo de Lima e Silva (2024), realizado em áreas de manguezal no município de Barra de São Miguel (AL), evidencia a multiplicidade de funções ecológicas e socioculturais desses ambientes, destacando sua importância para o fornecimento de recursos, retenção de poluentes e fortalecimento dos vínculos comunitários. Os autores reforçam que a conservação dos manguezais exige políticas públicas integradas, com ênfase em ações de preservação, educação ambiental e desenvolvimento local. De forma convergente, Santos *et al.* (2017), em avaliação socioecológica conduzida no estuário do rio São Francisco, apontam que estratégias participativas — como a criação de reservas extrativistas e o fortalecimento da infraestrutura produtiva local — são percebidas pelas comunidades como alternativas viáveis à degradação ambiental, ao mesmo tempo em que promovem a conservação ecológica e a melhoria das condições de vida.

Sob outra perspectiva e em escala urbana distinta, o estudo de Bustamante, Prates e Cremer (2024), realizado na Baía Babitonga (SC), mostra que, mesmo entre moradores não vinculados à extração de recursos naturais, os manguezais são reconhecidos por seu valor cultural, estético e ecológico. Ainda assim, os participantes identificam impactos negativos recorrentes, como o descarte de resíduos, o aterramento de áreas alagadas e a ausência de saneamento básico. Esses achados reforçam que os manguezais não são apenas espaços naturais de elevada importância ecológica, mas também territórios simbólicos e políticos, nos

quais se inscrevem conflitos, memórias e projetos coletivos. Essa compreensão é corroborada por Queiroz *et al.* (2017), que, ao analisarem os serviços ecossistêmicos em manguezais do Nordeste brasileiro, identificaram que as comunidades locais atribuem a esses ambientes significados culturais profundos, como o suporte à identidade tradicional, a satisfação pessoal e o bem-estar físico e emocional — dimensões frequentemente desconsideradas pelas políticas públicas ambientais. Tais estudos reafirmam a necessidade de políticas públicas voltadas ao ordenamento territorial, à gestão participativa e à promoção da justiça ambiental nos territórios costeiros.

A complexa relação entre sociedade e natureza também se manifesta de forma expressiva nas áreas de restinga, frequentemente negligenciadas pelas políticas ambientais, apesar de sua reconhecida relevância ecológica (Souza; Souza, 2008). Além de contribuir para a fixação de dunas e a estabilização de manguezais adjacentes, essas formações vegetais abrigam comunidades adaptadas a condições ambientais extremas (Richetti *et al.*, 2024) e fornecem recursos de uso medicinal, alimentar e ornamental (Santos *et al.*, 2009). A análise fitossociológica realizada por Paiva e Almeida Jr. (2020) na Praia da Guia, no Maranhão, revelou uma elevada diversidade florística, evidenciando o potencial desses ambientes na provisão de serviços ecossistêmicos como regulação climática, polinização e oferta de recursos vegetais valorizados pelas populações locais. De forma complementar, Rabelo, Fernandes e Moro (2024) destacam que as restingas do Norte e Nordeste do Brasil apresentam uma composição florística única, resultante da confluência de espécies de diferentes domínios fitogeográficos, como a Caatinga, o Cerrado e a Floresta Amazônica. Essa diversidade florística reflete a complexidade ecológica desses ecossistemas e reforça sua importância estratégica para ações de conservação e planejamento ambiental regional.

Complementarmente, a pesquisa de Soares, Carvalho e Rabelo (2024), realizada na RDS Estadual Ponta do Tubarão (RN), revela que as áreas de restinga são marcadas por disputas territoriais, nas quais comunidades tradicionais enfrentam pressões crescentes de empreendimentos turísticos e de energia eólica. Os autores defendem o reconhecimento dessas formações como espaços de valor ambiental e sociocultural, cuja conservação exige instrumentos legais mais eficazes e políticas públicas inclusivas, com participação ativa das populações locais. De forma semelhante, Rocha *et al.* (2007), ao investigarem os remanescentes de restinga no estado do Rio de Janeiro, identificaram múltiplos fatores de degradação — como a expansão urbana desordenada e o uso seletivo de espécies vegetais — e alertaram para a ausência de mecanismos legais de proteção adequados. Os autores

recomendam a criação de unidades de conservação como ferramenta estratégica para conter os conflitos de uso e assegurar a proteção desses ecossistemas frágeis.

Essas múltiplas funções ecológicas, sociais e econômicas reafirmam a centralidade dos manguezais e das restingas na manutenção do equilíbrio ambiental e na reprodução sociocultural das populações que estabelecem vínculos históricos e territoriais com esses ambientes (Dias; Soares; Neffa, 2014). A relevância desses espaços vai além de uma abordagem puramente naturalista, inserindo-se no campo dos direitos socioambientais. Nesse sentido, a proteção legal desses ecossistemas constitui uma estratégia para promover a equidade ambiental e garantir os direitos coletivos das populações tradicionais. A Constituição Federal de 1988, ao reconhecer o meio ambiente ecologicamente equilibrado como direito de todos, estabelece, em seu Art. 225, §1º, inciso III, que é dever do poder público proteger os espaços territoriais especialmente protegidos, vedando práticas que comprometam sua integridade ecológica (BRASIL, 1988). Essa diretriz fornece o respaldo jurídico necessário para a formulação de políticas públicas voltadas à conservação de ecossistemas sensíveis e à efetivação dos direitos territoriais das populações tradicionais.

Esse respaldo constitucional sustenta a criação e aplicação de um conjunto de normas específicas voltadas à proteção desses ecossistemas costeiros, reconhecendo seu valor estratégico sob os pontos de vista ecológico, geológico e sociocultural. No caso das restingas, sua inclusão como áreas legalmente protegidas está prevista tanto no Código Florestal de 2012 quanto em resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). A Resolução CONAMA nº 10/1993, por exemplo, define a restinga como um depósito arenoso paralelo à linha da costa, geralmente alongado, resultante de processos de sedimentação marinha, onde se desenvolvem comunidades vegetais adaptadas à dinâmica costeira, com cobertura em mosaico variando entre estratos herbáceos, arbustivos e arbóreos, conforme o estágio sucessional (BRASIL, 1993; BRASIL, 2012).

A preservação dessas formações torna-se obrigatória, especialmente quando desempenham funções ecológicas, como a fixação de dunas e a estabilização de manguezais. Essa determinação é reforçada pela Lei nº 12.651/2012, que, em seu Art. 4º, inciso VI, classifica como Áreas de Preservação Permanente (APPs) as restingas que exercem tais funções, reconhecendo sua contribuição para a integridade ecológica dos sistemas costeiros (BRASIL, 2012).

No caso dos manguezais, esses ecossistemas são amplamente reconhecidos por sua alta produtividade biológica e por sustentarem modos de vida tradicionais ao longo do litoral brasileiro (Vasconcelos *et al.*, 2020). A mesma Lei nº 12.651/2012 os define como

ecossistemas litorâneos localizados em terrenos baixos, sujeitos à ação das marés, formados por solos lodosos ou arenosos e vegetação típica de mangue, sob influência fluviomarinha. Segundo o Art. 4º, inciso VII, os manguezais são considerados Áreas de Proteção Permanentes (APPs) “em toda a sua extensão, em zonas costeiras”, o que impõe restrições severas ao seu uso e reforça a necessidade de sua preservação integral (BRASIL, 2012).

Complementarmente, a Resolução CONAMA nº 303/2002 estabelece diretrizes específicas para a proteção dos manguezais, reconhecendo sua fragilidade ecológica e sua importância para o equilíbrio da zona costeira. A norma proíbe a supressão da vegetação de mangue e a realização de obras nessas áreas, salvo em casos de utilidade pública devidamente justificados e regulamentados (BRASIL, 2002).

Já a Lei nº 9.985/2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), embora não mencione explicitamente as restingas e os manguezais, permite a inclusão de áreas com atributos naturais relevantes em diversas categorias de Unidades de Conservação. Isso possibilita sua proteção legal, desde que os objetivos da unidade estejam alinhados à conservação desses ecossistemas. Um exemplo emblemático é a criação da RDS Estadual Ponta do Tubarão, nos municípios de Macau e Guamaré (RN), instituída como resposta à expansão de atividades industriais. A unidade visa preservar uma região com alta diversidade de habitats e ampla ocorrência de formações de restinga e manguezal, associadas à ocupação tradicional de comunidades que mantêm práticas sustentáveis de uso e manejo do território (Nascimento *et al.*, 2024).

Apesar da existência de um arcabouço jurídico estruturado para a proteção dos ecossistemas costeiros, as políticas voltadas às restingas e aos manguezais ainda enfrentam sérias dificuldades de implementação, especialmente no contexto do Nordeste brasileiro. Esses ambientes continuam sob intensa pressão antrópica, resultante da expansão urbana desordenada, da proliferação de empreendimentos turísticos, da instalação de salinas e, de forma mais acentuada, do avanço da carcinicultura. Essas atividades têm provocado impactos acumulativos nos manguezais da região, particularmente nas zonas semiáridas do litoral do Rio Grande do Norte e do Ceará. Lacerda *et al.* (2021) destacam que os efluentes da carcinicultura, ricos em nutrientes, afetam diretamente a produtividade primária, o sequestro de carbono e a resiliência dos manguezais, cujos impactos, mesmo após a desativação dos empreendimentos, persistem no solo e na hidrodinâmica, dificultando a regeneração vegetal e favorecendo ocupações irregulares. De forma complementar, Queiroz *et al.* (2013) analisaram os impactos da carcinicultura no estuário do rio Jaguaribe (CE) e demonstraram que a conversão intensiva de áreas costeiras para viveiros de camarão alterou significativamente a

dinâmica geoambiental, comprometendo a integridade ecológica dos manguezais locais e evidenciando a urgência de modelos integrados de gestão e fiscalização ambiental.

A conservação efetiva desses ecossistemas exige, portanto, uma compreensão aprofundada das interações entre os processos ecológicos e as práticas humanas que incidem sobre eles. Nesse cenário, o conhecimento tradicional das comunidades locais emerge como uma fonte estratégica para o manejo sustentável dos recursos naturais. Pesquisa realizada na comunidade quilombola do Cumbe, no litoral cearense, por Queiroz *et al.* (2017), demonstram que os moradores reconhecem os manguezais não apenas como espaços produtivos, mas também como territórios vinculados à identidade, à memória coletiva e às práticas socioculturais locais, sendo que as atividades cotidianas de coleta, pesca e uso de espécies vegetais são orientadas por um saber tradicional que promove a conservação do ecossistema. Estudo recente de Galvão *et al.* (2024), conduzido em comunidades costeiras da Amazônia brasileira, evidencia que o conhecimento tradicional sobre o uso da madeira de mangue tem sido decisivo para o planejamento de estratégias preventivas de conservação e para a formulação de políticas públicas mais eficientes, baseadas na inclusão dos usuários locais como agentes de manejo. Ambos os estudos reforçam a necessidade de incorporar os saberes tradicionais aos processos de gestão ambiental, não como elementos acessórios, mas como componentes estruturantes de políticas públicas voltadas à sustentabilidade ecológica e social nos territórios costeiros.

Diante desse panorama, a presente pesquisa tem como foco a análise das interações entre as populações humanas e os ecossistemas de restinga e manguezal no litoral setentrional do Nordeste brasileiro. Consideram-se, simultaneamente, os impactos ambientais decorrentes das atividades econômicas e os modos de vida que favorecem a conservação desses ambientes. A abordagem adotada articula dados empíricos de estudos de caso, análise de instrumentos normativos e percepções socioambientais, com o objetivo de revelar as múltiplas dimensões — ecológicas, sociais e políticas — que conformam a relação sociedade-natureza nesses territórios.

Esta pesquisa justifica-se pela geração de dados com potencial de impacto tanto social quanto ambiental. No campo social, os resultados poderão apoiar estudantes, pesquisadores, instituições públicas e privadas, além dos próprios moradores do território investigado, oferecendo subsídios para processos formativos e ações territoriais mais contextualizadas. No campo ambiental, o trabalho contribui para o reconhecimento da importância dos ecossistemas de restinga e manguezal, por meio da análise crítica das atividades desenvolvidas nesses ambientes e dos impactos resultantes do uso e da ocupação

do solo. Nesse escopo, a investigação busca responder a três questões centrais: qual é o estado de conservação dos ambientes de restinga e manguezal no Nordeste do Brasil? Como a comunidade tradicional de pescadores da área de estudo percebe e se relaciona com esses ecossistemas? E quais os impactos do uso e da ocupação do solo nas áreas de restinga e manguezal no município de Galinhos, Rio Grande do Norte?

Diante dessas perguntas, a presente pesquisa fundamenta-se na relevância dos ecossistemas costeiros para o campo das Ciências Ambientais, especialmente por sua capacidade de articular questões que exigem abordagens interdisciplinares. Para tanto, são mobilizados diferentes campos do saber, com destaque para a Geografia, a Geologia e a Geomorfologia, que fornecem subsídios para a análise dos impactos do uso e da cobertura da terra. O uso de ferramentas e técnicas de geoprocessamento, por sua vez, insere-se no campo das Geociências e contribui com a produção de dados espaciais e temporais essenciais ao diagnóstico ambiental. A caracterização florística das restingas é abordada a partir das contribuições da Biologia e da Botânica, permitindo compreender a composição e a diversidade vegetal desses ambientes. Já os saberes ecológicos tradicionais das populações locais são investigados com base nas interfaces entre a Sociologia, a Ecologia e a Etnobiologia, possibilitando uma leitura integrada entre práticas culturais, percepção ambiental e manejo sustentável.

Essa articulação metodológica e conceitual expressa uma das principais contribuições das Ciências Ambientais na atualidade: a capacidade de produzir conhecimento aplicado por meio da integração entre distintas linguagens, métodos e epistemologias. Como destacam Ferreira e Monteiro (2018), a interdisciplinaridade favorece a construção de experiências investigativas e formativas voltadas à transformação das realidades socioambientais, ao integrar o conhecimento técnico-científico com os saberes locais e com a complexidade dos sistemas naturais. Assim, esta pesquisa insere-se no esforço coletivo de compreender as múltiplas dimensões da relação sociedade-natureza nesses ecossistemas, valorizando não apenas os dados empíricos produzidos, mas também os sentidos, práticas e representações que as comunidades costuram em suas interações com esses territórios.

A urgência desta investigação decorre das ameaças persistentes que incidem sobre os ecossistemas costeiros, particularmente no litoral setentrional do Rio Grande do Norte. A ausência de políticas públicas eficazes, somada à crescente pressão de atividades como urbanização, turismo e carcinicultura, tem comprometido a integridade ecológica das restingas e dos manguezais. Estudos apontam que as restingas vêm sofrendo perdas sucessivas de cobertura vegetal e crescente fragmentação, ocasionadas pela substituição da

vegetação nativa por empreendimentos imobiliários, pela introdução de espécies exóticas e pela alteração das condições edáficas, fatores que contribuem para a redução da biodiversidade e para a extinção local de espécies endêmicas (Rocha *et al.*, 2007). No plano institucional, retrocessos recentes em mecanismos de governança ambiental, como a revogação da Resolução CONAMA nº 303/2002, têm enfraquecido os marcos regulatórios voltados à proteção da vegetação de restinga e manguezal. Essa medida representou, à época, uma perda de garantias jurídicas fundamentais à conservação desses ecossistemas e sinalizou um preocupante distanciamento dos compromissos internacionais assumidos pelo Brasil no campo da sustentabilidade (Santos; Freitas; Medeiros, 2023). Contudo, é importante destacar que a revogação foi posteriormente anulada pelo Supremo Tribunal Federal, que restabeleceu a vigência da Resolução nº 303/2002, reconhecendo a sua importância para a proteção das áreas de preservação permanente e o cumprimento do direito constitucional ao meio ambiente ecologicamente equilibrado.

Meireles *et al.* (2007), ao investigarem os estuários dos rios Acaraú e Jaguaribe, no litoral do Ceará, identificaram que áreas de salinas desativadas apresentam potencial de regeneração natural da vegetação de mangue, desde que sejam preservadas as condições ambientais essenciais, como a hidrodinâmica das marés e a salinidade do solo, evidenciando a resiliência ecológica dos manguezais e sua capacidade de recolonizar áreas degradadas. Em escala internacional, em Baía de Benoa, em Bali na Indonésia, áreas de perda dos manguezais estavam associadas à ocupação desordenada, enquanto áreas de regeneração foram vinculadas a programas de reflorestamento e à adoção de instrumentos de regulamentação ambiental (As-Syakur *et al.*, 2025). Os estudos de Meireles *et al.* (2007) e As-Syakur *et al.* (2025) demonstram que a regeneração dos manguezais depende tanto da conservação das condições ambientais naturais quanto da adoção de políticas públicas eficazes. Assim, estratégias integradas de manejo são fundamentais para garantir a resiliência e a sustentabilidade das zonas costeiras.

A investigação desenvolvida nesta tese parte de três hipóteses inter-relacionadas. A primeira considera que, embora a produção científica voltada à conservação desses ecossistemas tenha se intensificado nas últimas décadas, ainda persistem lacunas referentes à abordagem integrada entre restinga e manguezal, à diversidade temática dos estudos e à efetiva articulação entre os resultados científicos, as políticas públicas e as ações práticas de gestão ambiental; a segunda propõe que o conhecimento tradicional das comunidades locais sobre o uso sustentável de espécies vegetais nativas constitui uma ferramenta eficaz para a conservação desses ambientes; por fim, a terceira hipótese sustenta que as alterações na

cobertura vegetal dos manguezais, no período entre 1984 e 2022, no município de Galinhos, estão correlacionadas à expansão de atividades econômicas.

Com base nessas hipóteses, o objetivo geral da pesquisa consiste em analisar as transformações nos ecossistemas de restinga e manguezal no litoral setentrional do Rio Grande do Norte, com ênfase nas interações entre dinâmicas antrópicas e estratégias de conservação ambiental. A abordagem adotada é interdisciplinar e integra diferentes métodos e fontes de dados, incluindo análise cienciométrica, estudo etnobotânico e técnicas de sensoriamento remoto. Especificamente, a pesquisa propõe-se a realizar uma análise cienciométrica e uma revisão sistemática da produção científica sobre a conservação de ecossistemas de restinga e manguezal no Nordeste brasileiro, identificando tendências investigativas e lacunas de conhecimento; a investigar o conhecimento tradicional das comunidades pesqueiras de Galinhos sobre o uso e a conservação de espécies vegetais nativas, mapeando os usos atribuídos às plantas e as percepções locais sobre as ameaças ambientais; e, por fim, a desenvolver uma análise multitemporal da cobertura vegetal dos manguezais no município, no período de 1984 a 2022, com o intuito de compreender a relação entre a expansão das atividades econômicas, como a carcinicultura e a salinicultura, e os processos de degradação ambiental observados nesses sistemas

Esta tese está organizada em seis capítulos, dispostos de forma a proporcionar uma compreensão integrada, multidisciplinar e sistemática da relação entre sociedade e natureza nos ecossistemas de restinga e manguezal situados no Nordeste brasileiro. Cada capítulo aborda dimensões específicas dessa interação, articulando fundamentos teóricos, evidências empíricas e abordagens metodológicas com o propósito de contribuir tanto para a conservação ambiental quanto para o fortalecimento de práticas sustentáveis nos territórios costeiros.

O Capítulo 1 apresenta a introdução da pesquisa, situando o contexto socioambiental do litoral setentrional potiguar, com ênfase na relevância ecológica e sociocultural dos ecossistemas de restinga e manguezal. Nesse capítulo, são discutidas as principais ameaças que incidem sobre esses ambientes, os desafios associados à sua conservação e a importância dos conhecimentos tradicionais mantidos pelas comunidades locais. Também são explicitadas as questões norteadoras da investigação, as hipóteses formuladas e os objetivos geral e específicos do estudo. Além disso, o capítulo justifica a pertinência da pesquisa no campo das Ciências Ambientais e descreve a estrutura da tese, com destaque para sua abordagem interdisciplinar e o conjunto de métodos empregados na análise crítica das interações entre sociedade e natureza em contextos costeiros.

O Capítulo 2 desenvolve o referencial teórico da pesquisa, apresentando uma revisão sistemática e analítica sobre a conservação dos ecossistemas costeiros, com ênfase nos ambientes de restinga e manguezal do Nordeste brasileiro. São discutidos o estado da arte da produção científica sobre o tema, os principais serviços ecossistêmicos prestados por esses ecossistemas e os instrumentos legais que regulamentam sua proteção — como o Código Florestal, a Lei da Mata Atlântica e diversas resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). O capítulo também analisa os impactos antrópicos mais recorrentes, a exemplo da urbanização desordenada, da introdução de espécies exóticas, da expansão da carcinicultura, das salinas, os quais comprometem a integridade ecológica dessas áreas. Adicionalmente, destaca-se o papel do conhecimento tradicional das comunidades costeiras como estratégia complementar às políticas públicas de conservação, bem como o uso do sensoriamento remoto como ferramenta para o monitoramento ambiental e a análise das transformações na cobertura vegetal ao longo do tempo. A abordagem adotada busca articular aspectos ecológicos, normativos, socioculturais e tecnológicos, oferecendo uma base conceitual robusta para a compreensão das dinâmicas que moldam esses ecossistemas e para o desenvolvimento de estratégias sustentáveis de gestão costeira.

O Capítulo 3 apresenta uma análise cienciométrica e uma revisão sistemática da produção científica relacionada à conservação dos ecossistemas de restinga e manguezal no Nordeste brasileiro, no período compreendido entre 2013 e 2022. A pesquisa seguiu o protocolo PRISMA e utilizou as bases de dados *Web of Science* e *Scopus*, resultando na seleção de 28 artigos. As análises foram conduzidas com o apoio do *software* Excel, do pacote *Bibliometrix* (R) e da plataforma *Wordclouds*, revelando um aumento expressivo nas publicações a partir de 2018. Dentre os destaques, figura a atuação da Universidade Federal do Ceará e parcerias internacionais estabelecidas com instituições da Austrália e da Europa. Os estudos revisados abordaram temáticas como os impactos antrópicos — incluindo urbanização, desmatamento, aquicultura, acúmulo de metais pesados e construção de infraestruturas — e estratégias de conservação, como a criação de Unidades de Conservação, o monitoramento contínuo, a valorização do conhecimento tradicional e a formulação de políticas públicas integradas de gestão costeira. Os resultados apontam para lacunas importantes na articulação entre ciência, sociedade e formulação de políticas, o que reforça a necessidade de abordagens interdisciplinares e participativas voltadas à sustentabilidade dos ecossistemas costeiros nordestinos.

O Capítulo 4 apresenta os resultados do estudo etnobotânico intitulado Etnobotânica sobre ambientes de restinga e manguezal em Galinhos, Rio Grande do Norte, desenvolvido

com pescadores artesanais do município. O objetivo central foi investigar o conhecimento tradicional associado às plantas desses ecossistemas, bem como as percepções locais sobre as ameaças ambientais que incidem sobre os territórios. A pesquisa envolveu entrevistas semiestruturadas com 23 participantes, selecionados por meio de amostragem intencional do tipo “bola de neve”, além da realização de trilhas para o registro botânico das espécies mencionadas. A análise dos dados, com base em abordagens qualitativa e quantitativa, revelou que os pescadores demonstraram elevado reconhecimento das quatro espécies principais do manguezal, mas menor familiaridade com a flora da restinga. Das 33 espécies identificadas em campo, apenas 16 foram citadas nas entrevistas, sendo 13 consideradas invasoras. Os usos atribuídos às plantas envolveram finalidades medicinais, alimentares, fabricação de instrumentos de pesca, controle de pragas e alimentação animal. Os participantes também destacaram o valor simbólico e ecológico desses ecossistemas e relataram impactos ambientais provocados pela instalação de salinas, expansão da carcinicultura, turismo desordenado e descarte inadequado de resíduos sólidos. Os resultados evidenciam que o conhecimento tradicional constitui uma ferramenta estratégica para a conservação da biodiversidade, devendo ser integrado às políticas públicas de forma participativa, com vistas ao fortalecimento das práticas sustentáveis e ao aumento da resiliência socioambiental das comunidades frente às pressões sobre seus territórios.

O Capítulo 5, intitulado Fatores que ameaçam a floresta de mangue no município de Galinhos, RN, utilizando sensoriamento remoto: uma análise multitemporal (1984–2022), apresenta uma investigação sobre as mudanças na cobertura vegetal dos manguezais ao longo de 38 anos. A análise foi realizada com base em imagens de satélite Landsat 5 e 9 e em técnicas de sensoriamento remoto aplicadas a uma área de 340,77 km². O foco da pesquisa foi identificar as principais pressões antrópicas — em especial a salinicultura e a carcinicultura — que têm comprometido a integridade ecológica desse ecossistema costeiro essencial. A metodologia adotada envolveu a classificação supervisionada das imagens, validação em campo e cálculo de índices de precisão, permitindo a observação detalhada da dinâmica das classes de uso e cobertura da terra entre 1984 e 2022. Os resultados revelaram uma redução acentuada da área de mangue, que passou de 20,86 km² (29,48%) em 1984 para 11,31 km² (15,55%) em 2022. Em contrapartida, houve um crescimento expressivo das áreas ocupadas por salinas, que aumentaram de 7,43 km² (10,50%) para 27,49 km² (37,79%), além do surgimento da carcinicultura, que passou a ocupar 3,12 km² (4,28%) do território. Essas transformações estão diretamente relacionadas a alterações na hidrodinâmica local e à degradação dos serviços ecossistêmicos fornecidos pelos manguezais, evidenciando a

urgência de estratégias de restauração ecológica e de políticas integradas de gestão ambiental que respondam ao avanço desordenado das atividades produtivas.

O Capítulo 6, dedicado às considerações finais, sintetiza os principais achados da pesquisa e reafirma a complexidade das interações entre sociedade e natureza nos ecossistemas de restinga e manguezal do Nordeste brasileiro, com ênfase no município de Galinhos, Rio Grande do Norte. Com base em uma abordagem interdisciplinar, que combinou análise cienciométrica, estudo etnobotânico e sensoriamento remoto, a investigação demonstrou que a conservação desses ecossistemas é estratégica tanto para a manutenção da biodiversidade quanto para a sustentabilidade dos modos de vida das comunidades tradicionais costeiras. Os resultados indicaram que, embora a produção científica sobre o tema tenha crescido nos últimos anos, ainda persistem lacunas significativas na articulação entre políticas públicas e participação comunitária. O conhecimento tradicional mostrou-se promissor como base para estratégias de manejo sustentável, enquanto o sensoriamento remoto revelou uma redução expressiva da vegetação de mangue em função do avanço da salinicultura e da carcinicultura. Diante desse cenário, torna-se indispensável a formulação de políticas públicas integradas, o fortalecimento da gestão participativa e a articulação entre saberes locais e tecnologias como caminhos para mitigar os impactos ambientais. As recomendações finais visam orientar futuras pesquisas e intervenções com foco na conservação ecológica, na valorização cultural e na promoção da justiça socioambiental nos territórios litorâneos.

A estrutura da tese reflete, assim, uma abordagem interdisciplinar, que integra ciência, conhecimento tradicional e análise espacial. Essa integração oferece um panorama robusto para subsidiar estratégias de conservação ambiental, planejamento territorial e gestão costeira orientada à sustentabilidade. Com base nesse escopo, o capítulo seguinte apresenta a fundamentação teórica que sustenta os conceitos centrais da pesquisa e orienta as análises desenvolvidas nas seções subsequentes.

2 ESTADO DA ARTE DA CONSERVAÇÃO DE ECOSISTEMAS COSTEIROS NO NORDESTE BRASILEIRO

RESUMO

Esta tese explora a conservação dos ecossistemas costeiros no Nordeste brasileiro, com foco nas restingas e manguezais. Enfatiza a necessidade de uma abordagem integrada que articule conhecimento científico, saberes tradicionais, instrumentos legais e tecnologias de monitoramento para a efetiva proteção ambiental. Os ecossistemas estudados são fundamentais não apenas pelas suas funções ecológicas, como regulação climática, proteção contra erosão e sustento da biodiversidade, mas também por seu papel no sustento dos modos de vida tradicionais, reforçando a identidade, a ancestralidade e o pertencimento das comunidades locais. A análise dos marcos legais revelou avanços na proteção ambiental, como a inclusão desses ecossistemas nas Áreas de Preservação Permanente pelo Novo Código Florestal. Contudo, a implementação efetiva de tais políticas é frequentemente enfraquecida por flexibilizações legais e pressões econômicas, comprometendo a conservação em longo prazo. Os estudos também demonstraram que a urbanização, aliada a atividades econômicas como a carcinicultura e a salinicultura, contribui significativamente para a degradação ambiental, comprometendo a integridade desses ecossistemas. Por outro lado, ressalta-se a importância do conhecimento tradicional das comunidades costeiras e das tecnologias geoespaciais como ferramentas essenciais para a gestão ambiental, proporcionando uma compreensão mais precisa dos impactos e facilitando a implementação de estratégias de conservação mais eficazes e culturalmente adaptadas. Conclui-se que a conservação dos ecossistemas costeiros do Nordeste exige esforços coordenados entre governo, comunidade científica e sociedade civil, visando estabelecer uma governança ambiental capaz de assegurar a sustentabilidade desses ambientes para as futuras gerações.

Palavras-chave: comunidade tradicional; conservação; manguezal; restinga.

STATE OF THE ART OF COASTAL ECOSYSTEM CONSERVATION IN NORTHEASTERN BRAZIL

ABSTRACT

This thesis explores the conservation of coastal ecosystems in Northeast Brazil, focusing on sandbank and mangrove habitats. It emphasizes the need for an integrated approach that articulates scientific knowledge, traditional wisdom, legal instruments, and monitoring technologies for effective environmental protection. The ecosystems studied are vital not only for their ecological functions, such as climate regulation, erosion protection, and biodiversity support, but also for their role in sustaining traditional ways of life, reinforcing the identity, ancestry, and belonging of local communities. The analysis of legal frameworks revealed advances in environmental protection, such as the inclusion of these ecosystems in the Permanent Preservation Areas by the New Forest Code. However, the effective implementation of such policies is often weakened by legal flexibilities and economic pressures, compromising long-term conservation. Studies have also shown that urbanization, combined with economic activities such as shrimp farming and salt extraction, significantly contributes to environmental degradation, compromising the integrity of these ecosystems. On the other hand, the importance of the traditional knowledge of coastal communities and geospatial technologies is highlighted as essential tools for environmental management, providing a more accurate understanding of impacts and facilitating the implementation of more effective and culturally adapted conservation strategies. It concludes that the conservation of Northeast Brazil's coastal ecosystems requires coordinated efforts among government, the scientific community, and civil society, aiming to establish a governance capable of ensuring the sustainability of these environments for future generations.

Keywords: traditional community; conservation; mangrove; restinga.

2.1 Introdução

O litoral do Nordeste brasileiro abriga ecossistemas costeiros como os manguezais e as restingas, cuja importância transcende a função ecológica, alcançando dimensões históricas, culturais e socioambientais. Esses ambientes têm sustentado formas tradicionais de ocupação desde períodos pré-históricos, como evidenciado por estudos arqueológicos realizados na Ilha de Algodão, no Pará, onde a restinga serviu como base para alimentação, coleta de recursos e organização territorial de grupos humanos antigos (Bastos, 1995). Complementarmente, evidências paleoecológicas reforçam a resiliência desses ecossistemas ao longo do tempo. A análise de fragmentos de carvão em depósitos arenosos no sudeste do Brasil, por exemplo, revelou estabilidade na composição vegetal e continuidade na presença de espécies típicas de restinga e manguezal mesmo frente a variações climáticas e antrópicas entre 5500 e 1400 anos AP (Antes do Presente), indicando uma longa adaptação ecológica às dinâmicas naturais e humanas (Scheel-Ybert, 2000).

Nas últimas décadas, no entanto, esses ecossistemas têm sido crescentemente ameaçados por pressões antrópicas que comprometem sua integridade estrutural e funcional. A expansão urbana desordenada e o turismo baseado em segundas residências têm provocado exclusão social e degradação ambiental em áreas sensíveis, como verificado nos municípios de Touros e Tibau do Sul, no Rio Grande do Norte (RN) (Fazito; Locatel, 2015). A apropriação da faixa litorânea por empreendimentos imobiliários tem intensificado processos de especulação fundiária e descaracterização das paisagens naturais, comprometendo o equilíbrio ecológico e o valor paisagístico dessas regiões (Sousa; Matias; Selva, 2016). A carcinicultura intensiva, no litoral do Ceará, promove a destruição de áreas de mangue, a contaminação dos recursos hídricos e a desestruturação das práticas socioprodutivas tradicionais (Meireles *et al.*, 2007).

Paralelamente, a salinicultura, embora economicamente relevante, tem provocado modificações nos regimes hidrológicos e na qualidade dos solos, impactando negativamente a resiliência dos ecossistemas estuarinos (Lacerda; Marins, 1997). Outro vetor de degradação é a introdução de espécies exóticas, que compromete os processos de regeneração natural e altera a composição florística das restingas, impactando diretamente suas dinâmicas ecológicas (Santos-Filho *et al.*, 2010). Esses processos, de forma cumulativa, afetam os serviços ecossistêmicos prestados por esses ambientes, como a proteção contra a erosão costeira, o sequestro de carbono, a regulação microclimática e o suporte à biodiversidade.

Em resposta a esse cenário de crescente degradação ambiental, a Constituição Federal de 1988 estabeleceu, em seu artigo 225, que todos têm direito a um meio ambiente ecologicamente equilibrado, cabendo ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. A criação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), pela Lei nº 9.985/2000, representou um avanço importante nesse sentido, ao estabelecer diretrizes para a criação, gestão e proteção de áreas naturais em todo o território nacional. No contexto das zonas costeiras, o SNUC tem possibilitado o reconhecimento da biodiversidade local e a promoção do uso sustentável dos recursos naturais. Contudo, mesmo com esse marco normativo, a efetividade prática das unidades de conservação ainda enfrenta diversos desafios. Na Paraíba, por exemplo, áreas protegidas como a Área de Proteção Ambiental (APA) e a Área de Relevante Interesse Ecológico (AREI) do Rio Mamanguape vêm sofrendo com a conversão de manguezais para atividades como carcinicultura e expansão urbana desordenada, evidenciando fragilidades na fiscalização e nas estratégias de gestão territorial (Medeiros *et al.*, 2023).

Além da função ecológica intrínseca, os ecossistemas costeiros desempenham um papel estratégico na sustentabilidade das regiões litorâneas, sendo fontes de bens naturais e de significados simbólicos para as populações locais. Conforme apontam Souza Filho, Silva e Nunes (2019), manguezais e restingas fornecem recursos como alimentos, plantas medicinais e matérias-primas, ao mesmo tempo em que reforçam a identidade cultural, o bem-estar e os modos de vida de comunidades tradicionais que historicamente habitam essas áreas. Os autores defendem que a gestão ambiental voltada para essas regiões deve considerar não apenas a conservação biológica, mas também a valorização dos serviços ecossistêmicos com base em suas especificidades ecológicas e socioculturais. Nesse sentido, Carlucci *et al.* (2021) alertam que a fragmentação da vegetação nativa no bioma da Mata Atlântica, que inclui os manguezais e restingas, compromete severamente a resiliência ecológica desses ecossistemas, reduzindo sua capacidade de manter processos ecológicos essenciais. De forma complementar, Deprá *et al.* (2021) reforçam que a crescente ocupação desordenada, associada à fragilidade institucional e à ausência de governança ambiental eficaz, exige a adoção de estratégias de manejo que articulem conservação ambiental, ordenamento territorial e participação social como forma de garantir a sustentabilidade dos territórios costeiros.

O bioma Mata Atlântica se estende por 17 estados, dos quais 14 têm litoral. Entre esses estados, o Rio Grande do Norte (RN) é um importante componente, destacando-se pela sua contribuição à biodiversidade e conservação desse ecossistema. Além do RN, o bioma também abrange Alagoas, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas

Gerais, Paraíba, Paraná, Pernambuco, Piauí, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo e Sergipe (MMA; SOS Mata Atlântica, 2019). A Mata Atlântica é caracterizada por um diversificado mosaico vegetacional, destacando-se os manguezais e as vegetações de restingas (MMA; SOS Mata Atlântica, 2024).

No RN, embora parte da costa não esteja formalmente incluída no Domínio da Mata Atlântica (DMA), remanescentes significativos de restingas e manguezais ainda persistem nos municípios de São Bento do Norte, Galinhos, Guamaré, Macau, Porto do Mangue, Areia Branca, Grossos e Tibau (RBMA, 2008). Apesar da importância ecológica, a Mata Atlântica figura entre os biomas mais ameaçados, especialmente nas regiões litorâneas, devido à especulação imobiliária e à falta de fiscalização eficaz sobre atividades econômicas que intensificam a pressão sobre o uso do solo (Reimer, 2023). Neste contexto, os remanescentes de restinga e manguezal no litoral potiguar são de vital importância, não apenas pela sua contribuição à biodiversidade e aos serviços ecossistêmicos, mas também por sustentar modos de vida tradicionais.

Para garantir a efetividade das políticas de conservação nessas regiões, torna-se necessário integrar ciência, legislação e participação comunitária. Lopes e Reuss-Strenzel (2015), ao estudarem a APA do Guaibim, na Bahia, enfatizam que a permanência das populações tradicionais em ambientes ecologicamente saudáveis depende da adoção de estratégias de gestão que respeitem suas necessidades e modos de vida. Em consonância, Godoy, Meireles e Lacerda (2018) destacam a importância de incorporar os valores simbólicos e culturais associados aos manguezais, promovendo modelos de governança que reconheçam os saberes locais como componentes centrais da conservação ambiental e da gestão costeira.

Dessa forma, a conservação dos ecossistemas costeiros no Nordeste brasileiro exige uma abordagem integrada, que articule o conhecimento técnico-científico com os saberes tradicionais, incorporando também ferramentas tecnológicas e instrumentos legais voltados à proteção ambiental. Essa combinação é indispensável não apenas para conter os processos de degradação em curso, mas também para promover modelos sustentáveis de uso e ocupação do território, que respeitem a diversidade ecológica e sociocultural desses ambientes. Frente aos desafios impostos pelas pressões antrópicas, torna-se urgente consolidar estratégias de gestão participativa e territorializada, capazes de assegurar a continuidade dos serviços ecossistêmicos, a valorização das comunidades locais e a resiliência das paisagens das zonas costeiras.

2.2 Restinga

O ecossistema de restinga ocupa mais de 5.000 km da costa brasileira, cerca de 79% da faixa litorânea nacional, com destaque para estados como São Paulo, Rio de Janeiro (RJ), Espírito Santo e Bahia (Gerling *et al.*, 2016). Formadas por sedimentos marinhos, essas áreas abrigam vegetação adaptada a condições de solo pobre, salinidade elevada e forte insolação, desempenhando funções como estabilização de dunas e suporte à biodiversidade. A relevância florística é confirmada por Silva e Trovó (2014), que registraram doze espécies da família Eriocaulaceae nas restingas do RJ, muitas endêmicas. Além disso, Campanhã-Bechara *et al.* (2020) destacam o alto potencial de regeneração desses ambientes, mesmo em formações abertas. Rabelo, Fernandes e Moro (2024) reforçam que a presença de espécies ameaçadas e de distribuição restrita evidencia a importância conservacionista das restingas.

Diante da ampla distribuição territorial e da relevância ecológica das restingas, a consolidação de instrumentos legais voltados à sua proteção tem sido fundamental para o ordenamento ambiental do litoral brasileiro. O termo "restinga" foi incorporado gradualmente ao arcabouço jurídico nacional, refletindo o reconhecimento da sua importância na manutenção da estabilidade costeira e da biodiversidade. Embora o Decreto nº 23.793/1934 já reconhecesse as formações vegetais associadas às dunas como florestas protetoras, foi apenas com o Código Florestal de 1965 que as restingas foram mencionadas de maneira mais direta, passando a integrar o rol das Áreas de Preservação Permanente (APPs). Ainda assim, a ausência de critérios técnicos objetivos nessa legislação dificultava a sua aplicação prática, favorecendo interpretações imprecisas e, por vezes, conflitantes com os interesses da conservação ambiental (Brasil, 1965; Brasil, 1934).

Com o advento do Novo Código Florestal (Lei nº 12.651/2012), houve avanços no detalhamento técnico da definição de restinga e na normatização de sua proteção. Ao caracterizá-la como formação arenosa paralela à linha de costa, com vegetação que varia conforme o estágio sucessional, a legislação passou a reconhecer a heterogeneidade ecológica dessas áreas e a sua relevância funcional, sobretudo na estabilização de dunas e manguezais. A inclusão de instrumentos como o Cadastro Ambiental Rural (CAR) e o Programa de Regularização Ambiental (PRA) buscou modernizar os mecanismos de controle e recuperação ambiental. No entanto, estudiosos como Borges, Rezende e Júnior (2009) alertam que tais medidas, embora inovadoras, podem favorecer a flexibilização de normas de proteção, especialmente em contextos de fragilidade institucional.

Além disso, quando localizadas dentro dos limites do bioma Mata Atlântica, as restingas passam a gozar da proteção da Lei nº 11.428/2006, que estabelece regras mais rígidas para supressão de vegetação nativa e reforça a necessidade de autorização prévia e estudos técnicos para qualquer intervenção. Essa legislação é complementada por resoluções específicas do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que oferecem definições, parâmetros técnicos e classificações fundamentais para a identificação, manejo e recuperação da vegetação de restinga. Entre essas normas, destacam-se as Resoluções CONAMA nº 004/1985, 007/1996, 303/2002, 417/2009 e 446/2011, as quais serão detalhadas a seguir por meio de quadro-resumo. Essas normativas representam uma base primordial para ações de gestão costeira, garantindo respaldo legal e técnico à conservação das restingas em todo o território nacional. O quadro a seguir resume os principais dispositivos desse conselho referentes à proteção das restingas:

Quadro 1 resoluções do CONAMA que abordam a proteção jurídica das restingas.

Resolução CONAMA	Ano	Tema principal	Artigo / Inciso	Contribuição para a proteção das restingas
Nº 004	1985	Definição e Criação de Reservas Ecológicas	Art. 2º, m;	Definição de Restinga - acumulação arenosa litorânea, paralela à linha da costa, de forma geralmente alongada, produzida por sedimentos transportados pelo mar, onde se encontram associações vegetais mistas características, comumente conhecidas como "vegetação de restingas".
			Art. 3º, inciso VI	Reconhece as restingas como áreas de reserva ecológica. Nas restingas, em faixa de 300 (trezentos) metros a contar da linha de preamar máxima;
Nº 007	1996	Caracterização ecológica das restingas na Mata Atlântica do Estado de São Paulo e dá outras providências	Art. 2º, incisos II, III, IV	Define restingas como comunidades edáficas influenciadas por fatores marinhos e fluviomarinhos.
				A resolução classifica essas formações em três categorias principais: Vegetação de Praias e Dunas, Vegetação sobre Cordões Arenosos, Vegetação Associada às Depressões.
Nº 303	2002	Parâmetros para definição de Áreas de Preservação Permanente	Art. 2º, inciso II e § 1º	Estabelece faixa mínima de 300 metros a partir da linha de preamar máxima como APP em áreas de restinga.
Nº 417	2009	Estágios sucessionais da vegetação na Mata Atlântica	Art. 2º, incisos I a III	Classifica a vegetação de restinga segundo seus estágios sucessionais e reforça sua importância ecológica.
Nº 446	2011	Lista de espécies indicadoras dos estágios sucessionais de vegetação de restinga para o Estado do RN	Art. 1º	Detalha os tipos de vegetação de restinga no Rio Grande do Norte e seus respectivos estágios sucessionais.

Fonte: Adaptado das Resoluções do CONAMA (nº 004/1985, nº 007/1996, nº 303/2002, nº 417/2009, nº 446/2011).

Essas resoluções do CONAMA complementam a legislação federal ao introduzirem critérios técnicos fundamentais para a definição, caracterização e proteção das restingas. Ao

integrar saberes oriundos da geologia, geomorfologia, geografia, botânica e ecologia, tais normativas contribuem para o reconhecimento da complexidade desses ecossistemas, possibilitando ações de gestão e fiscalização mais eficazes. A Resolução nº 004/1985 foi a primeira a reconhecer oficialmente as restingas como áreas de relevante interesse ecológico, estabelecendo uma faixa mínima de 300 metros a partir da linha de preamar máxima como área protegida. Avançando nessa abordagem, a Resolução nº 007/1996 focou na caracterização ecológica das restingas no contexto da Mata Atlântica paulista, dividindo essas formações em três categorias principais com base em suas condições edáficas e influências marinhas: vegetação de praias e dunas, vegetação sobre cordões arenosos e vegetação associada às depressões.

A Resolução nº 303/2002 consolidou a condição das restingas como APP, fixando critérios objetivos para sua delimitação e contribuindo para a segurança jurídica na sua proteção. Em complemento, a Resolução nº 417/2009 introduziu parâmetros técnicos para a identificação dos estágios sucessionais da vegetação de restinga, ferramenta fundamental para o licenciamento ambiental e para o planejamento de ações de restauração ecológica. No estado do Rio Grande do Norte, essas diretrizes foram regionalmente detalhadas pela Resolução nº 446/2011, que especifica os estágios sucessionais da vegetação de restinga presentes no território potiguar, permitindo maior adequação das estratégias de manejo à realidade local. A seguir, o Quadro 2 apresenta os conceitos e classificações referentes à vegetação primária e aos estágios de regeneração das formações de restinga no estado.

Quadro 2 - Conceitos da vegetação primária do Rio Grande do Norte, Brasil.

Vegetação Herbácea e Subarbustiva de Restinga	Composta por espécies predominantemente herbáceas ou subarbustivas; atinge até cerca de um metro de altura, ocorrendo em praias, dunas frontais e internas (móveis, semifixas e fixas), lagunas e suas margens, planícies e terraços arenosos, banhados e depressões, caracterizada como vegetação dinâmica, mantendo-se sempre como vegetação pioneira de sucessão primária (clímax edáfico).
Vegetação Arbustiva de Restinga	Constituída predominantemente por plantas arbustivas apresentando até cinco metros de altura, com possibilidade de ocorrência de estratificação; com epífitas, trepadeiras e acúmulo de serapilheira, e sendo encontrada em áreas bem drenadas ou paludosas, principalmente em dunas semifixas e fixas, depressões, cordões arenosos, planícies e terraços arenosos.
Vegetação Arbórea de Restinga	São densas com fisionomia arbórea, estratos arbustivos e herbáceos geralmente desenvolvidos e acúmulo de serapilheira, comportando também epífitas e trepadeiras.
Transição entre Vegetação de Restinga e outras Tipologias Vegetacionais	Ocorre ainda sobre os depósitos arenosos costeiros recentes, geralmente em substratos mais secos, sendo possível ocorrer sedimentos com granulometria variada, podendo estar em contato e apresentar grande similaridade com a tipologia vegetal adjacente, porém com padrão de regeneração diferente.

Fonte: Adaptado da Resolução CONAMA nº 417/2009.

A organização ecológica das restingas expressa diferentes tipos de formações vegetais, determinadas por gradientes ambientais e variações topográficas. Essas formações apresentam fisionomias que vão desde comunidades herbáceas em áreas mais expostas até matas mais densas em regiões abrigadas. O Quadro 3 sistematiza essas formações, destacando suas localizações típicas e características gerais (Gerling *et al.*, 2016).

Quadro 3 - Formações vegetais do ecossistema de restingas.

Formação	Descrição
Praias arenosas	Recebem influência direta das ondas e marés. A vegetação é formada por espécies rasteiras e herbáceas; capazes de conviver com a salinidade elevada, a exposição direta ao sol, aos ventos, aos extremos térmicos e extrema pobreza em nutrientes do solo arenoso.
Vegetação herbácea e arbustiva	Zona onde o mar não chega mais; tendo como fatores dominantes a maresia, ventos, insolação e pobreza do solo em nutrientes e água. A vegetação forma um denso emaranhado de ramos, espinhos e folhas, de aspecto ressecado.
Arbórea inundável	Ambiente entre as dunas ou de borda das lagunas. Caracterizam-se como locais úmidos e alagados por acúmulo de água das chuvas ou por afloramento do lençol freático.
Mata seca	Ambiente de transição entre restingas e a vegetação continental mais antiga, como a Mata Atlântica ou a Caatinga. Neste, o solo apresenta melhores condições de fertilidade e de água; e o microclima é ameno.

Fonte: Adaptado de Gerling *et al.* (2016).

A Resolução CONAMA nº 446/2011 representa um avanço na normatização ambiental ao detalhar os estágios sucessionais específicos da vegetação de restinga no estado do Rio Grande do Norte, adequando a legislação federal à realidade ecológica regional. O instrumento normativo organiza as formações vegetais em categorias primárias e secundárias, distinguindo a vegetação herbácea, arbustiva, arbórea e de transição com base em seu grau de regeneração natural. Essa classificação é necessária para orientar ações de licenciamento, monitoramento ambiental e recuperação de áreas degradadas, permitindo que o manejo da vegetação considere os distintos estágios ecológicos de cada formação. As categorias definidas por essa resolução estão sistematizadas no Quadro 4.

Quadro 4 - Vegetação primária e estágios sucessionais secundários de vegetação de restinga do Rio Grande do Norte, Brasil.

Vegetação primária	Estágios sucessionais secundários
Vegetação Herbácea e Subarbustiva de Restinga	Vegetação clímax;
Vegetação arbustiva de Restinga	Estágio primário; estágio inicial de regeneração; estágio médio de regeneração, estágio avançado de regeneração.
Vegetação arbórea de Restinga	Estágio primário; estágio inicial de regeneração; estágio médio de regeneração, estágio avançado de regeneração.
Transição Floresta de Restinga - Outra tipologia vegetacional	Estágio primário; estágio inicial de regeneração; estágio médio de regeneração; estágio avançado de regeneração.

Fonte: Adaptado da Resolução CONAMA nº 446/2011.

Além da relevância ecológica, as restingas possuem expressiva importância socioambiental, pois integram um complexo mosaico de interações entre biodiversidade, paisagem e modos de vida tradicionais. Essas formações vegetais abrigam uma elevada diversidade de espécies, muitas das quais endêmicas ou com distribuição restrita, o que reforça seu papel como refúgio biológico em meio a crescentes pressões antrópicas (Rabelo; Fernandes; Moro, 2024). A complexidade estrutural do habitat exerce influência direta sobre a composição das comunidades faunísticas, como demonstrado por Dias e Rocha (2014), ao constatarem que a riqueza e abundância de répteis nas restingas da Bahia variam de acordo com a heterogeneidade ambiental, especialmente em função da cobertura vegetal e da frequência de clareiras.

Do ponto de vista funcional, os ecossistemas de restinga prestam serviços ecossistêmicos essenciais à estabilidade das zonas costeiras, como a proteção contra a erosão, a regulação microclimática, a ciclagem de nutrientes e o suporte a polinizadores e dispersores. Essa funcionalidade está intimamente relacionada à estrutura e diversidade vegetal dessas formações, que favorecem a resiliência ecológica e a regeneração natural mesmo em áreas sujeitas a distúrbios, conforme apontado por Campanhã-Bechara *et al.* (2020) ao analisarem a composição da vegetação e do banco de sementes em restingas do Espírito Santo. Além disso, a heterogeneidade florística, observada em estudos comparativos entre as fitofisionomias do Rio de Janeiro e Espírito Santo, revela que a diversidade vegetal das restingas resulta de múltiplos fatores ambientais, o que reforça seu papel na manutenção da biodiversidade regional (Magnago; Martins; Pereira, 2011). Tais evidências reforçam a necessidade de políticas de gestão que combinem base técnico-científica com o reconhecimento da diversidade ecológica desses ambientes.

2.2.1 Impactos antropogênicos nos ecossistemas de restingas

As restingas são ecossistemas costeiros sensíveis, de alto valor ecológico, que vêm sendo historicamente negligenciados nos processos de proteção e gestão ambiental. A fragilidade desses ambientes decorre não apenas de sua própria dinâmica ecológica, mas também da ausência de políticas públicas eficazes e do uso inadequado de instrumentos legais. Segundo Sauer *et al.* (2020), a implementação do Cadastro Ambiental Rural (CAR), uma ferramenta fundamental de regularização ambiental, tem se mostrado limitada. O autor aponta que, mesmo com sua obrigatoriedade, muitos proprietários rurais deixam de preencher corretamente ou omitem informações sobre Áreas de Preservação Permanente (APPs), como as restingas, o que dificulta o mapeamento, a fiscalização e a recuperação desses

ecossistemas. Esse cenário é agravado pela omissão do poder público, que falha tanto na exigência de regularização como na fiscalização contínua, contribuindo para a degradação silenciosa de áreas legalmente protegidas.

A implantação de grandes empreendimentos na faixa costeira tem produzido transformações intensas e, muitas vezes, irreversíveis nos ecossistemas de restinga. No estudo de Silva Júnior e Pedlowski (2022), os impactos do Porto do Açú em São João da Barra (RJ) são descritos com base na percepção das populações locais afetadas. Os autores mostram que a construção do porto levou à supressão direta da vegetação nativa, interferiu na dinâmica do lençol freático e causou a salinização de fontes hídricas, comprometendo as condições de vida de comunidades tradicionais que dependiam dos recursos naturais locais. A pesquisa também revela a ruptura de vínculos sociais e econômicos, como a desapropriação de terras sem consulta prévia e a desestruturação de modos de vida historicamente adaptados à dinâmica ambiental das restingas. Esses efeitos apontam para a urgência de se repensar os modelos de desenvolvimento adotados para as zonas costeiras, que frequentemente ignoram a vulnerabilidade ecológica e social desses espaços.

Outro fator agravante da degradação das restingas é a introdução de espécies exóticas invasoras. De acordo com Fabricante *et al.* (2021), essas espécies são favorecidas por distúrbios antrópicos e têm elevado potencial de dispersão e competição, o que compromete seriamente a regeneração da vegetação nativa. Em estudo realizado em áreas de restinga do Nordeste, os autores identificaram 33 espécies invasoras, com destaque para *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, *Terminalia catappa* L. e *Azadirachta indica* A. Juss. Essas espécies alteram a composição florística e a estrutura da vegetação, reduzem a diversidade funcional e provocam homogeneização ecológica. Além disso, elas modificam os ciclos de nutrientes e influenciam negativamente a fauna associada, resultando em perda de resiliência ecológica e aumento da vulnerabilidade frente a mudanças ambientais.

Os impactos do uso intensivo do solo também merecem destaque. Pinheiro e Silva (2018), ao analisarem as paisagens da Restinga da Lagoa dos Patos (RS), identificaram a rápida conversão de áreas naturais em zonas de produção econômica intensiva, como silvicultura e monocultivos de soja. Essa conversão reduz drasticamente a cobertura vegetal nativa e promove uma fragmentação acelerada dos habitats, resultando na perda da conectividade ecológica e na redução dos serviços ecossistêmicos, como a regulação microclimática, a retenção de carbono e a proteção contra processos erosivos. O estudo sugere que, para além dos impactos diretos na vegetação, há efeitos secundários como o assoreamento de corpos d'água, aumento da salinização do solo e perda de fertilidade.

A presença e expansão de espécies vegetais exóticas nas restingas, segundo Fabricante *et al.* (2021), têm efeitos significativos na estrutura funcional desses ecossistemas. Os autores demonstram que, mesmo após ações de remoção, a alta capacidade de regeneração das espécies invasoras garante sua permanência no ambiente, o que reforça a importância de ações contínuas de manejo e monitoramento. Esse tipo de distúrbio compromete os ciclos sucessionais naturais e impede o estabelecimento de espécies nativas, dificultando as estratégias de restauração ecológica e comprometendo a biodiversidade.

Além disso, os efeitos do fogo sobre as restingas também devem ser considerados. Menezes e Araujo (2004) estudaram a dinâmica de regeneração da vegetação arbustiva de *Palmae* após incêndios na restinga da Marambaia, no Rio de Janeiro. Os autores concluíram que o fogo frequente compromete a riqueza de espécies e altera a composição florística original. Embora algumas espécies apresentem mecanismos adaptativos à regeneração pós-fogo, o uso recorrente dessa prática agrava a degradação do ecossistema e afeta negativamente sua capacidade de recuperação, tornando os remanescentes mais vulneráveis a novos distúrbios.

No contexto da fragmentação ecológica, Dias *et al.* (2014) abordaram o efeito do desmatamento na paisagem das restingas da Bahia. Os autores destacam que a fragmentação não apenas reduz o tamanho dos habitats, mas também intensifica os efeitos de borda, modifica o microclima e dificulta o deslocamento de espécies vegetais e animais, aumentando o isolamento genético e comprometendo a resiliência ecológica das populações. Esses processos resultam em paisagens altamente modificadas e cada vez mais susceptíveis à perda de biodiversidade, reforçando a necessidade de políticas de conectividade e corredores ecológicos.

Como apontado por Rocha *et al.* (2007), a continuidade desses processos degradantes leva à perda de cobertura vegetal e ao desaparecimento de espécies-chave, muitas delas endêmicas ou ameaçadas de extinção. O estudo demonstra que a perda da vegetação de restinga está associada à redução da qualidade ambiental e à perda das funções ecossistêmicas, como a estabilização de dunas e a proteção contra eventos climáticos extremos. Esse declínio compromete não apenas a biodiversidade local, mas também os modos de vida tradicionais que dependem diretamente dos recursos naturais costeiros.

Diante desse cenário, é indispensável que a conservação das restingas seja embasada em dados científicos robustos. Schlickmann *et al.* (2019), em seu estudo sobre a estrutura florística de um fragmento de restinga herbácea e subarbustiva no sul de Santa Catarina, demonstraram que a análise fitossociológica é fundamental para compreender a dinâmica de

sucessão ecológica e estabelecer prioridades para ações de restauração. O levantamento de espécies, seus graus de dominância e a avaliação da riqueza local oferecem subsídios valiosos para programas de recuperação e gestão adaptativa de áreas degradadas.

A produção científica sobre restingas, embora crescente, ainda apresenta um recorte espacial concentrado na região Sudeste. Os estudos pioneiros, como o de Ule (1901) em Cabo Frio, e os trabalhos de Bresolin (1979) na Ilha de Santa Catarina e de Behar *et al.* (1992) nas briófitas de Setiba, marcaram o início da sistematização do conhecimento sobre esses ecossistemas. No Norte do Brasil, destaca-se a contribuição de Bastos e Rosário (1995), que caracterizaram a composição fitofisionômica da restinga da Ilha de Algodoal, no Pará, ressaltando sua diversidade estrutural e florística.

No Nordeste, especialmente no estado do Rio Grande do Norte, há uma significativa lacuna no mapeamento ecológico das restingas. Trabalhos como o de Almeida Jr., Zickel e Pimentel (2006) revelam a importância da flora local como indicadora das condições ecológicas específicas do litoral potiguar. A pesquisa evidenciou a existência de 168 espécies vegetais distribuídas em 62 famílias, com destaque para Myrtaceae, Fabaceae e Cyperaceae. Em estudo posterior, Almeida Jr. e Zickel (2012) realizaram uma análise fitossociológica da vegetação lenhosa do Santuário Ecológico de Pipa, onde identificaram espécies com elevado valor ecológico, como *Manilkara salzmannii* e *Guettarda platypoda*, reforçando o potencial dessas áreas como núcleos de conservação da biodiversidade regional.

Mesmo diante da expansão das pesquisas, ainda persistem lacunas geográficas e temáticas importantes. Silva (1999) já alertava para a escassez de estudos na faixa litorânea do Nordeste, especialmente em ambientes de restinga associados a comunidades tradicionais. Mais recentemente, Opolski-Neto e Melo Jr. (2022) reforçaram a necessidade de integrar o conhecimento científico com os saberes locais, reconhecendo o papel das populações tradicionais na conservação e uso sustentável dos recursos naturais. Essa abordagem integrada é especialmente relevante em localidades como o município de Galinhos (RN), onde a interdependência entre restingas e manguezais sustenta formas de vida adaptadas e resilientes, que precisam ser valorizadas nas políticas de gestão costeira.

2.3 Manguezal

Os manguezais constituem ecossistemas costeiros de elevada complexidade e importância ecológica, caracterizando-se por vegetações adaptadas à zona entremarés das regiões tropicais e subtropicais. A distribuição dessas formações está diretamente relacionada

a variáveis ambientais como salinidade, regime hídrico, composição sedimentar e aporte fluvial, que determinam sua fisionomia em formas arbóreas, arbustivas ou herbáceas (Reis-Neto; Meireles; Cunha-Lignon, 2019). Essa plasticidade ecológica permite que os manguezais se desenvolvam em áreas estuarinas de influência fluviomarinha, exercendo funções críticas para a manutenção da biodiversidade, a proteção contra a erosão costeira e o sequestro de carbono. Um exemplo emblemático da resiliência desse ecossistema é observado no semiárido nordestino, especialmente no estado do Ceará, onde salinas abandonadas têm sido naturalmente regeneradas por vegetação de mangue. Essa regeneração ocorre a partir da reativação do regime de marés e da ciclagem de nutrientes, favorecendo o reestabelecimento da flora nativa e a reconstituição dos processos ecológicos essenciais (Reis-Neto *et al.*, 2019).

No tocante à proteção normativa, o reconhecimento jurídico dos manguezais no Brasil teve início com o Decreto nº 23.793, de 1934, o qual instituiu o primeiro Código Florestal do país. Ainda que o texto não mencionasse diretamente os manguezais, classificava como "florestas protetoras" todas aquelas formações naturais que tivessem função relevante na manutenção do regime das águas, proteção contra a erosão e conservação da salubridade pública (BRASIL, 1934). Essa conceituação foi precursora das Áreas de Preservação Permanente (APPs), figura jurídica consolidada posteriormente na Lei nº 4.771/1965. Contudo, mesmo com o avanço representado por essa legislação, os manguezais permaneceram à margem da definição formal de APP até a promulgação da Lei nº 12.651/2012, que, em seu artigo 4º, inciso VII, os reconhece explicitamente como tais. A nova redação também define, no artigo 3º, inciso XIII, os manguezais como ecossistemas litorâneos de terrenos baixos sujeitos à ação das marés, com solos limosos ou arenosos e vegetação de mangue.

Além do arcabouço legal federal, a proteção aos manguezais foi reforçada por normas complementares, como a Resolução CONAMA nº 303/2002, que estabelece critérios específicos para a proteção de áreas de mangue no contexto do licenciamento ambiental. Tais resoluções foram fundamentais para preencher lacunas normativas e garantir diretrizes técnicas adequadas à proteção desses ambientes frágeis. No entanto, estudos recentes indicam que ainda existem zonas de vulnerabilidade jurídica, sobretudo nas áreas de transição entre manguezais e outros ecossistemas costeiros. Conforme discutido por Nogueira *et al.* (2024), os Ecótonos entre manguezais e restingas, embora desempenhem papel primordial na conectividade ecológica e na resistência frente à intrusão salina e ao avanço das marés, frequentemente não são reconhecidos como APPs pelas interpretações restritivas do texto

legal. Essa lacuna favorece a ocupação desordenada, o desmatamento e a degradação desses espaços de transição.

Nogueira *et al.* (2024) defendem que a plena aplicação do artigo 4º, inciso VII, da Lei nº 12.651/2012 deveria incluir também as formações de restinga contíguas aos manguezais, especialmente aquelas que atuam como zonas estabilizadoras e componentes estruturais do sistema costeiro. A integração dessas formações à proteção legal é vista como indispensável para assegurar a continuidade ecológica e funcional do ecossistema frente às crescentes ameaças representadas pela expansão urbana, especulação imobiliária e mudanças climáticas. Tais ameaças, sobretudo a elevação do nível do mar, tornam urgente a adoção de uma abordagem sistêmica e precaucionária, capaz de incorporar os mosaicos ecotonais como parte indissociável da paisagem protegida. Nesse contexto, a consolidação de um marco legal que reconheça e proteja os ambientes de transição entre manguezais e restingas constitui uma estratégia prioritária para garantir a resiliência das zonas costeiras e a manutenção dos serviços ecossistêmicos vitais que esses ecossistemas prestam.

Quadro 5 - Artigos e incisos sobre manguezais nas resoluções do CONAMA.

RESOLUÇÃO CONAMA	ARTIGO/ INCISO	CONTEÚDO SOBRE MANGUEZAIS
Nº004/1985	Art. 1º	Reconhece os manguezais como Reserva Ecológica, ecossistemas sob proteção especial, considerados de relevante interesse ecológico.
	Art. 2º, m	Aborda o conceito de Manguezal - ecossistema litorâneo que ocorre em terrenos baixos sujeitos à ação das marés localizadas em áreas relativamente abrigadas e formado por vasas lodosas recentes às quais se associam comunidades vegetais características
	Art. 3º, inciso VII	São reservas ecológicas os manguezais, em toda a sua extensão.
Nº 10/1993	Art. 2º	Inclui os manguezais como formações associadas à Mata Atlântica, reconhecendo sua importância ecológica.
	Art. 5º	Definição de Manguezal - vegetação com influência flúvio-marinha, típica de solos limosos de regiões estuarinas e dispersão descontínua ao longo da costa brasileira, entre os Estados do Amapá e Santa Catarina. Nesse ambiente halófilo, desenvolve-se uma flora especializada, ora dominada por gramíneas (<i>Spartina</i>) e amarilidáceas (<i>Crinum</i>), que lhe conferem uma fisionomia herbácea, ora dominada por espécies arbóreas dos gêneros <i>Rhizophora</i> , <i>Laguncularia</i> e <i>Avicennia</i> . De acordo com a dominância de cada gênero, o manguezal pode ser classificado, em mangue vermelho (<i>Rhizophora</i>), mangue branco (<i>Laguncularia</i>) e mangue siriúba (<i>Avicennia</i>), os dois primeiros colonizando os locais mais baixos e o terceiro os locais mais altos e mais afastados da influência das marés. Quando o mangue penetra em locais arenosos denomina-se mangue seco.
Nº004/1994	Art. 3º	Define parâmetros técnicos para caracterização de estágios sucessionais de vegetação, incluindo os manguezais.
Nº303/2002	Art. 2º, inciso IX	Definição de manguezal: ecossistema litorâneo que ocorre em terrenos baixos, sujeitos à ação das marés, formado por vasas lodosas recentes ou arenosas, às quais se associa, predominantemente, a vegetação natural conhecida como mangue, com influência flúvio-marinha, típica de solos limosos de regiões estuarinas e com dispersão descontínua ao longo da costa brasileira.
	Art. 3º, inciso X	Estabelece que os manguezais são áreas de Preservação Permanente (APP) em toda a sua extensão.

Nº312/2002	Art. 1º	Estabelece critérios para o licenciamento ambiental da atividade de carcinicultura em áreas de manguezal.
	Parágrafo único	A instalação e a operação de empreendimentos de carcinicultura não prejudicarão as atividades tradicionais de sobrevivência das comunidades locais.

Fonte: Adaptado das Resoluções do CONAMA (004/1985, 10/1993, 004/1994, 312/2002, 2002, 303/2002).

A Resolução CONAMA nº 004/1985 foi um marco inicial na normatização da proteção dos manguezais, ao reconhecê-los como ecossistemas de relevante interesse ecológico. Essa resolução definiu critérios para o licenciamento ambiental de empreendimentos potencialmente poluidores em áreas costeiras, exigindo, por exemplo, estudos de impacto ambiental para qualquer atividade que viesse a afetar diretamente ecossistemas sensíveis, como os manguezais. Tal reconhecimento deu início à consolidação de um entendimento técnico-científico no interior das normas ambientais brasileiras, conferindo prioridade à proteção de ambientes úmidos costeiros, até então amplamente negligenciados pela legislação (CONAMA, 1985).

Avançando nesse processo de normatização, a Resolução CONAMA nº 10/1993 incorporou os manguezais ao rol de ecossistemas associados ao bioma Mata Atlântica. Essa vinculação foi fundamental, pois ampliou a rede de proteção a esses ambientes, incluindo-os na esfera de aplicação da Lei da Mata Atlântica (Lei nº 11.428/2006), que impõe regras mais restritivas quanto à supressão e à utilização de vegetação nativa. Ao integrá-los à Mata Atlântica, a resolução reconheceu a interdependência ecológica entre os ecossistemas costeiros e o bioma florestal atlântico, assegurando-lhes maior amparo legal (CONAMA, 1993).

A Resolução nº 004/1994 trouxe ainda mais rigor à proteção dos manguezais, ao classificá-los como vegetação primária quando sua estrutura natural estivesse conservada. Essa definição possui implicações relevantes, uma vez que, sob o status de vegetação primária, os manguezais passam a ser considerados áreas prioritárias para preservação e sujeitas a normas restritivas quanto à sua alteração, conforme previsto pela legislação ambiental vigente. A qualificação como vegetação primária reforça a sua importância ecológica e limita a possibilidade de conversão do uso do solo para atividades econômicas, mesmo sob justificativas de interesse social (CONAMA, 1994).

A Resolução CONAMA nº 303/2002 representou uma inflexão decisiva na proteção normativa dos manguezais ao classificá-los explicitamente como Áreas de Preservação Permanente (APPs) em toda sua extensão. Essa definição conferiu segurança jurídica à sua proteção integral, independentemente do estado de conservação ou do contexto territorial.

Com isso, qualquer intervenção em áreas de mangue passou a demandar licenciamento rigoroso e justificação técnica robusta, sendo permitida apenas em casos excepcionais de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, nos moldes do que viria a ser reafirmado pelo Novo Código Florestal de 2012 (CONAMA, 2002).

Por sua vez, a Resolução CONAMA nº 312/2002 foi elaborada para regulamentar a carcinicultura, atividade amplamente disseminada em zonas costeiras brasileiras, e notoriamente impactante sobre os manguezais. A resolução estabeleceu critérios técnicos e legais para o licenciamento ambiental de empreendimentos de criação de camarões, incluindo a obrigatoriedade de zoneamento ecológico-econômico, controle de efluentes e monitoramento contínuo da qualidade ambiental. Embora tenha representado um avanço ao impor limites à expansão descontrolada da carcinicultura, a efetividade dessa norma ainda depende, em grande medida, da atuação eficiente dos órgãos de fiscalização e da adesão dos empreendedores aos instrumentos de gestão ambiental (CONAMA, 2002).

Apesar desse conjunto normativo consolidado ao longo das últimas décadas, subsistem brechas legais que fragilizam a proteção dos manguezais. O antigo Código Florestal de 1965 (Lei nº 4.771) já previa, em seu artigo 4º, a possibilidade de supressão de vegetação em APPs nos casos de utilidade pública ou interesse social, desde que comprovados por meio de processo administrativo. Embora esse dispositivo tenha sido mantido e reformulado pelo Novo Código Florestal (Lei nº 12.651/2012), sua interpretação tem sido frequentemente ampliada para justificar empreendimentos de grande porte em áreas sensíveis, gerando conflitos entre interesses econômicos e ambientais. A ausência de critérios objetivos para a definição desses conceitos abre margem para decisões discricionárias e, por vezes, contraditórias por parte do poder público, comprometendo a efetividade da conservação dos manguezais e sua função ecológica no litoral brasileiro (BRASIL, 1965; BRASIL, 2012). Essa possibilidade persiste no Novo Código Florestal, levantando preocupações sobre a eficácia real da proteção legal (Reis-Neto; Meireles; Cunha-Lignon, 2019).

Com extensão estimada em cerca de 12.500 km², os manguezais brasileiros ocupam 0,16% do território nacional, concentrando-se principalmente em regiões estuarinas ao longo da costa atlântica. Sua localização privilegiada em planícies costeiras sujeitas à influência das marés confere a esses ecossistemas uma dinâmica peculiar, marcada por intensos fluxos de energia e matéria, o que os torna altamente produtivos e funcionais dentro dos sistemas costeiros (Gerling *et al.*, 2016). Essa produtividade está relacionada à interação entre fatores abióticos, como salinidade e composição sedimentar, e às adaptações morfofisiológicas das

espécies vegetais que compõem a vegetação de mangue, garantindo a eficiência na ciclagem de nutrientes e na retenção de sedimentos (Silva; Cestaro; Rabelo, 2020).

Além de sua importância ecológica, os manguezais prestam uma ampla variedade de serviços ecossistêmicos que sustentam não apenas a biodiversidade costeira, mas também as populações humanas que habitam essas regiões (Quadro 6). Entre os principais serviços prestados destacam-se a provisão de alimentos (como crustáceos e peixes), a regulação hidrológica, o suporte à reprodução de espécies aquáticas e a proteção das margens contra a erosão, além da função de sumidouro de carbono, fundamental para o combate às mudanças climáticas (Friess *et al.*, 2020). A multiplicidade de funções desses ecossistemas é também refletida em sua relação com o bem-estar humano. Como destacam Beeston *et al.* (2023), os manguezais sustentam milhões de pessoas em comunidades costeiras por meio do fornecimento direto de recursos naturais, do suporte a cadeias produtivas locais e da preservação de práticas socioculturais tradicionais ligadas ao uso do território.

A conservação dos manguezais, portanto, vai além da dimensão ecológica, sendo também um pilar para a segurança alimentar e a manutenção da diversidade cultural. Segundo Rahman *et al.* (2021), esses ecossistemas oferecem benefícios diretos às populações tradicionais ao garantir acesso a recursos naturais de subsistência, ao mesmo tempo em que possibilitam práticas sustentáveis de manejo baseadas em saberes locais. Esses autores ressaltam que a perda dos manguezais compromete não apenas os recursos biológicos, mas também os sistemas culturais e de subsistência das comunidades que dependem historicamente desses ambientes. Assim, a manutenção da integridade ecológica dos manguezais deve ser compreendida como uma estratégia integrada de conservação ambiental, justiça social e adaptação às mudanças climáticas.

Quadro 6 - Serviços ecossistêmicos fornecidos pelo ecossistema de Manguezal.

Serviço	Descrição
Serviços de abastecimento	Alimentos da pesca, produtos vegetais, combustíveis e fibras.
Serviços de regulação	Proteção costeira por meio da atenuação das ondas, melhoria na qualidade da água através da assimilação de nutrientes e aprisionamento de sedimentos; regulação do clima devido sua capacidade de capturar e armazenar o carbono.
Serviços culturais	Recreação, educação e valor espiritual.

Fonte: Adaptado de Friess *et al.* (2020).

A biodiversidade dos manguezais é uma de suas características mais marcantes, refletindo a complexidade ecológica desses ecossistemas. Funcionam como habitats multifuncionais, exercendo o papel de berçário, área de refúgio e alimentação para diversas espécies marinhas, estuarinas e terrestres. Pawar (2011), ao estudar os manguezais de Uran, na costa oeste da Índia, identificou uma elevada diversidade de aves associadas à vegetação

de mangue, ressaltando a importância desses ambientes na manutenção de cadeias tróficas costeiras e no suporte à fauna local. No contexto brasileiro, essa função ecológica é igualmente observada, especialmente nas regiões Norte e Nordeste, onde os manguezais sustentam atividades pesqueiras artesanais e a sobrevivência de espécies ameaçadas.

Além do papel ecológico, os manguezais contribuem para a estabilidade física das zonas costeiras. Segundo Melo, Sierra e Veado (2011), a estrutura radicular das espécies de mangue atua como barreira natural, dissipando a energia das ondas e das marés e prevenindo processos erosivos. Essa função protetora é fundamental para conter o avanço do mar e reduzir o assoreamento de corpos d'água, especialmente em áreas urbanizadas ou sujeitas à intensa pressão antrópica, como observado no litoral sudeste e nordeste brasileiro.

Recentemente, os manguezais passaram a integrar a agenda internacional de enfrentamento às mudanças climáticas. A capacidade desses ecossistemas de sequestrar e estocar carbono em níveis superiores a muitos ecossistemas terrestres tem impulsionado sua classificação como reservatórios de "carbono azul". Eid *et al.* (2019) destacam que os sedimentos anóxicos dos manguezais possuem alta capacidade de retenção de carbono orgânico, resultante da baixa taxa de decomposição da matéria vegetal. Esse estoque representa não apenas um mecanismo natural de mitigação do aquecimento global, mas também um ativo estratégico para políticas de compensação de emissões, como os créditos de carbono.

No entanto, apesar de sua relevância ecológica e climática, os manguezais vêm sendo progressivamente degradados, sobretudo pela ocupação desordenada das zonas costeiras. Hayashi *et al.* (2019), ao analisarem o uso da terra em manguezais da costa amazônica, identificaram padrões espaciais de substituição da vegetação natural por atividades urbanas e industriais, com destaque para a carcinicultura e expansão portuária. Essa pressão compromete a estrutura ecológica dos manguezais, fragmenta habitats e reduz sua resiliência frente a eventos extremos, como enchentes e elevação do nível do mar.

Esse cenário reforça a necessidade de políticas integradas e eficazes de conservação. Como argumentam Melo, Soriano-Sierra e Veado (2011), ações pontuais não são suficientes para conter a degradação desses ambientes, sendo imprescindível reconhecer sua multifuncionalidade ecológica, climática e social. O planejamento territorial costeiro deve incorporar o conhecimento técnico-científico sobre a funcionalidade dos manguezais, aliando-se a estratégias de educação ambiental e valorização dos modos de vida tradicionais para garantir sua preservação a longo prazo.

2.3.1 Impactos antropogênicos nos ecossistemas de manguezais

A expansão urbana desordenada e o desenvolvimento industrial têm sido os principais vetores de degradação dos manguezais em escala global, com destaque para a ocupação de planícies costeiras e estuários, que favorecem a construção de infraestruturas portuárias, empreendimentos turísticos e áreas residenciais (Nehemia *et al.*, 2019). Esses processos implicam diretamente na remoção da vegetação de mangue, na alteração do regime hidrossedimentar e na compactação do solo, comprometendo os serviços ecossistêmicos que esses ecossistemas desempenham, como a filtragem de sedimentos, o suporte à biodiversidade e a proteção costeira. No estudo conduzido por Nehemia *et al.* (2019), foi demonstrado que as atividades de salinicultura, por meio da construção de diques e tanques de evaporação, alteram a composição isotópica dos sedimentos e a disponibilidade de matéria orgânica, afetando a base trófica e os habitats de espécies como o caranguejo *Austruca occidentalis* Schubart & Shih, 2016 e o gastrópode *Littoraria subvittata* (Reid, 1986).

Apesar de o marco legal brasileiro estabelecer os manguezais como Áreas de Preservação Permanente (APPs), conforme o artigo 4º, inciso VII, da Lei nº 12.651/2012, sua efetividade é limitada por entraves institucionais, como a fragilidade na fiscalização, a lentidão nos processos de licenciamento e a pressão econômica por usos conflitantes do solo. Ferreira e Lacerda (2016) apontam que, mesmo com a existência de legislação severa, o Brasil perdeu mais de 50.000 hectares de manguezais nas últimas décadas, sobretudo devido à conversão para aquicultura e salinas. Esse cenário evidencia a discrepância entre a proteção formal e a realidade prática, revelando que a cobertura legal, por si só, não tem sido suficiente para conter a degradação contínua desses ambientes costeiros.

No caso específico da carcinicultura, a instalação de viveiros de camarão tem se dado frequentemente sobre áreas de manguezal previamente degradadas ou desmatadas, gerando impactos ecológicos significativos. Segundo Vidal (2022), no Rio Grande do Norte, fatores como clima quente e elevada salinidade favorecem a expansão da carcinicultura, que utiliza extensas áreas para implantação de tanques escavados. Isso resulta em mudanças na dinâmica hidrológica, aumento da salinidade no solo, diminuição da biodiversidade e liberação de resíduos orgânicos e nutrientes, o que compromete a qualidade da água nos estuários.

De forma semelhante, a salinicultura, atividade tradicional em estados como o Rio Grande do Norte, tem contribuído de maneira expressiva para a supressão da vegetação de mangue. Estudos como o de Costa *et al.* (2013) revelam que a transformação de manguezais em tanques de evaporação altera profundamente as características físico-químicas do solo e

dos sedimentos, com efeitos diretos na fauna bentônica e na ciclagem de nutrientes. A construção de diques e canais para captação de água impede o fluxo natural das marés, o que compromete os processos de regeneração natural da vegetação e reduz a resiliência ecológica dos manguezais frente a eventos extremos, como inundações e aumento do nível do mar.

Portanto, a conservação efetiva dos manguezais exige mais do que o reconhecimento legal de sua importância ecológica. É necessário implementar políticas públicas integradas que conciliem conservação ambiental, regulação do uso do solo e valorização dos saberes tradicionais. Essas medidas devem incluir o fortalecimento da governança ambiental, a ampliação de unidades de conservação costeiras e a recuperação de áreas degradadas por meio de estratégias baseadas em evidências científicas e participação comunitária.

2.3.2 Carcinicultura

A carcinicultura, especialmente voltada à criação intensiva do camarão exótico *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931), tem se expandido significativamente nas zonas costeiras do Nordeste brasileiro, utilizando-se de áreas originalmente ocupadas por manguezais. Essa atividade se beneficia das condições naturais desses ecossistemas — solos argilosos, salinidade adequada e elevada produtividade primária — que favorecem o cultivo em larga escala. Segundo Fernandes *et al.* (2018), a facilidade de adaptação dessa espécie aliada à alta demanda comercial tem estimulado a implantação desordenada de empreendimentos aquícolas em áreas sensíveis, como observado em estuários do Rio Grande do Norte e Ceará, onde a conversão direta da vegetação de mangue em viveiros escavados é uma realidade constante.

A pesquisa conduzida por Guimarães *et al.* (2010) aponta que essa transformação do uso do solo acarreta perdas expressivas da cobertura vegetal nativa. A supressão do manguezal para a instalação dos tanques de cultivo implica na escavação do solo, aterro de áreas alagáveis e alteração dos canais naturais de maré, o que compromete os ciclos hidrológicos e a estabilidade geomorfológica dos estuários. Além disso, a impermeabilização do solo e a compactação decorrente do tráfego de máquinas agravam os efeitos da salinização, dificultando a regeneração natural da vegetação e comprometendo a resiliência do sistema ecológico.

Do ponto de vista ambiental, os impactos da carcinicultura não se restringem à perda de vegetação. Gameiro *et al.* (2022) mostram que os efluentes lançados nos corpos d'água adjacentes contêm resíduos de ração, fertilizantes, antibióticos e outros insumos utilizados na

produção, que elevam os níveis de nutrientes e provocam processos de eutrofização. Isso resulta na diminuição do oxigênio dissolvido e no colapso das cadeias tróficas aquáticas, afetando diretamente a biodiversidade estuarina. O acúmulo de matéria orgânica no fundo dos viveiros e nos estuários adjacentes também favorece a proliferação de microalgas nocivas e a degradação da qualidade da água.

Lacerda *et al.* (2021) documentam que, em áreas onde a carcinicultura foi desativada, os solos apresentaram altos níveis de acidificação, salinização e compactação, o que inviabilizou tentativas de restauração do manguezal. O artigo revela que a conversão desses ecossistemas para uso aquícola não apenas suprime a vegetação nativa, mas altera profundamente as propriedades físico-químicas do solo, criando um passivo ambiental duradouro. Essa degradação afeta também os serviços ecossistêmicos associados, como o sequestro de carbono, a retenção de sedimentos e a proteção contra eventos climáticos extremos.

Ashton (2008) destaca a perda da função de barreira natural desempenhada pelos manguezais diante da sua substituição por viveiros de camarão. Ao eliminar a vegetação, expõem-se áreas urbanas e rurais a processos erosivos, aumento da intrusão salina e maior vulnerabilidade frente à elevação do nível do mar. Esses efeitos se intensificam diante das mudanças climáticas, com implicações sérias para a segurança hídrica e alimentar das populações costeiras. Segundo o estudo, a resiliência natural desses ecossistemas é comprometida em virtude da rápida conversão e da baixa capacidade de restauração dos solos e da vegetação após a desativação dos viveiros.

Do ponto de vista social, Hong, Avtar e Fujii (2019) apontam que a expansão da carcinicultura compromete diretamente as formas tradicionais de subsistência, como a pesca artesanal e a coleta de moluscos e crustáceos. A fragmentação do habitat interfere nos locais de desova e alimentação de diversas espécies, afetando a disponibilidade de recursos naturais para comunidades costeiras que dependem historicamente desses ecossistemas. Além disso, a privatização dos territórios tradicionalmente acessados por pescadores e marisqueiras restringe seu direito de uso e acesso, resultando em conflitos socioambientais.

Eid *et al.* (2020) abordam ainda o caráter economicamente insustentável da carcinicultura intensiva. Os autores argumentam que a atividade apresenta ciclos curtos de produtividade e gera áreas degradadas de difícil recuperação, elevando os custos para iniciativas de restauração ecológica. O modelo atual prioriza ganhos econômicos imediatos, desconsiderando os impactos ambientais acumulativos e os custos sociais da degradação ambiental. A ausência de planejamento integrado, monitoramento rigoroso e participação

comunitária no processo decisório intensifica a exclusão social e a fragilidade ecológica do litoral nordestino.

Meireles *et al.* (2007) reforçam essa perspectiva ao destacar a fragilidade do licenciamento ambiental em áreas de manguezal. O estudo mostra que, em muitos casos, os empreendimentos são aprovados sem avaliação criteriosa dos impactos cumulativos ou da capacidade de suporte do ambiente. A ausência de planos de manejo e de mecanismos efetivos de compensação ambiental compromete a efetividade das políticas públicas voltadas à proteção dos manguezais.

Diante desse cenário, torna-se imperativo reformular o modelo de desenvolvimento aquícola nas zonas costeiras, promovendo alternativas que respeitem os limites ecológicos e incorporem o conhecimento tradicional das comunidades locais. A carcinicultura, embora economicamente relevante, deve ser pautada por princípios de justiça socioambiental, gestão integrada do território e conservação dos serviços ecossistêmicos, fundamentais para a sustentabilidade a longo prazo dos manguezais nordestinos.

2.3.3 Salinicultura

A atividade salineira, profundamente enraizada na história econômica do Nordeste brasileiro, é atualmente uma das principais ameaças à integridade dos ecossistemas de manguezal. No estado do Rio Grande do Norte, a combinação entre clima semiárido, elevada insolação, baixa umidade relativa, ventos constantes e longos períodos de estiagem cria as condições ideais para a produção de sal marinho por evaporação solar. Essas características tornam a região um polo nacional da salinicultura, mas também geram conflitos territoriais com áreas ambientalmente sensíveis, como os manguezais, frequentemente convertidos em tanques de evaporação (Fernandes *et al.*, 2019).

Essa conversão implica impactos ambientais significativos. No estuário do rio Apodi-Mossoró, por exemplo, Fernandes *et al.* (2020) observaram que os efluentes descartados por salinas apresentavam salinidade até oito vezes superior à da água do mar. Essa alteração drástica compromete os ciclos biogeoquímicos e a estrutura ecológica dos corpos hídricos, promovendo processos de salinização progressiva e redução da biodiversidade aquática. Além disso, os autores destacam a deficiência dos sistemas de diluição desses efluentes, que frequentemente são lançados nos estuários sem tratamento, acumulando sais e outras substâncias tóxicas nas águas e nos sedimentos costeiros.

A fragmentação de habitats é outro efeito colateral da expansão descontrolada da salinicultura. A substituição da vegetação nativa por tanques de sal prejudica a conectividade ecológica dos manguezais, crucial para o deslocamento de espécies, a reprodução de organismos aquáticos e a manutenção da diversidade genética (Nehemia *et al.*, 2019). Ferreira, Miranda e Gomes (2015) reforçam que a salinicultura interfere também na drenagem natural, obstruindo canais e promovendo a compactação e salinização de solos outrora férteis. Essas alterações desencadeiam mudanças nos microclimas locais, elevando a aridez e dificultando a regeneração natural da vegetação.

Os efeitos hidrodinâmicos da conversão de manguezais em salinas também são relevantes. Li *et al.* (2018) explicam que os manguezais funcionam como barreiras físicas contra a erosão costeira, retendo sedimentos e estabilizando as margens. Quando removidos, essa função protetora se perde, expondo a linha de costa à ação das marés, das ondas e das tempestades, o que agrava os processos erosivos e a intrusão salina. Esses processos afetam diretamente a segurança de populações humanas que habitam áreas costeiras e dependem dos serviços ecossistêmicos prestados pelos manguezais.

No que diz respeito à degradação da qualidade ambiental, Eid *et al.* (2019) ressaltam que a perda da cobertura vegetal nos manguezais compromete sua capacidade de atuar como filtros naturais. Sem a presença da vegetação, poluentes químicos e biológicos transportados pelas águas pluviais ou por atividades produtivas chegam diretamente aos ambientes marinhos, ampliando a degradação dos recifes, praias e áreas adjacentes. Zhu *et al.* (2020) complementam essa análise ao demonstrar que manguezais degradados, sobretudo aqueles convertidos em salinas, perdem a capacidade de resiliência ecológica frente a eventos extremos, como tempestades e variações hidrológicas. Essa fragilidade dificulta sua recuperação natural, exigindo ações complexas e onerosas de restauração ecológica.

Além dos prejuízos ambientais, os impactos sociais também são expressivos. Pendleton *et al.* (2012) discutem que comunidades tradicionais que dependem da coleta de recursos naturais, da pesca artesanal e do extrativismo vegetal são diretamente afetadas pela perda de manguezais. Com a conversão desses ecossistemas em salinas, reduzem-se as áreas de coleta de moluscos e crustáceos, comprometendo a segurança alimentar e as práticas culturais dessas populações. Isso gera processos de vulnerabilização social e conflitos territoriais, uma vez que as salinas frequentemente ocupam espaços de uso comum sem consulta prévia às comunidades locais.

Para lidar com esses desafios, o monitoramento da cobertura dos manguezais é fundamental. Pelage *et al.* (2019) argumentam que o uso de ferramentas geotecnológicas e

dados geoespaciais atualizados permite identificar áreas prioritárias para restauração e intervenções. Esse monitoramento deve ser integrado a políticas públicas de ordenamento territorial e conservação costeira, com foco na prevenção de novos danos e na promoção de soluções sustentáveis.

A coexistência entre manguezais e restingas forma mosaicos ecológicos de alta complexidade, protegidos pela legislação ambiental brasileira, incluindo o Código Florestal e diversas resoluções do CONAMA. No entanto, a pressão da salinicultura e de outras atividades antrópicas fragiliza esses sistemas, tornando urgente o fortalecimento das políticas públicas, a melhoria da fiscalização ambiental e o incentivo a modelos produtivos compatíveis com a conservação. A valorização do conhecimento tradicional e a participação comunitária no manejo e monitoramento dos recursos naturais surgem como estratégias promissoras para garantir a resiliência e a sustentabilidade desses ecossistemas costeiros. O papel das comunidades tradicionais será aprofundado na seção seguinte, com foco na integração entre saberes locais e ciência na gestão ambiental.

2.4 Conhecimento tradicional e conservação de restingas e manguezais

O conhecimento tradicional detido por comunidades que habitam áreas de restinga e manguezal representa um instrumento valioso para a conservação desses ecossistemas costeiros. Esse saber é legitimado juridicamente pela Lei nº 11.428/2006, que, em seu Art. 3º, inciso II, reconhece as populações tradicionais como aquelas que mantêm relação histórica e direta com o ambiente natural, adotando práticas sustentáveis de uso dos recursos. Complementarmente, o Decreto nº 6.040/2007, que institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais (PNPCT), reforça essa valorização ao reconhecer que tais populações utilizam conhecimentos, inovações e práticas transmitidas por tradição, sendo fundamentais para a manutenção da biodiversidade e da identidade cultural dos territórios que habitam.

No contexto das populações costeiras, Siqueira (2013) apresenta uma análise detalhada da chamada “civilização do mangue” na região do Salgado Paraense, destacando como o modo de vida dessas comunidades se estrutura a partir de uma relação simbiótica com os manguezais. Essa autora argumenta que os saberes acumulados ao longo de gerações, baseados na observação e manejo dos recursos naturais, não apenas garantem a subsistência dessas populações, mas também constituem uma racionalidade ecológica autônoma e historicamente eficaz na conservação da biodiversidade. A experiência da Reserva

Extrativista de Caeté-Taperaçu, coordenada por esses grupos com apoio de mediadores científicos, evidencia como práticas culturais, como o xamanismo caboclo e o respeito aos "encantes", moldam as formas de uso e proteção do território.

No litoral fluminense, por sua vez, Queiroz *et al.* (2017) documentaram o conhecimento botânico tradicional de pescadores artesanais sobre a flora de restinga. Através de entrevistas com moradores de Arraial do Cabo, identificaram-se diversas espécies vegetais utilizadas para fins medicinais, alimentares, construtivos e rituais. O estudo evidenciou que tais saberes são transmitidos oralmente e fazem parte da história de vida dessas populações, que mantêm uma relação cotidiana e íntima com o ambiente natural. Esse repertório etnobotânico não apenas contribui para a conservação da vegetação nativa, mas também reforça a resiliência socioecológica das comunidades frente às transformações ambientais.

O estudo de Rist *et al.* (2010), embora realizado em contexto florestal indiano, oferece contribuições importantes ao demonstrar a efetividade do conhecimento ecológico tradicional (TEK) na gestão de recursos naturais. Os autores compararam informações fornecidas por comunidades locais sobre o manejo de produtos florestais não madeireiros com dados científicos e verificaram que o saber tradicional, além de preencher lacunas de dados, oferecia interpretações ecológicas mais contextualizadas, baseadas em observações de longo prazo. Isso possibilitou o aprimoramento de estratégias de manejo, especialmente na identificação precoce de pragas e padrões de regeneração, que não haviam sido detectados pelos métodos científicos convencionais.

Beeston *et al.* (2023), ao sintetizarem diretrizes globais para a restauração de manguezais, destacam que a participação comunitária é um fator determinante para o sucesso de projetos de conservação. Segundo os autores, muitas iniciativas fracassam não por limitações técnicas, mas pela ausência de diálogo com os saberes e as demandas locais. As experiências documentadas demonstram que os projetos com maior êxito são aqueles que alinham os objetivos externos às expectativas das comunidades envolvidas, promovendo governança compartilhada, transparência e corresponsabilidade na gestão dos recursos naturais.

Morales (2002), por sua vez, ressalta que o conhecimento tradicional não é apenas um repositório de práticas culturais, mas também uma ferramenta eficaz de gestão ambiental. Seu estudo sobre práticas agrícolas sustentáveis nas terras altas da Guatemala mostra como agricultores locais desenvolveram sistemas complexos de manejo do solo e controle biológico de pragas, baseados em observação empírica e experimentação intergeracional. Ao integrar

essas práticas em políticas públicas, torna-se possível ampliar a efetividade das estratégias de conservação, promovendo soluções que conciliam eficiência ecológica e justiça social.

Rebello e Meirelles (2022), em estudo etnobotânico realizado em comunidades do litoral fluminense, evidenciam como os conhecimentos sobre as plantas da restinga não apenas sustentam práticas tradicionais de cura e alimentação, mas também orientam decisões de manejo que favorecem a regeneração natural da vegetação. Os autores argumentam que o reconhecimento formal dessas práticas é essencial para ampliar a legitimidade das ações de conservação e fortalecer a soberania cultural dos povos tradicionais.

Fonseca-Kruel *et al.* (2006) aprofundam essa discussão ao documentarem o uso tradicional de 118 espécies vegetais em Arraial do Cabo (RJ), revelando uma riqueza de saberes sobre os usos alimentares, medicinais e construtivos da flora de restinga. A pesquisa mostra que essas práticas tradicionais são sensíveis às mudanças ecológicas locais, o que permite sua constante adaptação e renovação. Ao integrar esse conhecimento ao planejamento ambiental, os autores propõem um modelo de gestão participativa que respeita a biodiversidade e os direitos culturais simultaneamente.

Por fim, Soares, Carvalho e Rabelo (2024) realizaram um estudo aplicado na Unidade de Conservação Estadual RDS Ponta do Tubarão, no litoral norte do Rio Grande do Norte, que demonstra como o saber tradicional pode ser potencializado por ferramentas tecnológicas. Utilizando informações fornecidas por pescadores artesanais e dados geoespaciais, os autores conseguiram elaborar um prognóstico de uso e ocupação mais precisos e sensível às dinâmicas locais. Essa abordagem integrada permitiu a formulação de diretrizes de gestão mais realistas, respeitando tanto os limites ecológicos quanto os usos tradicionais do território.

Esses exemplos reforçam que o saber tradicional não deve ser visto como oposto ao conhecimento científico, mas como complementar e, em muitos casos, superior em termos de sensibilidade ao contexto ecológico local. A valorização desse saber, portanto, não é apenas uma questão de justiça cultural, mas uma estratégia eficaz de conservação integrada e participativa dos ecossistemas costeiros.

2.5 Sensoriamento remoto e monitoramento ambiental

A intensificação das pressões antrópicas sobre os ecossistemas naturais, especialmente em áreas costeiras, tem evidenciado a necessidade urgente de ferramentas eficazes para o monitoramento ambiental. Diante desse cenário, o sensoriamento remoto surge

como instrumento técnico-científico central para a avaliação da integridade ecológica de restingas e manguezais, permitindo não apenas a detecção de alterações na cobertura vegetal, mas também a análise da dinâmica de uso do solo e da fragmentação dos habitats. Tehrani *et al.* (2021) demonstram que, por meio de sensores orbitais e algoritmos de classificação, é possível gerar dados confiáveis sobre a degradação ambiental, com baixo custo e abrangência espacial, fortalecendo a resposta dos gestores frente aos impactos cumulativos.

Rahman e Begum (2011), em sua análise multitemporal de ecossistemas estuarinos, destacam que as imagens de satélite, quando utilizadas em séries históricas, permitem identificar padrões de degradação e regeneração ao longo do tempo. Isso possibilita a construção de diagnósticos mais precisos sobre o estado ecológico atual e potencial futuro das áreas costeiras, contribuindo para ações de manejo mais eficazes.

No contexto brasileiro, Gameiro *et al.* (2022) ressaltam a importância da integração entre dados de sensoriamento remoto e técnicas de geoprocessamento na identificação das principais pressões sobre os ecossistemas costeiros. O estudo mostrou como essas ferramentas podem ser utilizadas para monitorar a expansão da carcinicultura e o avanço do turismo predatório em regiões sensíveis, promovendo uma gestão territorial mais informada.

Lopes e Reuss-Strenzel (2015), ao estudarem a APA do Guaibim, na Bahia, evidenciaram que o sensoriamento remoto possibilitou mapear com exatidão os impactos da urbanização descontrolada sobre áreas de restinga e manguezal. Com o uso de imagens orbitais, foi possível identificar a perda de cobertura vegetal, subsidiando propostas de mitigação e recuperação.

A pesquisa de Lacerda *et al.* (2021) reforça a utilidade dessas tecnologias ao mapear a evolução espacial dos manguezais e das fazendas de camarão entre 1992 e 2010, no Nordeste brasileiro. O estudo identificou áreas prioritárias para conservação com base na sobreposição entre ecossistemas naturais e empreendimentos aquícolas, contribuindo diretamente para o ordenamento ambiental.

Roppa *et al.* (2008) argumentam que o uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) aliado ao sensoriamento remoto amplia a escala das análises ambientais, tornando possível monitorar vastas regiões com detalhamento suficiente para orientar políticas públicas e zoneamentos ecológico-econômicos. A análise espacial de atributos físicos, como altitude, declividade e distância de corpos hídricos, é relevante para delimitar áreas vulneráveis.

Em um enfoque voltado à restauração ecológica, Xie *et al.* (2019) demonstram que o sensoriamento remoto pode identificar áreas críticas de degradação e acompanhar os estágios

de regeneração da vegetação. Essa aplicação é fundamental em ecossistemas costeiros, cuja dinâmica depende de múltiplos fatores ecológicos e antrópicos interligados.

Por fim, Murray *et al.* (2018) defendem que a utilização sistemática dessas tecnologias pode antecipar riscos ecológicos e informar decisões estratégicas de planejamento ambiental. O sensoriamento remoto, nesse contexto, não apenas melhora a eficiência das políticas públicas, mas também otimiza os recursos financeiros e logísticos voltados à conservação.

2.6 Considerações finais

A conservação dos ecossistemas costeiros nordestinos, especialmente das restingas e dos manguezais, demanda uma abordagem integrada e multiescalar. Essa abordagem deve articular não só instrumentos legais e tecnologias de monitoramento, mas também o valioso conhecimento científico e os saberes tradicionais das comunidades locais. Ao longo deste estudo, foram evidenciadas que tais ecossistemas desempenham cruciais funções ecológicas—regulam o clima, protegem contra erosões, fornecem recursos naturais e sustentam uma rica biodiversidade—e são fundamentais para a manutenção dos modos de vida tradicionais, constituindo territórios de identidade, ancestralidade e pertencimento.

A análise dos marcos legais destacou avanços significativos, como a inclusão das restingas e manguezais nas Áreas de Preservação Permanente (APPs) pelo Novo Código Florestal (Lei nº 12.651/2012). No entanto, também ressaltou a fragilidade na implementação dessas políticas, frequentemente comprometidas pela flexibilização das normas e pela pressão de interesses econômicos, o que muitas vezes reduz a proteção legal a um caráter simbólico diante das ameaças reais.

Os impactos antrópicos, como a expansão da carcinicultura e da salinicultura, têm promovido a degradação acelerada dos manguezais, particularmente no Rio Grande do Norte, alterando ciclos hidrológicos e fragmentando habitats. Simultaneamente, as restingas têm sido constantemente afetadas pela urbanização e turismo predatório, resultando em perda significativa de cobertura vegetal e descaracterização dos sistemas naturais.

Em contrapartida, o conhecimento tradicional das comunidades costeiras emerge como uma força vital. A etnobotânica e os saberes empíricos sobre as espécies vegetais nativas demonstram o potencial de integrar diferentes racionalidades na formulação de estratégias de conservação mais efetivas e culturalmente adaptadas. Além disso, o sensoriamento remoto e o geoprocessamento se destacam como ferramentas indispensáveis

para o monitoramento ambiental, permitindo diagnósticos precisos e atualizados que podem orientar ações de manejo sustentável.

Conclui-se, portanto, que a efetiva conservação das restingas e manguezais do Nordeste brasileiro requer uma ação coordenada entre o Estado, a ciência e a sociedade civil. Uma governança ambiental participativa, informada por evidências técnicas e sensibilizada às especificidades culturais, apoiada por instrumentos legais robustos, é de suma importância para assegurar a persistência dos serviços ecossistêmicos, a integridade dos territórios costeiros e o bem-estar das comunidades que deles dependem. O desafio está não apenas em conservar a natureza, mas também em promover justiça ambiental e equidade territorial e sustentabilidade intergeracional.

3 ECOSSISTEMAS DE RESTINGA E MANGUEZAL NO NORDESTE BRASILEIRO: ABORDAGEM CIENCIOMÉTRICA E REVISÃO SISTEMÁTICA¹

RESUMO

A conservação dos ecossistemas de restinga e manguezal no Nordeste brasileiro é fundamental, considerando seu papel na manutenção da biodiversidade, suporte às atividades socioeconômicas e atenuação de impactos ambientais. Este estudo adotou uma abordagem combinada de análise cienciométrica e revisão sistemática com o objetivo geral de analisar a evolução da produção científica relacionada à conservação dos ecossistemas de restinga e de manguezal no Nordeste brasileiro entre 2013 e 2022. A metodologia seguiu as diretrizes PRISMA e utilizou as bases *Web of Science* e *Scopus*, resultando na seleção de 28 artigos. Para a análise, foram empregados os *softwares* Excel, bibliometrix (R) e o site Wordclouds. Os resultados demonstraram um aumento nas publicações a partir de 2018, destacando a crescente relevância do tema. Observou-se ainda o fortalecimento de redes colaborativas, com destaque para a Universidade Federal do Ceará (UFC) e parcerias internacionais com Austrália e países europeus. Os estudos abordaram desde avaliações ecológicas e estruturais até análises dos impactos antrópicos e estratégias de manejo. Os principais impactos identificados nos manguezais foram urbanização, desmatamento, instalação de empreendimentos, acúmulo de metais e aquicultura; nas restingas, destacaram-se urbanização, desmatamento e construção de estradas. Entre as estratégias de conservação, figuraram a criação de Unidades de Conservação, monitoramento contínuo, valorização do conhecimento tradicional e políticas integradas de gestão costeira. A análise revelou tendências temáticas, lacunas de conhecimento e caminhos prioritários para futuras pesquisas. Os achados reforçam a necessidade de ações integradas entre ciência, sociedade e políticas públicas, a fim de garantir a conservação e funcionalidade ecológica desses ecossistemas essenciais para a sustentabilidade no litoral nordestino.

Palavras-chave: estratégias de conservação; impactos ambientais; zona costeira.

¹ Artigo publicado: NASCIMENTO, Louize *et al.* Ecossistemas de restinga e manguezal no Nordeste brasileiro: abordagem cienciométrica e revisão sistemática. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, Pernambuco, v. 9, n. 3, p. 151–168, 2024. DOI <https://doi.org/10.24221/jeap.9.3.2024.6275.151-168>

RESTINGA AND MANGROVE ECOSYSTEMS IN NORTHEASTERN BRAZIL: A SCIENTOMETRIC APPROACH AND SYSTEMATIC REVIEW

ABSTRACT

The conservation of restinga and mangrove ecosystems in northeastern Brazil is essential, given their role in maintaining biodiversity, supporting socioeconomic activities, and mitigating environmental impacts. This study employed a combined approach of scientometric analysis and systematic review, with the overall objective of analyzing the evolution of scientific production related to the conservation of restinga and mangrove ecosystems in northeastern Brazil between 2013 and 2022. The methodology followed PRISMA guidelines and used the Web of Science and Scopus databases, resulting in the selection of 28 articles. Data analysis was conducted using Excel, the bibliometrix package (R), and the Wordclouds platform. The results revealed an increase in publications from 2018 onward, underscoring the growing importance of the topic. Strengthened research networks were identified, particularly involving the Federal University of Ceará (UFC) and international collaborations with Australia and European countries. The selected studies covered a wide range of topics, including ecological assessments, anthropogenic impacts, and management strategies. The main impacts reported for mangroves were urbanization, deforestation, industrial development, heavy metal accumulation, and aquaculture; for restingas, urban expansion, deforestation, and road construction were predominant. Conservation strategies included the establishment of protected areas, continuous monitoring, integration of traditional knowledge, and the implementation of coastal zone management policies. The findings highlighted thematic trends, research gaps, and priority areas for future investigation. This study emphasizes the need for integrated action among science, society, and public policy to ensure the conservation and ecological functionality of these essential coastal ecosystems for the sustainability of Northeastern Brazil.

Keywords: conservation strategies; environmental impacts; coastal zone.

3.1 Introdução

A biodiversidade presente nos ecossistemas costeiros desempenha um papel fundamental na manutenção do equilíbrio ambiental, promovendo a sustentabilidade de sistemas marinhos e terrestres ao fornecer serviços ecossistêmicos indispensáveis à qualidade de vida humana e à preservação da vida no planeta (Cavalcanti, 2022). No contexto brasileiro, o litoral do Nordeste abriga ambientes de restinga e manguezal que se destacam entre os ecossistemas costeiros, atuando como refúgios de biodiversidade adaptada às complexas condições ambientais da região (Souza; Silva; Diniz, 2023). Essas áreas litorâneas são estratégicas para a sustentabilidade ambiental e para a conservação da biodiversidade, especialmente os manguezais nordestinos, que ofertam serviços ecossistêmicos vitais à vida humana e ao equilíbrio ecológico (Lacerda *et al.*, 2021).

A restinga, caracterizada por uma diversificada cobertura vegetal, exerce um papel de relevância ambiental e social, desempenhando funções como a fixação e estabilização de dunas, além de estar presente em uma variedade de cenários costeiros (Nascimento *et al.*, 2022). As restingas têm importância não apenas ecológica, mas também socioeconômica, ao fornecerem recursos naturais utilizados por comunidades locais e promoverem atividades turísticas e recreativas que contribuem para a economia regional (Guimarães *et al.*, 2021). O manguezal, enquanto ecossistema de transição entre os ambientes terrestre e marinho, atua como berçário para diversas espécies aquáticas e contribui para a qualidade da água, a estabilidade do solo, a manutenção da biodiversidade e o equilíbrio do microclima local (Luz; Texeira, 2019). Os manguezais, por serem ecossistemas altamente produtivos, sustentam atividades como a pesca artesanal e contribuem para a estabilidade da linha de costa, desempenhando um papel relevante na segurança alimentar e econômica de comunidades litorâneas (Loureiro; Oliveira, 2019).

Entretanto, tanto as restingas quanto os manguezais têm sido submetidos a crescentes pressões antrópicas. As restingas, em particular, figuram entre os ecossistemas mais ameaçados do Brasil, sendo impactadas por processos como a especulação imobiliária, perda de biodiversidade, erosão e alterações no equilíbrio hidrodinâmico (Santos; Freitas; Medeiros, 2023). Já os manguezais sofrem com os efeitos da expansão urbana, das atividades industriais e do avanço de empreendimentos econômicos, o que compromete a biodiversidade e ameaça a subsistência de comunidades tradicionais que dependem diretamente desses ecossistemas (Albuquerque; Santos; Maia, 2021). A necessidade de ações de conservação efetivas é urgente para a preservação desses ecossistemas e dos serviços ecossistêmicos que fornecem.

Nesse contexto, adotamos uma abordagem combinada de análise cienciométrica e revisão sistemática para investigar a produção científica relacionada à conservação dos ambientes de restinga e manguezal no Nordeste brasileiro. A análise cienciométrica, inicialmente proposta por Price (1963), busca compreender o desenvolvimento da ciência por meio da quantificação da produção científica, permitindo identificar tendências, redes de colaboração e áreas de lacuna do conhecimento. Goldenberg (2017) ressalta que a análise cienciométrica permite mensurar o impacto e a visibilidade da produção científica, oferecendo subsídios para pesquisadores, instituições, financiadores e formuladores de políticas, além de favorecer colaborações produtivas e impulsionar o avanço científico e tecnológico.

Além disso, a revisão sistemática, ao seguir protocolos metodológicos rigorosos, permite reunir, sintetizar e avaliar criticamente a produção científica (Casarin *et al.*, 2020), garantindo maior qualidade e confiabilidade aos resultados obtidos (Galvão e Ricarte, 2019). Deste modo, torna-se relevante investigar as características da trajetória de publicações sobre o estado de conservação dos ambientes de restinga e manguezal do Nordeste brasileiro em periódicos científicos, a fim de oferecer um panorama detalhado da produção acadêmica nesse campo específico, contribuindo para o avanço do conhecimento e para o fortalecimento das estratégias de conservação desses importantes ecossistemas costeiros.

Nesse contexto, qual o estado de conservação dos ambientes de restinga e manguezal do Nordeste do Brasil? Logo, propõe-se a contribuir para a consolidação do conhecimento científico sobre a conservação desses ambientes costeiros. Para alcançar esse propósito, estabelecemos o objetivo geral de analisar a evolução da produção científica relacionada à conservação dos ecossistemas de restinga e de manguezal no Nordeste brasileiro. Especificamente, buscamos avaliar as tendências nas pesquisas e identificar as universidades mais influentes, analisar as parcerias institucionais e os principais impactos ambientais nesses ecossistemas, bem como examinar as estratégias de conservação e identificar lacunas de conhecimento na pesquisa relacionada à conservação desses ecossistemas.

Parte-se da hipótese de que, embora a produção científica sobre a conservação dos ecossistemas de restinga e manguezal no Nordeste brasileiro tenha aumentado nas últimas décadas, ainda persistem lacunas relacionadas à abordagem integrada desses ambientes, à diversidade temática das pesquisas e à articulação entre os resultados científicos, as políticas públicas e as ações de gestão ambiental.

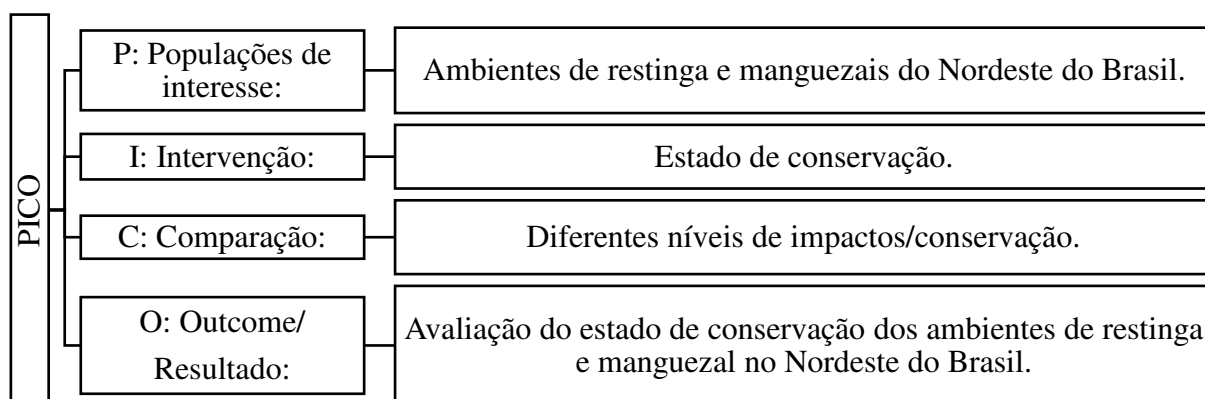
3.2 Material e métodos

3.2.1 Análise cienciométrica e a revisão sistemática

A análise cienciométrica e a revisão sistemática foram conduzidas com base em métodos rigorosos e etapas bem definidas, visando coletar, avaliar, sintetizar e interpretar informações relevantes sobre o tema, assegurando objetividade e confiabilidade nos resultados, conforme sugerido por Donato e Donato (2019). A metodologia seguiu as diretrizes do PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*), uma abordagem estruturada voltada à realização de revisões sistemáticas da literatura, com foco na transparência, consistência e rigor do processo investigativo (Moher *et al.*, 2009).

Este estudo consistiu na análise de publicações científicas relacionadas ao estado de conservação dos ambientes de restinga e manguezal no Nordeste brasileiro. Para orientar a seleção dos estudos, utilizou-se a seguinte pergunta de pesquisa: Qual é o estado de conservação dos ambientes de restinga e manguezal no Nordeste do Brasil? Para a condução das etapas da revisão sistemática, adotou-se o modelo PICO (População, Intervenção, Comparação e Resultados), como estratégia para estruturar a pergunta de pesquisa e organizar os critérios de inclusão (Figura 1). Além disso, foi empregado o fluxograma PRISMA, conforme suas diretrizes, a fim de assegurar o rigor metodológico na triagem e inclusão dos artigos analisados.

Figura 1 - Fluxograma PICO utilizado para seleção dos estudos.



Fonte: Nascimento *et al.* (2024).

3.2.2 Estratégia de busca

A busca por artigos que abordassem os ecossistemas de restinga e manguezal no Nordeste do Brasil, entre 2013 e 2022, foi realizada nas bases de dados *Web of Science* e *Scopus*, em 9 de agosto de 2023. As buscas consideraram os termos “conservação”, “restinga”, “manguezal” e “Nordeste do Brasil” na seção “Tópicos”, abrangendo os campos de Título, Resumo e Palavras-chave dos registros. A estratégia para busca foi a partir da utilização dos termos na língua inglesa: *conservation* AND *restinga** OR *mangrove** AND *Northeast Brazil**.

O uso de descritores em inglês foi necessário, pois grande parte das publicações está escrita nessa língua, e as bases utilizadas permitem buscas mais eficientes quando os termos são inseridos nesse idioma (Callou *et al.*, 2021). Além disso, em muitos periódicos, os campos de título, resumo e palavras-chave são obrigatoriamente preenchidos em inglês, o que amplia o alcance e a precisão das buscas (Barbosa; Gomes Filho, 2022).

A escolha dos operadores booleanos AND e OR permitiu delimitar com maior precisão o tema, promovendo a intersecção entre os termos de busca. O operador curinga “*” foi utilizado para abranger variações dos termos, como: *restinga** (*restinga*, *restingas*), *mangrove** (*mangrove*, *mangroves* - *mangue*, *manguezal*, *manguezais*); *Brazil** (*Brazil*, *Brazilian* – *Brasil*, *brasileiro*).

Embora monografias, dissertações e teses contenham informações relevantes, este estudo considerou apenas artigos completos com revisão por pares, publicados em periódicos indexados, excluindo também os artigos de revisão da análise (Azevedo-Júnior *et al.*, 2023). Dois avaliadores independentes realizaram a seleção dos estudos, com base no título, resumo e palavras-chave. Depois desse procedimento, foram analisados o texto completo dos artigos selecionados. Caso os conflitos não fossem resolvidos entre os dois avaliadores, um terceiro seria consultado, mas que não foi necessário. As referências duplicadas foram identificadas e removidas. Os artigos selecionados foram extraídos para a ferramenta *EndNote Online* (<https://www.myendnoteweb.com/>).

Em seguida, os critérios de inclusão ou exclusão foram definidos de forma a selecionar estudos que abordem diretamente a conservação dos ambientes de restinga e manguezal do Nordeste brasileiro: (1) estudos realizados nos ambientes de restingas e manguezais do Nordeste do Brasil, (2) em qualquer idioma, e (3) artigos publicados entre 2013 e 2022. A triagem dos artigos foi realizada em duas etapas: i) uma análise dos títulos, resumos e palavras-chave para identificar os artigos potencialmente relevantes; ii) leitura dos artigos selecionados para avaliar sua pertinência e qualidade metodológica, utilizando os

critérios pré-definidos. Por fim, a razão para todas as exclusões foi a não resposta dos artigos selecionados à pergunta da pesquisa.

3.2.3 Análise de dados

A análise de dados realizada neste estudo foi baseada em uma abordagem quantitativa. Os dados da evolução cronológica das publicações, instituições/autores mais relevantes, principais documentos citados globalmente e impactos ambientais foram tabulados e os gráficos foram gerados utilizando o *software* Excel (2010). As tendências e padrões de pesquisa foram observados através da análise dos títulos e palavras-chave dos artigos. Além disso, uma nuvem de palavras foi gerada para uma visualização qualitativa das palavras mais frequentes, utilizando o site *Wordclouds* (<https://www.wordclouds.com/>).

Para análise mais avançada, foram utilizados o pacote *bibliometrix* do *software* R versão 4.3.1 (2023), que permitiu a elaboração de mapas temáticos e o mapa mundial de colaboração entre os países envolvidos nas publicações. Esses métodos quantitativos foram essenciais para identificar padrões, tendências e principais redes de colaboração na pesquisa sobre os ecossistemas de restinga e manguezal no Nordeste brasileiro.

3.3 Resultados e discussão

3.3.1 Seleção de artigos para análise cienciométrica e revisão sistemática

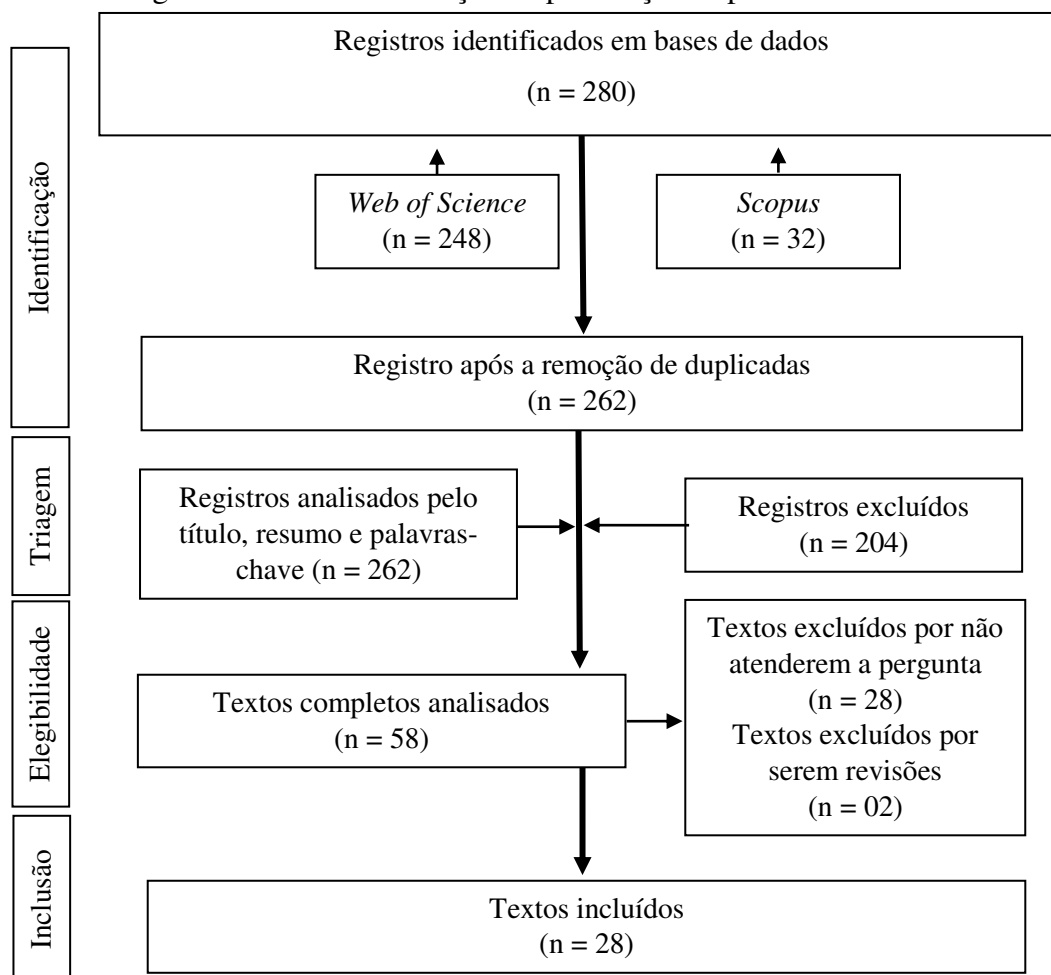
Inicialmente, foram identificados 280 estudos relevantes (*Web of Science* = 248; *Scopus* = 32), dos quais 18 foram excluídos por duplicidade. Após a triagem pelos títulos, resumos e palavras-chave, restaram 58 artigos, submetidos à leitura completa. Desse total, 28 estudos foram selecionados por atenderem aos critérios definidos e oferecerem contribuições relevantes para a abordagem cienciométrica e a revisão sistemática (Figura 2).

A aplicação combinada da análise cienciométrica e da revisão sistemática possibilitou uma avaliação aprofundada da produção científica sobre os ambientes de restinga e manguezal no Nordeste brasileiro. Os dados obtidos revelaram padrões temáticos, redes de colaboração, lacunas de conhecimento e principais ameaças aos ecossistemas, além de apontarem caminhos prioritários para futuras investigações e estratégias de conservação.

Também foi possível identificar a evolução das abordagens científicas ao longo da última década, com destaque para a recorrência de temas voltados à conservação, o fortalecimento de colaborações institucionais e o papel ativo das universidades na produção

científica. Essa perspectiva integrada reforça a necessidade de alinhar o avanço do conhecimento às demandas socioambientais do litoral nordestino.

Figura 2 - Fluxograma PRISMA de seleção de publicações e processo de inclusão.



Nascimento *et al.* (2024).

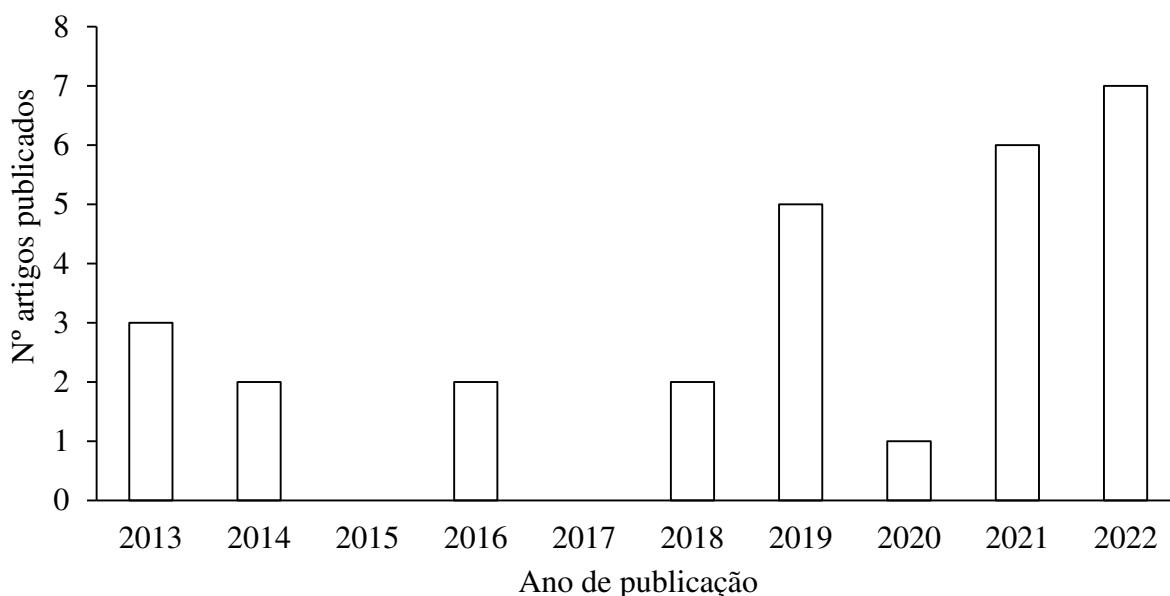
3.3.2 Evolução temporal da produção científica

A análise dos resultados revela uma variação na quantidade de artigos ao longo dos anos (Figura 3). Em 2013, foram identificados três artigos publicados sobre o tema dos ecossistemas de restinga e manguezal no Nordeste brasileiro. No ano seguinte, em 2014, houve uma diminuição no número de publicações, com apenas dois artigos encontrados. Nos anos subsequentes, em 2015 e 2017, não foram encontradas publicações relevantes na área. No entanto, em 2016 e 2018, observou-se um aumento, com a identificação de dois artigos em cada um desses anos.

É importante frisar que as oscilações na quantidade de publicações podem indicar flutuações nas prioridades de pesquisa ao longo do tempo ou refletir limitações na

disponibilidade de dados. A análise demonstrou claramente uma trajetória ascendente no interesse acadêmico em relação ao estado de conservação dos ambientes de restinga e manguezal desde 2018, culminando no expressivo número de publicações em 2022. Com exceção do ano de 2020, que houve uma única publicação. É possível que o baixo número de publicações sobre a temática no ano de 2020 possa estar relacionada a variados fatores, como, por exemplo, à pandemia da COVID-19.

Figura 3 - Número de artigos científicos publicados entre os anos de 2013 a 2022 sobre o estado de conservação dos ambientes de restinga e manguezal do nordeste brasileiro.



Nascimento *et al.* (2024).

A pandemia impactou diversas áreas da produção acadêmica, redirecionando o foco das publicações científicas e contribuindo para a redução do número de estudos voltados às questões ambientais no período de 2020 a 2022 (Santos Júnior e Souza, 2023). Algumas possíveis explicações incluem restrições de mobilidade, o fechamento de laboratórios e universidades durante os períodos mais intensos da pandemia no território brasileiro, além da interrupção de atividades de campo e das limitações impostas às dinâmicas de pesquisa colaborativa (Usman; Ho, 2021). No Brasil, a pandemia impactou os recursos financeiros disponíveis para pesquisa, com muitos projetos sendo adiados ou cancelados devido à redução de financiamento e incertezas econômicas.

A adaptação ao trabalho remoto, o acúmulo de responsabilidades pessoais e os impactos na saúde mental durante a pandemia também influenciaram negativamente a produtividade científica, limitando o tempo dedicado à redação e submissão de artigos (Forti, Solino e Szabo, 2020). Esses autores afirmam ainda que a redução da capacidade editorial, somada aos atrasos nos processos de revisão por pares, contribuiu para a menor disponibilidade de novas publicações, especialmente em áreas não diretamente relacionadas à COVID-19. Portanto, é plausível considerar que a pandemia influenciou diretamente a redução no número de publicações sobre a temática no ano de 2020, diante dos múltiplos desafios enfrentados por pesquisadores em escala global durante esse período.

Um fator que pode ter contribuído para o aumento do interesse acadêmico pelos ecossistemas de manguezais e restingas a partir de 2020 foi a revogação da Resolução CONAMA nº 303/2002, que estabelecia normas complementares para a proteção de áreas como restingas, dunas e faixas de vegetação associadas a manguezais. Embora essas formações continuem protegidas por dispositivos como o Código Florestal (Lei nº 12.651/2012) e o artigo 225 da Constituição Federal (BRASIL, 1988), a revogação da resolução representou um enfraquecimento da regulamentação ambiental vigente, gerando ampla repercussão na comunidade científica e na sociedade civil, com intensa cobertura na mídia nacional e internacional.

3.3.3 Mapa temático e termos relevantes abordados nos artigos

No âmbito da análise cienciométrica, o mapa temático gerado a partir dos títulos das publicações analisadas revelou a estrutura conceitual predominante nas pesquisas sobre os ecossistemas de restinga e manguezal (Figura 4), oferecendo um panorama das principais áreas temáticas associadas a esses ambientes.

A análise do mapa evidenciou a distribuição dos temas em quatro quadrantes, organizados conforme sua centralidade (grau de relevância) e densidade (grau de desenvolvimento). Os temas centrais ou motores (*Motor Themes*) — conservação, costa, restinga, distribuição, tropical, sedimentos e estuário — apresentam alta centralidade e densidade, configurando-se como os pilares conceituais da produção científica analisada. Esses temas refletem o foco predominante das pesquisas na proteção dos ecossistemas costeiros tropicais e na caracterização física e ecológica dessas formações naturais.

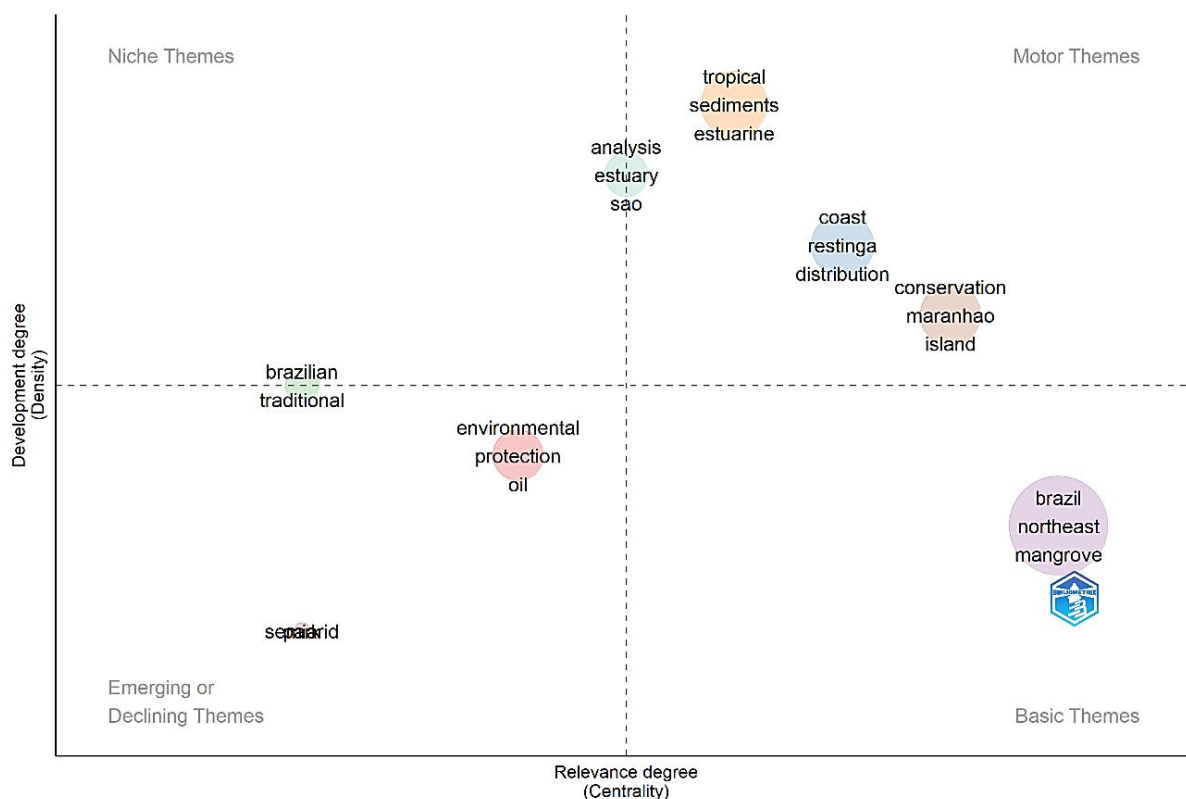
Entre os temas básicos (*Basic Themes*), destacam-se Brasil, Nordeste e manguezal, que apresentam alta centralidade, ainda que com menor densidade. Esses termos funcionam

como fundamentos estruturantes dos estudos, indicando o recorte geográfico e ecológico predominante nas investigações científicas sobre a temática.

Já os temas emergentes ou em declínio (*Emerging or Declining Themes*), como meio ambiente, proteção ambiental e petróleo, aparecem em posição periférica no gráfico, com baixa densidade e centralidade. A presença desses termos pode indicar abordagens recentes ainda em consolidação, ou então uma possível redução de interesse na literatura analisada. Ainda assim, sinalizam uma preocupação crescente com aspectos de sustentabilidade e impactos antrópicos nos ecossistemas costeiros.

Dessa forma, o mapa temático reforça a importância dos ecossistemas de restinga e manguezal no contexto da produção científica nacional, evidenciando os principais focos conceituais, as lacunas temáticas e as tendências emergentes que orientam a agenda de pesquisa na região Nordeste do Brasil.

Figura 4 - Mapa temático a partir dos títulos dos artigos sobre o estado de conservação dos ambientes de restinga e manguezal do Nordeste brasileiro entre 2013 e 2022.



Nascimento *et al.* (2024).

saberes populares e os aspectos socioculturais vinculados à conservação ambiental. Tal lacuna representa uma oportunidade para o desenvolvimento de pesquisas interdisciplinares mais sensíveis às dinâmicas sociais dos territórios costeiros.

Os principais termos identificados serão retomados e analisados em maior profundidade nos subtópicos seguintes, que tratam dos impactos e das estratégias de conservação dos ecossistemas de restinga e manguezal no Nordeste brasileiro.

3.3.4 Mapa mundial de colaboração entre países

Os resultados da abordagem cienciométrica revelaram padrões pontuais, mas relevantes, de colaboração internacional entre países nos estudos sobre os ecossistemas de restinga e manguezal do Nordeste brasileiro, conforme ilustrado na Figura 6.

Figura 6 - Mapa mundial de colaboração entre os países entre 2013 e 2022 dos estudos sobre o estado de conservação dos ambientes de restinga e manguezal do Nordeste brasileiro.



Nascimento *et al.* (2024).

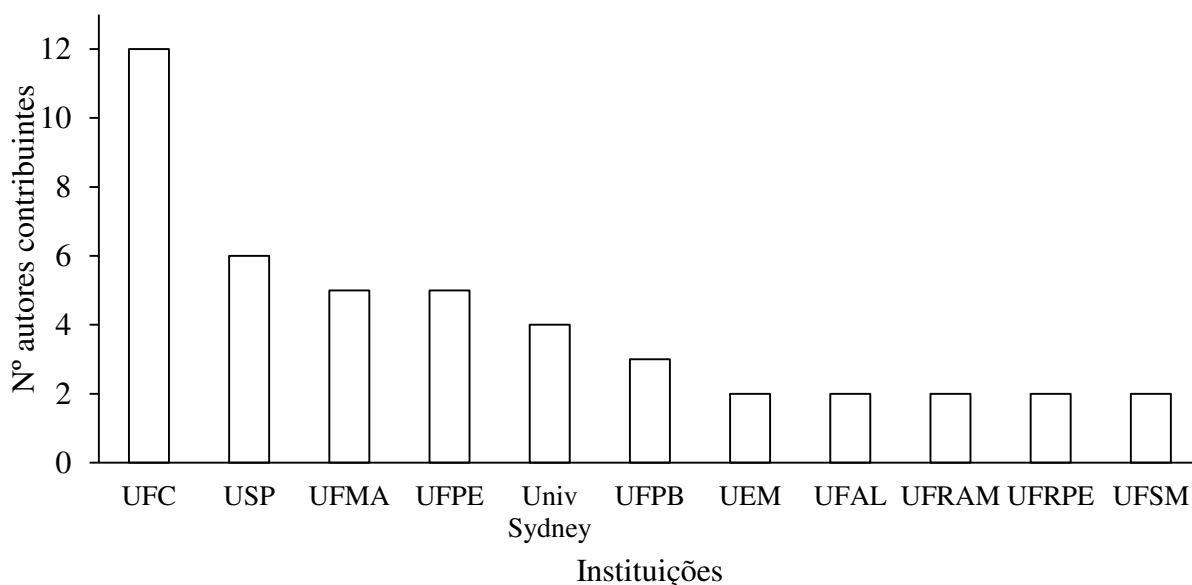
O Brasil concentrou a maior parte das publicações, estabelecendo colaborações acadêmicas com a Austrália (Passos *et al.*, 2021) e com países europeus como Bélgica (Santos *et al.*, 2014), França (Pelage *et al.*, 2019), Espanha (Jimenez *et al.*, 2021) e Itália (Soares; Barros; Guerra, 2022). A colaboração com a Austrália se destacou por envolver dois estudos, sinalizando o interesse mútuo na pesquisa de ecossistemas costeiros tropicais. As parcerias com os países europeus, cada uma representada por um artigo, demonstram a diversidade de conexões científicas estabelecidas ao longo da última década.

Embora o número de colaborações ainda seja limitado, o padrão observado reforça a importância das parcerias internacionais para o intercâmbio de conhecimentos, experiências e metodologias aplicadas à conservação costeira. Essas conexões ampliam o alcance das investigações e fortalecem as estratégias conjuntas voltadas à proteção dos ecossistemas de restinga e manguezal.

3.3.5 Afiliações mais relevantes

A análise das contribuições institucionais à literatura referente ao estado de conservação dos ecossistemas de restinga e manguezal do Nordeste brasileiro encontra-se representada na Figura 7. Com destaque para a Universidade Federal do Ceará (UFC), com um total de 12 autores (Meireles *et al.*, 2013; Miola; Moraes; Pinheiro, 2016; Duaví *et al.*, 2021; Ferreira *et al.*, 2022; Moura; Lacerda, 2022; Soares; Barros; Gerra, 2022).

Figura 7 - Instituições com mais autores contribuintes em artigos sobre a conservação dos ambientes de restinga e manguezal do Nordeste brasileiro entre 2013 e 2022.



Nascimento *et al.* (2024).

A predominância da UFC nesse panorama pode ser atribuída, em parte, à sua localização geográfica no Nordeste, o que lhe confere acesso direto a uma diversidade de ecossistemas costeiros e estuarinos. No entanto, esse protagonismo também está relacionado à existência de cursos de graduação (<https://prograd.ufc.br/pt/cursos-de-graduacao/>) e programas de pós-graduação (<https://prppg.ufc.br/pt/pos-graduacao/>) consolidados na área ambiental, como Geografia, Ciências Ambientais, Engenharia Ambiental e Ciências

Biológicas, além dos Programas de Pós-Graduação em Geografia, em Desenvolvimento e Meio Ambiente, em Ecologia e Recursos Naturais e em Ciências Marinhas Tropicais. A relevância das atividades antrópicas no Ceará — como expansão urbana, turismo e empreendimentos costeiros — também estimula o desenvolvimento de pesquisas voltadas ao monitoramento e à conservação dos ecossistemas de restinga e manguezal.

Além disso, a UFC exerce um papel central na promoção de pesquisas, sendo reconhecida no Ranking da *Times Higher Education* (THE) como uma das melhores universidades do Brasil e a principal instituição das regiões Norte e Nordeste (UFC, 2023). A Universidade de São Paulo (USP) figura como a segunda instituição com maior número de autores, somando seis contribuintes (Santos *et al.*, 2014; Jimenez *et al.*, 2021; Nobre *et al.*, 2022; Teixeira *et al.*, 2022). Apesar de estar situada na região Sudeste, fora do recorte geográfico da pesquisa, a instituição paulista possui ampla tradição e excelência em estudos ambientais, o que justifica sua expressiva participação nas investigações voltadas aos ecossistemas de restinga e manguezal. De acordo com o mesmo ranking, a universidade é atualmente considerada a melhor do país.

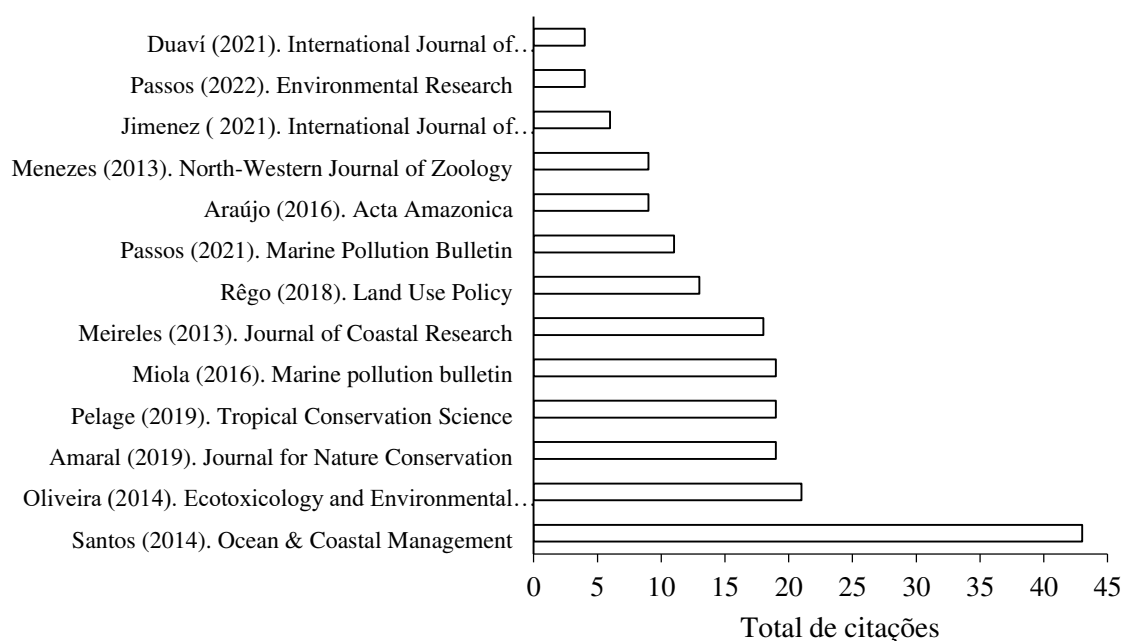
Também se destacam no *ranking* as instituições do Nordeste brasileiro, como a Universidade Federal do Maranhão (UFMA) (Araújo; Silva; Almeida Jr., 2016; Amaral *et al.*, 2019; Vieira-Serra; Almeida Jr., 2021) e a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) (Oliveira *et al.*, 2014; Magarotto; Costa, 2021; Passos *et al.*, 2021; Passos *et al.*, 2022), ambas com cinco autores. Esses dados demonstram o forte comprometimento regional com a pesquisa e a conservação dos ecossistemas costeiros. A proximidade geográfica dessas universidades com áreas de restinga e manguezal contribui para sua atuação estratégica na produção de conhecimento voltado aos desafios ecológicos e socioeconômicos característicos do litoral nordestino.

A concentração de contribuições por instituições localizadas na própria região reforça a premissa de que a pesquisa territorialmente enraizada é fundamental para compreender e promover a conservação eficaz dos ecossistemas de restinga e manguezal. Ao mesmo tempo, a colaboração interinstitucional, evidenciada pela participação da Universidade de Sydney com quatro autores contribuintes (Passos *et al.*, 2021; Passos *et al.*, 2022), destaca o caráter global das preocupações ambientais e a importância de esforços compartilhados para enfrentar os desafios da preservação costeira.

3.3.6 Principais documentos citados globalmente e principais metodologias utilizadas

A análise das 28 publicações revelou um total de 13 artigos mais citados e a relevante contribuição de diversos estudos para o entendimento dos ecossistemas de restinga e manguezal do Nordeste brasileiro (Figura 8). Para representação gráfica, foram considerados aqueles com três citações ou mais. Santos *et al.* (2014), com 43 citações, avaliaram e mapearam as atividades antrópicas nos manguezais do estuário do Rio São Francisco e forneceram uma série de diretrizes para um plano de manejo local. Oliveira *et al.* (2014), com 21 citações, analisaram a toxicidade de sedimentos de uma mancha de floresta de mangue em área urbana em Pernambuco. Amaral *et al.* (2019), com 19 citações, concentrou-se na estrutura da paisagem do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses e nas implicações para a conservação. A concentração de contribuições por instituições localizadas na própria região reforça a premissa de que a pesquisa situada territorialmente é fundamental para a compreensão e a conservação eficaz dos ecossistemas de restinga e manguezal.

Figura 8 - Principais documentos citados globalmente, entre os anos de 2013 e 2022, dos estudos sobre o estado de conservação dos ambientes de restinga e manguezal do Nordeste brasileiro.



Nascimento *et al.* (2024).

Pelage *et al.* (2019), também entre os mais citados, utilizaram imagens Landsat para identificar e mapear a cobertura de manguezais no estado de Pernambuco em diferentes períodos temporais, totalizando 19 citações. No mesmo patamar, Miola, Morais e Pinheiro (2016) avaliaram as concentrações de metais traços nos sedimentos dos manguezais do

estuário do Rio Coreaú, no Ceará. Meireles *et al.* (2013), com 18 citações, analisaram os impactos socioambientais provocados por usinas eólicas em comunidades tradicionais do litoral oeste cearense. Já Rêgo, Soares-Gomes e Silva (2018), com 13 citações, investigaram a perda de cobertura vegetal de restinga no Maranhão, em resposta à expansão urbana, por meio de técnicas de sensoriamento remoto. Por fim, Passos *et al.* (2021) analisaram um perfil de sedimento de manguezal próximo ao complexo portuário de Suape, em Pernambuco, avaliando os efeitos da rápida urbanização e industrialização na região, com 11 citações.

Araújo, Silva e Almeida Jr. (2016), com nove citações, investigaram a caracterização e o estado de conservação do estrato herbáceo das dunas da Praia de São Marcos, no estado do Maranhão. No mesmo número de citações, Menezes e Rocha (2013) identificaram fontes potenciais de perturbação do habitat e atribuíram valores específicos a cada uma delas, com o objetivo de estimar o grau de degradação em áreas de restinga nos municípios de Genipabu (RN) e Florianópolis (SC). Jimenez *et al.* (2021), citados seis vezes, analisaram a dinâmica da matéria orgânica em solos de mangue durante processos de restauração, como estratégia para melhorar a qualidade do solo em manguezais do Nordeste brasileiro. Passos *et al.* (2022), com quatro citações, avaliaram a retenção temporal de mercúrio e nutrientes em sedimentos de manguezal em um estuário fortemente impactado na cidade do Recife (PE). Por fim, Duaví *et al.* (2021), também com quatro citações, discutiram os efeitos do uso de agrotóxicos em manguezais urbanizados, bem como as alterações nas propriedades físico-químicas dos sedimentos e das águas do Rio Ceará, na costa tropical nordestina.

Os demais artigos receberam menos de duas citações ($n < 2$), mas ainda assim contribuem com registros relevantes para a compreensão dos ecossistemas costeiros do Nordeste brasileiro. Alves, Sassi e Santana (2013) analisaram a estrutura da floresta de mangue na Lagoa do Bucatu, localizada no litoral sul da Paraíba, enfocando aspectos de sua composição e os impactos antrópicos associados. Ferreira *et al.* (2019) exploraram geossítios em Alagoas, incluindo áreas de vegetação de restinga, e propuseram uma classificação baseada no valor científico e no grau de vulnerabilidade à degradação. Barberena, Sousa e Rocha Júnior (2019) conduziram expedições de campo para documentar o tipo de substrato e a composição vegetal em dunas, restingas e lagoas de Abaeté, em Salvador (BA).

Pillon *et al.* (2019) realizaram coletas de caranguejos em manguezais de Pernambuco, avaliando os impactos ambientais sobre os ambientes e sobre as populações desses crustáceos. Mariano *et al.* (2020) investigaram a composição da avifauna em fragmentos nativos e áreas reflorestadas de restinga com diferentes idades. Vieira-Serra e Almeida Jr. (2021) realizaram uma amostragem fitossociológica da vegetação lenhosa de

restinga no Maranhão, com foco na avaliação do estado de conservação. Por fim, Fabricante *et al.* (2021) organizaram expedições em áreas naturais do estado de Sergipe, incluindo formações de restinga, com o objetivo de coletar e classificar amostras vegetais quanto à sua origem (nativa ou exótica).

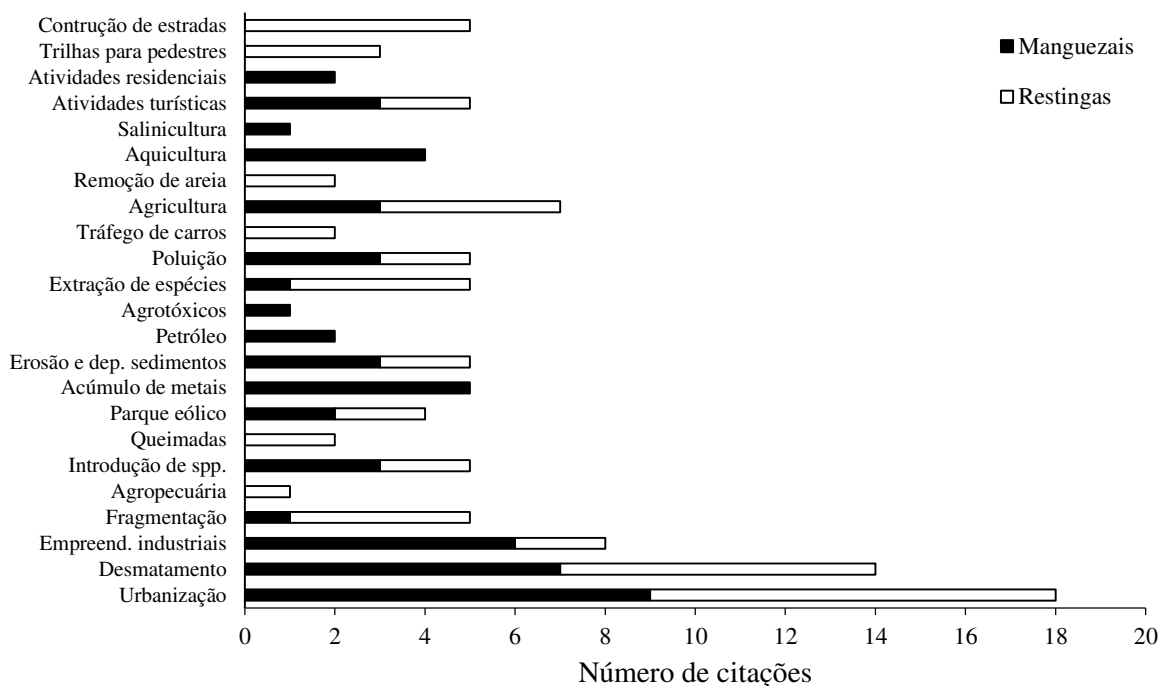
Magarotto e Costa (2021) analisaram a variação da densidade de expansão urbana em Recife ao longo de quase um século, destacando os conflitos espaciais com os manguezais remanescentes da região. Ferreira *et al.* (2022) relataram a aplicação de medidas de restauração hidrológica em um manguezal localizado em uma salina abandonada no Nordeste, por meio da escavação de canais para restabelecer o fluxo de água estuarina e favorecer o desenvolvimento de propágulos de mangue. Teixeira *et al.* (2022) utilizaram ferramentas de geoprocessamento para mapear as áreas atingidas pelo derramamento de petróleo de 2019, com foco especial nos impactos sobre os manguezais e recifes de coral. Complementando essa abordagem, Nobre *et al.* (2022) empregaram sensoriamento remoto, modelagem numérica oceânica e análises químicas da água do mar para identificar a possível origem do material oleoso encontrado na costa do Nordeste brasileiro.

Moura e Lacerda (2022) discutiram a emissão de mercúrio em estuários ao longo da costa semiárida do Ceará, destacando como as mudanças no uso da terra e as variações climáticas podem afetar a distribuição e a bioacessibilidade desse metal nos ecossistemas. Queiroz *et al.* (2022) investigaram a dinâmica populacional dos bivalves invasores *Mytilopsis sallei* (Récluz, 1849) e *Isognomon bicolor* (C. B. Adams, 1845) no estuário do rio Sanhauá e na praia de Jacarapé, ambos localizados no estado da Paraíba. Por fim, Soares, Barros e Guerra (2022) analisaram a flexibilização das políticas de proteção ambiental aplicadas às dunas, estuários e manguezais no Brasil, ressaltando os impactos dessa fragilização normativa sobre a estabilidade do litoral como um todo.

3.3.7 Impactos das atividades humanas

A análise dos 28 artigos selecionados permitiu identificar e sistematizar os principais impactos que afetam os ecossistemas de manguezal e restinga no Nordeste brasileiro. A Figura 9 apresenta esses impactos específicos, acompanhados da frequência com que foram mencionados em cada tipo de ecossistema ao longo das publicações analisadas.

Figura 9 - Impactos que afetam os ecossistemas de manguezal e restinga no Nordeste brasileiro abordados em 28 artigos entre o período de 2013 e 2022.



Nascimento *et al.* (2024).

Os principais impactos identificados nos manguezais incluem urbanização ($n = 9$), desmatamento ($n = 7$), instalação de empreendimentos industriais ($n = 6$), acúmulo de metais ($n = 5$) e aquicultura ($n = 4$), os quais resultam em perda de vegetação nativa, poluição e comprometimento das funções ecológicas desse ecossistema. Segundo Alves, Sassi e Santana (2013), a Lagoa do Bucatu apresenta problemas como deposição de sedimentos, variações no nível da água e desmatamento, que afetam diretamente o equilíbrio ambiental do manguezal local. Em Recife, uma análise histórica conduzida por Magarotto e Costa (2021) destacou os efeitos negativos da urbanização desordenada, incluindo perda de biodiversidade, degradação da qualidade da água e erosão costeira. Além dos danos ecológicos, os autores também enfatizam a importância econômica e cultural desses ambientes e apontam que a ausência de planejamento urbano, somada ao desrespeito às legislações ambientais, contribuiu para a contaminação, a redução da cobertura vegetal e o impacto sobre comunidades tradicionais.

A aquicultura intensiva, especialmente a carcinicultura, tem contribuído para a emissão de mercúrio nos estuários, afetando a biota aquática e gerando riscos à segurança alimentar das populações locais (Moura; Lacerda, 2022). Pelage *et al.* (2019), ao estudarem três estuários nos estados de Pernambuco e Alagoas, identificaram que a expansão portuária, a urbanização, a aquicultura e a agricultura são fatores que promovem a perda de habitat, fragmentação e degradação dos manguezais. A poluição resultante dessas atividades antrópicas compromete a qualidade da água e ameaça à integridade ecológica desses

ambientes. Em Suape (PE), Passos *et al.* (2021) observaram um aumento nas taxas de acumulação de carbono orgânico total e nitrogênio total em manguezais situados próximos a um grande complexo portuário, especialmente a partir da década de 1980. Esse acúmulo está relacionado ao rápido desenvolvimento urbano e industrial da região, e pode favorecer processos de eutrofização, alterar a dinâmica sedimentar e impactar negativamente a biodiversidade marinha local.

Duaví *et al.* (2021) indicaram que os pesticidas urbanos exercem forte pressão sobre os manguezais, destacando a ocorrência de altas concentrações dessas substâncias na água e nos sedimentos de um manguezal altamente urbanizado em Fortaleza (CE). A avaliação de risco ecológico revelou que alguns desses compostos apresentam elevada toxicidade para organismos aquáticos. No estuário do rio Coreaú, também no Ceará, Miola, Morais e Pinheiro (2016) identificaram a presença de metais traços nos sedimentos, oriundos de atividades humanas como resíduos industriais e carcinicultura, com impactos diretos sobre a fauna local e potenciais efeitos negativos em habitats marinhos adjacentes. De forma complementar, Passos *et al.* (2022) verificaram que, no sistema estuarino de Itapessoca (PE), a taxa de acúmulo de metais nos sedimentos aumentou 13 vezes desde a década de 1960, ressaltando a função dos manguezais tropicais como áreas de retenção de poluentes provenientes do crescimento urbano e industrial em seu entorno.

Em Recife (PE), Oliveira *et al.* (2014) identificaram concentrações elevadas de zinco e cromo nos sedimentos de manguezal, com efeitos tóxicos sobre a reprodução de organismos bentônicos, indicando o risco que esses metais representam à fauna marinha. Nobre *et al.* (2022), ao analisarem o derramamento de petróleo ocorrido em 2019 no litoral do Nordeste brasileiro, destacaram os múltiplos impactos ecológicos do evento, incluindo prejuízos à biodiversidade e à funcionalidade dos ecossistemas costeiros. Esses achados são corroborados por Teixeira *et al.* (2022), que alertam para os efeitos adversos do derramamento sobre a produtividade e a integridade ecológica dos manguezais afetados.

A implantação de viveiros de camarões e salinas tem provocado a degradação de manguezais em escala global. No semiárido brasileiro, onde apenas algumas formações de mangue conseguem persistir frente às condições ambientais adversas — como a salinidade elevada dos apicuns e a escassez de água doce —, esses ecossistemas tornam-se ainda mais vulneráveis à ação antrópica (Ferreira *et al.*, 2022). No estuário do rio São Francisco, Santos *et al.* (2014) identificaram a presença de carcinicultura e agricultura como as principais atividades humanas nas áreas de manguezal, sendo a criação de camarões a que ocupa maior extensão, inclusive dentro das florestas de mangue mais desenvolvidas. Em outro contexto, ao

avaliar os impactos da instalação de parques eólicos na planície costeira do Ceará, Meireles *et al.* (2013) destacaram uma série de efeitos negativos, incluindo conflitos com comunidades tradicionais, riscos à saúde pública, degradação de sítios arqueológicos, apropriação indevida de terras públicas, além da contaminação da água e do solo. O estudo também chama atenção para a flexibilização dos critérios de licenciamento ambiental, que contribuiu para a intensificação desses impactos.

Em Sergipe, Fabricante *et al.* (2021) registraram 36 espécies vegetais com potencial invasor em áreas de restinga e 22 em manguezais, indicando um impacto ainda subestimado nos estudos da região, mas com potencial para comprometer a dinâmica ecológica e a regeneração da vegetação nativa nesses ambientes. A introdução de espécies exóticas pode interferir nos ciclos de nutrientes, reduzir a biodiversidade e afetar os serviços ecossistêmicos, em função da competição com espécies nativas e da alteração das condições ecológicas locais. No delta do Parnaíba, Meireles *et al.* (2018) alertam que o uso crescente de plantas exóticas com finalidades medicinais e alimentares pode favorecer a disseminação dessas espécies em ambientes costeiros. Além disso, os autores destacam que atividades humanas como expansão urbana, turismo, agricultura e industrialização, quando realizadas sem planejamento, intensificam os processos de degradação desses ecossistemas.

Pillon *et al.* (2019) identificam como principais ameaças à biodiversidade dos manguezais o crescimento urbano nas áreas adjacentes, a derrubada de árvores, a sobrepesca, as plantações agrícolas e as mudanças climáticas. Ferreira *et al.* (2019), ao analisarem ecossistemas de restinga e manguezal no estado de Alagoas, destacam sua vulnerabilidade às alterações antrópicas, como erosão, degradação ambiental e urbanização. Os autores ressaltam que os geossítios vegetados são particularmente sensíveis à intervenção humana e que a expansão urbana desordenada ao longo do litoral alagoano tem intensificado esses processos de degradação. No mesmo contexto, Soares, Barros e Guerra (2022) alertam que a revogação da Resolução CONAMA nº 303/2002 ampliou o risco de erosão costeira, perda de áreas de manguezal e desestabilização do litoral, especialmente pela ocupação de dunas móveis, comprometendo inclusive a segurança hídrica no Nordeste brasileiro.

Os principais impactos identificados nas áreas de restinga incluem urbanização (n = 9), desmatamento (n = 7) e construção de estradas (n = 5). Também foram recorrentes menções à fragmentação, extração de espécies e atividade agrícola (n = 4 cada), todos contribuindo para a degradação da vegetação nativa e a consequente ameaça à biodiversidade desse ecossistema costeiro. No Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, Amaral *et al.* (2019) relataram que ações humanas, como agricultura e tráfego em trilhas, resultaram na

conversão de áreas de restinga densa em vegetação secundária, impactando cerca de 42% da cobertura original. A presença de trilhas e estradas não pavimentadas compromete a conectividade entre fragmentos e o fluxo gênico entre populações de espécies florestais especializadas, agravando os efeitos da fragmentação, perda de habitat e isolamento populacional em ecossistemas de restinga.

A Praia de São Marcos, no Maranhão, ilustra os desafios enfrentados pela vegetação de restinga frente às pressões antrópicas. Urbanização, ocupação irregular com estabelecimentos comerciais, mineração e queimadas frequentes comprometem a integridade do ecossistema e intensificam a perda de cobertura vegetal (Araújo; Silva; Almeida Jr., 2016). Na Ilha do Maranhão, Rêgo, Soares-Gomes e Silva (2018) discutem os impactos do crescimento urbano desordenado, como a obstrução do fluxo de vento, o sombreamento das praias e sua degradação pelo uso excessivo. Além disso, a ausência de saneamento básico tem levado a descargas ilegais de esgoto, contribuindo para a contaminação das águas costeiras. A restinga da Ilha de São Luís também sofre com a extração de areia, a construção de residências de veraneio e a exploração de recursos naturais, como frutas e madeira. De acordo com Vieira-Serra e Almeida Jr. (2021), a falta de conscientização da população local sobre a importância ecológica da restinga, aliada à carência de políticas públicas específicas para sua proteção, representa um entrave adicional à sua conservação.

Na Área de Proteção Ambiental (APA) do Abaeté, em Salvador (BA), atividades como desmatamento, coleta ilegal e crescimento urbano ameaçam a vegetação local. Segundo Barberena, Sousa e Rocha Júnior (2019), alterações na vegetação das restingas e lagoas da região podem acarretar perda de habitat, modificações microclimáticas e risco de extinção para espécies endêmicas. No litoral norte da Paraíba, Mariano *et al.* (2020) identificaram a fragmentação da paisagem como um dos principais vetores de degradação nas áreas de restinga. De forma geral, esse ecossistema sofre perturbações causadas por processos como urbanização desordenada, turismo intensivo, agricultura e extração de areia. Essas ações comprometem a cobertura vegetal, favorecem a erosão do solo e interferem no ciclo hidrológico, contribuindo para a redução da biodiversidade e, em alguns casos, a extinção local de espécies dependentes dessas formações vegetacionais (Menezes; Rocha, 2013).

3.3.8 Estratégias para conservação

Conforme evidenciado no subtópico anterior, os ecossistemas costeiros de restinga e manguezal no Nordeste brasileiro enfrentam um processo crescente de degradação, impulsionado por diversos impactos antrópicos. Um exemplo claro é o manguezal da Lagoa

do Bucatu, onde a ausência de fiscalização e a inexistência de sanções efetivas aos infratores foram apontadas como fatores que facilitam a degradação ambiental (Alves; Sassi; Santana, 2013). Diante desse cenário, torna-se urgente a implementação de programas que garantam a integridade e a resiliência desses ambientes. Uma das estratégias mais relevantes é a criação e o fortalecimento de Unidades de Conservação.

No Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses (PNLM), Amaral *et al.* (2019) propuseram um conjunto de cinco diretrizes para conservação e restauração, formuladas com base na porcentagem de cobertura vegetal nativa em diferentes Unidades de Análise (UA). As estratégias variam desde a preservação integral para áreas com alta cobertura, passando por ações de manejo para áreas com cobertura moderada ou baixa, até intervenções de restauração para aquelas com cobertura muito reduzida ou ausente. Essas medidas visam orientar a proteção e a recuperação da biodiversidade, respeitando as especificidades ecológicas de cada área.

Segundo Pelage *et al.* (2019), diversas estratégias têm sido apontadas para a conservação dos manguezais, abrangendo desde abordagens tecnológicas até o reconhecimento de práticas tradicionais. Entre essas estratégias destacam-se: a identificação de áreas prioritárias para conservação; o monitoramento do uso e cobertura da terra por meio de sensoriamento remoto; a avaliação dos impactos da aquicultura utilizando a mesma tecnologia; e o estudo dos efeitos da salinização e da conectividade costeira. Os autores também sugerem o desenvolvimento de modelos de paisagem para compreender mudanças espaciais, a análise dos efeitos das mudanças climáticas e da fragmentação florestal, bem como a identificação de áreas de pesca e de práticas tradicionais que favorecem a conservação ambiental.

Araújo, Silva e Almeida Jr. (2016) ressaltam a urgência de implementar medidas ambientais que promovam a proteção dos remanescentes de vegetação litorânea, aliadas à definição de estratégias de uso sustentável pelos moradores locais, com o objetivo de preservar a biodiversidade em áreas ainda altamente vulneráveis à degradação. No mesmo sentido, Magarotto e Costa (2021) defendem a adoção de uma abordagem integrada de gestão costeira, que concilie as demandas por desenvolvimento urbano com os imperativos de conservação ambiental, reconhecendo a complexidade e a interdependência desses fatores no planejamento territorial.

Entre as estratégias adicionais destacadas por Barberena, Sousa e Rocha Júnior (2019) para a conservação da vegetação litorânea na APA do Abaeté, em Salvador (BA), estão ações de gestão territorial e controle ambiental, como a vigilância contínua, o

monitoramento urbano e o uso de trilhas que evitem a fragmentação da vegetação. No campo da educação e mobilização social, os autores propõem o fortalecimento da educação ambiental e a implementação de práticas de ecoturismo sob controle. Do ponto de vista da pesquisa e conservação ativa, são sugeridos: apoio institucional a pesquisadores, realização de inventários de biodiversidade, formação de redes colaborativas de informação sobre a vegetação local, além de técnicas de manejo como polinização artificial, reprodução assexuada e transplante de espécies dentro da área protegida.

Com base em seus achados, Meireles *et al.* (2018) defendem a valorização e o registro do conhecimento botânico tradicional das comunidades costeiras, destacando sua eficácia na conservação da biodiversidade, sobretudo em ambientes ecologicamente frágeis. Os autores ressaltam a importância de estudos etnobotânicos como instrumentos de reconhecimento e integração de saberes locais nas estratégias de manejo e proteção ambiental. Também enfatizam a criação de Unidades de Conservação (UCs) como forma de promover o uso sustentável dos recursos naturais e garantir o reconhecimento dos territórios ocupados por populações tradicionais. No entanto, Rêgo, Soares-Gomes e Silva (2018) alertam que a simples criação de Áreas de Proteção Ambiental (APAs) nem sempre se traduz em preservação efetiva da cobertura vegetal, especialmente diante da forte pressão exercida pelo mercado imobiliário em regiões litorâneas.

A manutenção da Resolução CONAMA nº 303/2002 é considerada determinante para a proteção das dunas móveis, que atuam como reservatórios naturais de água doce e contribuem para a mitigação dos impactos das mudanças climáticas. Esses sistemas desempenham funções ecológicas estratégicas, assegurando a oferta de serviços ecossistêmicos fundamentais à sociedade, como a regulação hídrica, a proteção costeira e a conservação da biodiversidade (Soares; Barros; Guerra, 2022).

Os resultados apresentados por Duaví *et al.* (2021) indicam que os pesticidas urbanos representam uma ameaça relevante à integridade ambiental de áreas costeiras, exigindo a implementação de medidas de controle e monitoramento para mitigar seus efeitos sobre os manguezais. Moura e Lacerda (2022) reforçam a urgência de práticas de gestão aprimoradas com foco na redução da contaminação por mercúrio em ambientes estuarinos. No estuário do rio São Francisco, Santos *et al.* (2014) recomendam a adoção de práticas sustentáveis de aquicultura, o cumprimento rigoroso das normas de licenciamento para a criação de camarões e o incentivo à formação de cooperativas comunitárias voltadas a modelos de produção mais responsáveis. Por sua vez, Nobre *et al.* (2022), ao analisarem o derramamento de petróleo ocorrido no Nordeste em 2019, ressaltam a importância de estratégias de planejamento e

resposta rápida frente a eventos de contaminação aguda, dada a gravidade dos impactos observados sobre os ecossistemas costeiros.

No contexto das estratégias de conservação de manguezais no Nordeste brasileiro, a análise da matéria orgânica do solo em diferentes estágios de desenvolvimento revelou que o replantio de mudas de mangue pode promover melhorias na qualidade do solo e favorecer a biodiversidade local. Esse resultado, apresentado por Jimenez *et al.* (2021), reforça a importância da restauração ativa como ferramenta de manejo ecológico. Além disso, Ferreira *et al.* (2022) destacam que os apicuns — áreas arenosas e frequentemente hipersalinas contíguas aos manguezais — possuem potencial para serem colonizados por espécies de mangue caso ocorra aumento da cobertura de marés, especialmente em função da elevação do nível do mar. Por esse motivo, esses ambientes devem ser considerados em estratégias de conservação e adaptação climática. No entanto, é importante reconhecer que a maioria dos estados do Nordeste, incluindo o Rio Grande do Norte, ainda não realizou levantamentos sistemáticos sobre a extensão e as características ecológicas dos apicuns, o que limita a aplicação prática dessas recomendações. Complementarmente, Mariano *et al.* (2020) propõem o reflorestamento e o enriquecimento de áreas restauradas como estratégias para conservar espécies dependentes de ambientes florestais, ressaltando que apenas o plantio inicial pode não ser suficiente para garantir a funcionalidade ecológica a longo prazo, sendo necessário o aporte contínuo de recursos e manejo adaptativo.

3.3.9 Lacunas de conhecimento e direções futuras de pesquisa

Os padrões de citação evidenciados neste estudo revelam uma rede de colaboração e interconexão entre pesquisas realizadas no Nordeste brasileiro, demonstrando como diferentes abordagens científicas contribuem para a compreensão integrada dos ecossistemas costeiros e suas interações com os fatores antrópicos. A diversidade de enfoques, que abrange áreas como ecologia, gestão e conservação, reflete a complexidade desses sistemas e destaca a importância contínua da produção científica como suporte à tomada de decisões e à formulação de estratégias voltadas à preservação e manejo ambiental. Esses achados reforçam a necessidade de implementar ações direcionadas à proteção da biodiversidade e ao funcionamento ecológico dos ambientes de restinga e manguezal no Nordeste brasileiro, por meio da integração entre pesquisa científica, políticas públicas e gestão territorial.

Com base nas lacunas observadas, este estudo sugere os seguintes focos prioritários para futuras pesquisas:

1. Caracterização da biodiversidade e das interações ecológicas – Realizar inventários ecológicos integrados e estudos sobre interações entre espécies, com o objetivo de identificar organismos mais suscetíveis a impactos ambientais e compreender as redes ecológicas locais;
2. Sistemas de monitoramento contínuo – Desenvolver protocolos padronizados de acompanhamento da degradação e recuperação ecológica, com indicadores biológicos e físico-químicos que permitam avaliar a efetividade de intervenções conservacionistas;
3. Impactos das mudanças climáticas – Investigar os efeitos da elevação do nível do mar, do aumento da temperatura e das alterações hidrossedimentológicas sobre os processos ecológicos e a resiliência dos ecossistemas;
4. Contaminação por agentes químicos – Avaliar os efeitos ecotoxicológicos de metais pesados e agrotóxicos em diferentes níveis tróficos, considerando bioacumulação, impactos populacionais e alterações nos ciclos biogeoquímicos;
5. Modelos de restauração ecológica – Desenvolver e testar metodologias de restauração com base em espécies nativas, regimes hidrológicos e padrões locais de sucessão ecológica, incorporando o saber tradicional e a participação comunitária;
6. Análise da efetividade de políticas ambientais – Examinar como instrumentos legais e regulamentações influenciam na proteção e uso sustentável desses ecossistemas, identificando barreiras institucionais e oportunidades de aprimoramento;
7. Urbanização e impactos territoriais – Estudar os efeitos do crescimento urbano desordenado e da especulação imobiliária nas áreas litorâneas, propondo diretrizes de ordenamento territorial com base em critérios socioambientais;
8. Conectividade funcional entre ecossistemas – Investigar os fluxos ecológicos e as interdependências entre manguezais, restingas e demais ecossistemas costeiros, visando estratégias integradas de conservação em escala de paisagem;
9. Educação e percepção ambiental – Avaliar a eficácia de programas de sensibilização ambiental na transformação de atitudes e comportamentos da população em relação à conservação costeira;
10. Regionalização das estratégias de manejo – Elaborar diretrizes específicas para diferentes setores da planície costeira nordestina, considerando as particularidades biofísicas, socioeconômicas e culturais de cada trecho do litoral.

A adoção dessas abordagens pode contribuir diretamente para suprir lacunas de conhecimento ainda existentes e oferecer bases técnicas mais consistentes para orientar ações de conservação e gestão. Embora importantes avanços tenham sido registrados na produção científica sobre os ecossistemas de restinga e manguezal, persistem desafios relacionados à

restauração ecológica, à integração entre biodiversidade e funcionalidade, à compreensão da dinâmica comunitária e aos impactos do desenvolvimento urbano. O aprofundamento desses temas é fundamental para sustentar decisões políticas e práticas de manejo mais eficazes, visando à preservação de ecossistemas costeiros frágeis, mas vitais para a sustentabilidade da região Nordeste do Brasil.

3.4 Conclusão

A conservação dos ecossistemas costeiros do Nordeste brasileiro, em especial os ambientes de restinga e manguezal, revela-se uma prioridade ambiental estratégica, fundamentada nas evidências sistematizadas ao longo desta tese. Os dados demonstram que esses ecossistemas, além de fornecerem serviços ecossistêmicos essenciais, estão sob crescente pressão antrópica, o que exige respostas urgentes, coordenadas e fundamentadas em ciência.

A análise cienciométrica evidenciou a evolução da produção científica sobre o tema ao longo da última década, com destaque para o protagonismo das instituições do Nordeste e o fortalecimento de redes colaborativas. Embora a pandemia da COVID-19 tenha impactado negativamente a dinâmica de publicações, também suscitou novas demandas e reflexões sobre a importância da resiliência nas práticas de pesquisa ambiental.

O mapeamento temático dos estudos revelou o predomínio de abordagens voltadas à conservação, com destaque para os manguezais, e a centralidade geográfica da região Nordeste nas publicações analisadas. As colaborações internacionais e o envolvimento de universidades de destaque reforçam o caráter global das preocupações ambientais e a relevância de alianças transnacionais no enfrentamento dos desafios ecológicos.

Os impactos ambientais recorrentes, como urbanização desordenada, contaminação por metais e agrotóxicos, fragmentação e perda de habitat, evidenciam a necessidade de estratégias integradas de conservação. Entre as ações prioritárias, destacam-se a criação e o fortalecimento de Unidades de Conservação, a implementação de práticas produtivas sustentáveis, o apoio a iniciativas comunitárias, o reconhecimento de saberes tradicionais e o planejamento territorial baseado em critérios socioambientais.

Apesar dos avanços registrados na produção científica, ainda persistem lacunas relevantes no conhecimento. A ausência de dados integrados sobre biodiversidade, a carência de programas de monitoramento contínuo e a subexploração do papel das populações tradicionais nas estratégias de manejo representam desafios relevantes. Além disso, a eficácia

das políticas públicas de conservação e os impactos do desenvolvimento urbano desordenado demandam investigação aprofundada.

Diante desse cenário, garantir a sustentabilidade dos ecossistemas costeiros no Nordeste brasileiro requer uma abordagem holística e intersetorial, que articule ciência, gestão pública, participação social e cooperação internacional. O fortalecimento de políticas ambientais baseadas em evidências e a promoção de práticas de conservação adaptativas são caminhos indispensáveis para assegurar a resiliência ecológica e o bem-estar das populações que dependem desses ambientes.

4 ETNOBOTÂNICA SOBRE AMBIENTES DE RESTINGA E MANGUEZAL EM GALINHOS, RIO GRANDE DO NORTE

RESUMO

Restingas e manguezais são ecossistemas costeiros de alta relevância ecológica, social e cultural, especialmente para comunidades tradicionais que deles extraem recursos e saberes. Contudo, esses ambientes vêm sendo degradados por fatores como urbanização desordenada, turismo predatório, poluição e avanço de espécies exóticas invasoras. Esta pesquisa teve como objetivo investigar o conhecimento tradicional de pescadores artesanais sobre a flora da restinga e do manguezal em Galinhos, litoral norte do Rio Grande do Norte. Foram realizadas entrevistas semiestruturadas com 23 pescadores, selecionados por amostragem do tipo bola de neve, além de trilhas para o registro botânico das espécies citadas. Os dados foram analisados com abordagens qualitativa e quantitativa, utilizando curvas de acumulação de espécies e categorização botânica segundo origem (nativa, exótica, naturalizada ou invasora). Os resultados revelaram que, embora a maioria dos pescadores reconheçam corretamente as quatro espécies principais do manguezal, houve menor reconhecimento da flora de restinga: das 33 espécies identificadas em campo, apenas 16 foram citadas, sendo 13 invasoras. Os usos atribuídos às plantas incluíram fins alimentares, medicinais, construção de apetrechos de pesca, controle de pragas e alimentação. Os pescadores também destacaram a importância ecológica e simbólica desses ambientes, bem como os impactos causados por salinas, carcinicultura, turismo e descarte inadequado de resíduos sólidos. Conclui-se que o conhecimento tradicional constitui uma fonte estratégica para subsidiar ações de conservação ambiental. Sua valorização no planejamento de políticas públicas participativas pode fortalecer práticas sustentáveis e ampliar a capacidade de resistência das comunidades frente às transformações em seus territórios.

Palavras-chave: carcinicultura; conservação; empreendimento turístico; Salinas.

ETHNOBOTANY OF RESTINGA AND MANGROVE ENVIRONMENTS IN GALINHOS, RIO GRANDE DO NORTE

ABSTRACT

Restingas and mangroves are coastal ecosystems of high ecological, social, and cultural importance, especially for traditional communities that rely on them for resources and knowledge. However, these environments have been increasingly degraded by factors such as unregulated urbanization, predatory tourism, pollution, and the spread of invasive exotic species. This study aimed to investigate the traditional knowledge of artisanal fishers regarding the flora of the restinga and mangrove ecosystems in Galinhos, located on the northern coast of Rio Grande do Norte, Brazil. Semi-structured interviews were conducted with 23 fishers selected through snowball sampling, alongside botanical fieldwork to document the cited plant species. Data were analyzed using qualitative and quantitative approaches, including species accumulation curves and botanical classification by origin (native, exotic, naturalized, or invasive). The results showed that while fishers accurately recognized the four key mangrove species, knowledge of restinga flora was more limited: of the 33 species identified in the field, only 16 were cited, 13 of which were invasive. Reported uses of the plants included food, medicine, crafting of fishing gear, pest control, and food. Fishers also emphasized the ecological and symbolic significance of these environments, as well as the impacts caused by saltworks, shrimp farming, tourism, and improper solid waste disposal. The study concludes that traditional knowledge is a strategic resource for informing environmental conservation efforts. Its inclusion in participatory public policy planning can help reinforce sustainable practices and enhance the resilience of communities facing environmental and territorial change.

Keywords: conservation; tourist development; salt pans; Shrimp farming.

4.1 Introdução

A etnobotânica, enquanto campo interdisciplinar, dedica-se ao estudo das múltiplas relações entre os seres humanos e as plantas, considerando aspectos ecológicos, culturais, simbólicos e utilitários que se constroem historicamente nas comunidades tradicionais (Ferreira; Pasa; Nunez, 2020). Por meio dessa abordagem, é possível compreender como diferentes sociedades reconhecem, utilizam e conservam espécies vegetais com finalidades medicinais, alimentares e culturais, contribuindo para o registro e valorização dos saberes tradicionais ameaçados por processos de urbanização e perda ambiental (Martins; Ming, 2022). Essa interação milenar evidencia uma conexão histórica e cultural entre os seres humanos e a flora local, além de reforçar a importância de preservar esse conhecimento acumulado ao longo das gerações (Ferreira; Pasa; Nunez, 2020). Assim, desempenha um papel fundamental tanto na conservação da biodiversidade quanto na valorização da diversidade cultural.

No Brasil, os estudos etnobotânicos vêm contribuindo para reconhecer e valorizar os conhecimentos tradicionais das comunidades sobre o uso das plantas, além de apoiar ações de conservação ambiental e sustentabilidade (Cavalcante *et al.*, 2023). Tais pesquisas revelaram uma ampla diversidade de plantas com usos medicinais, alimentares e culturais, evidenciando a riqueza de saberes transmitidos entre gerações e sua relação com os biomas brasileiros (Sganzerla *et al.*, 2022). Ao destacar práticas sustentáveis e o papel do conhecimento tradicional no manejo de espécies vegetais, especialmente em comunidades da Região Norte, esses estudos reforçam a importância dos levantamentos etnobotânicos para estratégias de conservação e uso sustentável da sociobiodiversidade (Cavalcante; Scudeller, 2022).

No contexto do Nordeste brasileiro, especialmente no Rio Grande do Norte, estudos etnobotânicos têm ampliado a compreensão sobre a biodiversidade local e os saberes tradicionais associados ao uso de plantas. Pesquisas realizadas no estado identificaram, por exemplo, a flora melífera utilizada por apicultores locais (Câmara *et al.*, 2021), além de uma diversidade de espécies com usos medicinais, alimentares e culturais em comunidades como a de Laginhas, em Caicó, onde foram registradas 62 espécies de uso popular (Roque; Rocha; Loiola, 2010). A valorização dessas práticas tradicionais é crucial para a conservação da flora e para o desenvolvimento de estratégias de manejo em áreas naturais protegidas (Oliveira *et al.*, 2024). O manejo de plantas em quintais agroflorestais, observado em comunidades do Rio Grande do Norte, reforça como o conhecimento tradicional se conecta a identidade cultural e à conservação da biodiversidade (Freitas *et al.*, 2020).

Mesmo com os avanços observados nas últimas décadas, a etnobotânica no Brasil ainda enfrenta desafios relacionados à invisibilidade e à desvalorização dos saberes e fazeres tradicionais, o que limita a plena valorização desse conhecimento e sua integração em políticas públicas e estratégias de conservação da biodiversidade (Horokoski; Santos; Oliveira, 2021). Essa lacuna compromete a preservação do patrimônio cultural e da biodiversidade vinculados aos saberes tradicionais e às práticas ancestrais de uso dos recursos vegetais pelas comunidades locais (Silva; Santos; Andrade, 2023). Portanto, torna-se fundamental fomentar e apoiar a realização de estudos etnobotânicos no Brasil, especialmente no estado do Rio Grande do Norte, com vistas à conservação ambiental e ao fortalecimento das tradições e saberes das comunidades locais.

As comunidades tradicionais detêm conhecimentos sobre o uso de plantas medicinais, construídos com base na experiência direta com o ambiente e transmitidos oralmente entre gerações, contribuindo para práticas sustentáveis e para a conservação da biodiversidade (Xavier; Silva; Lima, 2021). No entanto, o êxodo rural observado nos últimos anos tem provocado o distanciamento das novas gerações em relação a esses saberes e práticas tradicionais, comprometendo a continuidade da transmissão desse conhecimento dentro das comunidades (Carvalho *et al.*, 2020a). Essa situação é agravada pela intensificação dos impactos antrópicos nos ecossistemas brasileiros, como no bioma Caatinga, onde a perda de biodiversidade tem se acentuado (Barbosa; Gomes Filho, 2022). Diante desse cenário, a continuidade das pesquisas etnobotânicas mostra-se indispensável, pois permite resgatar e sistematizar os saberes tradicionais transmitidos oralmente, contribuindo para sua valorização e para o enfrentamento da chamada “cegueira botânica” – a invisibilização da importância das plantas no cotidiano humano (Corrêa *et al.*, 2021).

Apesar dos avanços na etnobotânica, ainda há uma escassez de estudos voltados especificamente para os ecossistemas de restinga e manguezal no Nordeste brasileiro, em especial no Rio Grande do Norte. Essa lacuna limita o aprofundamento do conhecimento sobre o uso tradicional das plantas por comunidades litorâneas e dificulta a formulação de estratégias de conservação baseadas nesses saberes (Reis *et al.*, 2023). A ausência de pesquisas que valorizem e divulguem o conhecimento empírico pode comprometer a continuidade de práticas sustentáveis desenvolvidas historicamente, além de enfraquecer a identidade cultural local. Nesse cenário, o Nordeste configura-se como um território estratégico para o avanço de estudos etnobotânicos que integrem a conservação da biodiversidade à valorização sociocultural, especialmente em sistemas ambientais costeiros (Bezerra *et al.*, 2022).

A realização de estudos etnobotânicos no Rio Grande do Norte é especialmente relevante diante da diversidade florística e do saber tradicional presente nas comunidades locais. Essa região abrange distintos ecossistemas, como a Caatinga, a Mata Atlântica e os manguezais, que concentram uma variedade de espécies utilizadas com finalidades medicinais, alimentares e culturais (Souza; Silva; Diniz, 2023). Nesse contexto, esta pesquisa teve como objetivo central registrar e analisar o conhecimento tradicional de comunidades do estado sobre os ambientes de restinga e manguezal, com foco no município de Galinhos, uma península localizada no litoral norte do Rio Grande do Norte, considerando suas composições vegetais e os usos associados à flora nativa.

4.2 Material e métodos

4.2.1 Área de estudo

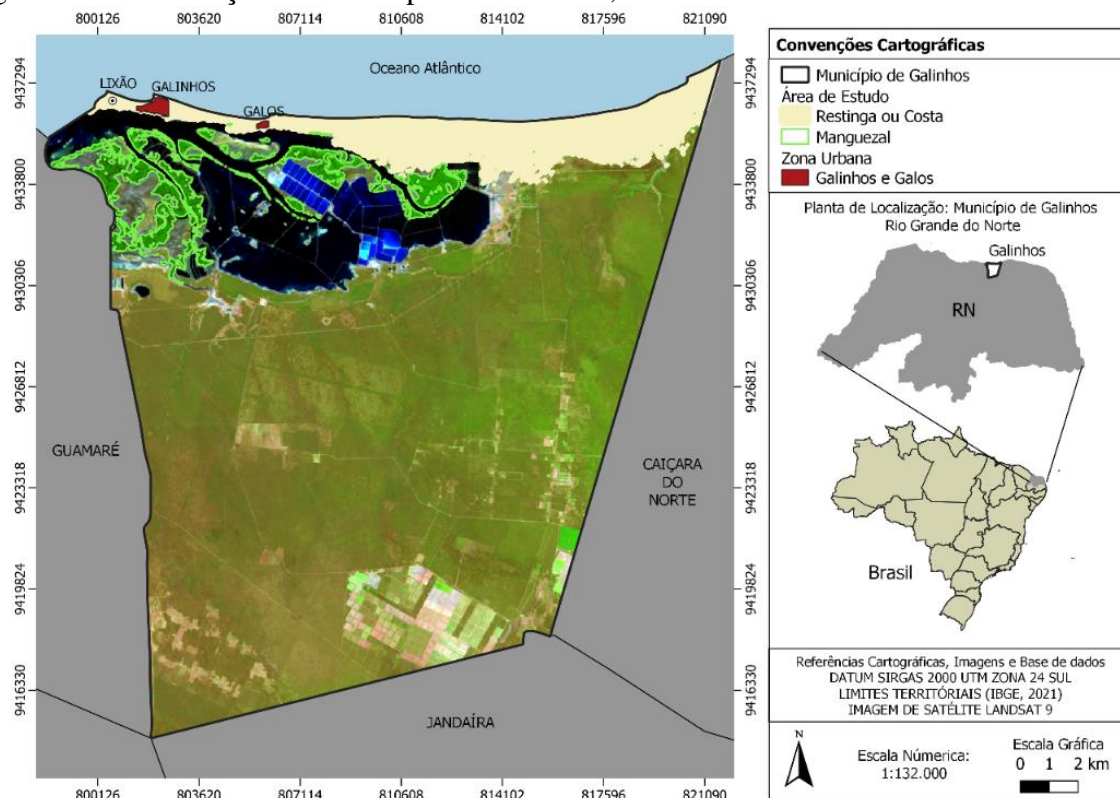
O município de Galinhos está localizado no litoral norte do estado do Rio Grande do Norte (Figura 10), inserido na Costa Semiárida Brasileira, a cerca de 175 km da capital, Natal. Possui uma área de 332 km² e cerca de 2.100 habitantes, com acessos dificultados por via terrestre e grande dependência da circulação fluvial e marítima (IBGE, 2022). A área é marcada por forte influência das marés, com paisagens dominadas por dunas, praias, manguezais, canais de maré, apicuns e restingas (Lima *et al.*, 2001).

Os ecossistemas predominantes são os manguezais e as restingas, que apresentam relevante função ecológica, paisagística e sociocultural. A vegetação de restinga ocorre sobre depósitos arenosos formados por processos sedimentares costeiros e tem sua gênese associada à presença de *beachrocks* - ou arenitos de praia - que atuam como barreiras naturais à energia das ondas, favorecendo a deposição de sedimentos (Diniz; Ferreira; Maria, 2015). A composição florística da restinga inclui espécies adaptadas à salinidade, à radiação solar intensa e à baixa fertilidade do solo, com destaque para famílias como Fabaceae, Rubiaceae e Myrtaceae (Medeiros *et al.*, 2014).

Os manguezais da região de Galinhos ocupam uma área de aproximadamente 18,1 km², sendo compostos principalmente pelas espécies arbóreas *Rhizophora mangle* L., *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechm. ex Moldenke e *Laguncularia racemosa* (L.) C.F.Gaertn., além de vegetação herbácea halófito que ocorre em zonas de apicum, áreas supramareais expostas à salinidade elevada e inundação ocasional (Costa *et al.*, 2022). Esses ambientes desempenham funções ecológicas importantes, como a retenção de sedimentos, o

controle da erosão costeira, a proteção contra eventos extremos e a manutenção da biodiversidade aquática e terrestre. Além disso, fornecem serviços ecossistêmicos de provisão, regulação e suporte, fundamentais para a estabilidade ambiental e a sustentabilidade dos modos de vida locais (Silva; Cestaro; Rabelo, 2020).

Figura 10 - Localização do município de Galinhos, Rio Grande do Norte.



Fonte: Autores (2023).

Além das funções ecológicas, os ecossistemas locais sustentam atividades produtivas e culturais tradicionais, como a pesca artesanal, a coleta de espécies vegetais, a extração de sal e a carcinicultura, configurando um sistema socioecológico onde saberes e práticas estão vinculadas ao uso direto dos recursos naturais (Marcelino; Pinheiro; Costa, 2018). Entretanto, tais práticas vêm sendo impactadas por mudanças no uso do solo, pressão do turismo e degradação ambiental, o que ameaça tanto a biodiversidade quanto a continuidade dos saberes tradicionais (Silva; Cestaro; Rabelo, 2020; Costa *et al.*, 2022).

A seleção do município de Galinhos como área de estudo baseou-se em critérios geográficos, ecológicos e socioculturais, considerando a presença dos ecossistemas de restinga e mangueza, a diversidade florística associada e a existência de comunidades tradicionais que mantêm práticas de uso direto da flora nativa. Essa configuração ambiental e

social oferece condições apropriadas para a aplicação de abordagens etnobotânica voltadas ao registro de saberes locais sobre o uso e manejo das espécies vegetais.

4.2.2 Seleção dos participantes e entrevistas semiestruturadas

Para esta pesquisa, os critérios de seleção dos entrevistados consideraram prioritariamente indivíduos com atuação direta na pesca artesanal e com vivência em ambientes de restinga e manguezal, especialmente no que se refere ao uso, manejo, coleta ou conhecimento tradicional da vegetação nativa desses ecossistemas. Não houve restrição quanto à faixa etária, pois optou-se por incluir tanto pescadores jovens quanto os mais experientes e idosos, a fim de captar diferentes níveis de etnoconhecimento. Essa escolha metodológica visa contemplar as distintas percepções geracionais sobre a flora local, conforme observado por Mendes e Castro (2020), que identificaram variações entre gerações na memória ecológica dos moradores ao tratar da diversidade vegetal em Uibaí (BA), evidenciando o papel dos mais velhos na transmissão intergeracional de saberes tradicionais sobre o uso de plantas.

As entrevistas semiestruturadas foram realizadas em julho de 2022, com foco em questões relacionadas aos ecossistemas de restinga e manguezal. A seleção dos participantes foi conduzida por meio de amostragem intencional do tipo bola de neve (*snowball*), que consiste na identificação de um grupo inicial de informantes-chave, os quais indicam novos participantes com perfil semelhante. Essa técnica favorece a expansão progressiva da rede de entrevistados, permitindo alcançar indivíduos com saberes específicos e aprofundar a diversidade de experiências e conhecimentos registrados no campo (Bockorni; Gomes, 2021).

As entrevistas foram iniciadas com a apresentação dos objetivos da pesquisa e a leitura e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), assegurando a participação voluntária e consciente. Foi garantido que os participantes poderiam desistir da entrevista a qualquer momento, sem necessidade de justificativa e sem sofrer qualquer prejuízo, em conformidade com os preceitos éticos estabelecidos pela Resolução nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde para pesquisas envolvendo seres humanos (BRASIL, 2016). Tal procedimento assegurou a autonomia dos participantes e a integridade do processo de coleta de dados, promovendo um ambiente de respeito e confiança mútua.

O primeiro informante foi indicado pelo secretário da colônia de pescadores do município, e os demais foram recrutados por meio do método bola de neve, com base nas indicações dos próprios participantes. Os dados coletados foram analisados utilizando

abordagens qualitativa e quantitativa. A análise qualitativa envolveu a interpretação dos discursos, através da técnica de análise de conteúdo proposta por Bardin (2011), associada à bibliografia e à caracterização sociocultural da comunidade. Já a análise quantitativa consistiu na tabulação e organização das informações obtidas. Após a coleta, os dados foram codificados e sistematizados, visando facilitar a compreensão das interações entre os entrevistados, a flora nativa e os ecossistemas de restinga e manguezal.

4.2.3 Registro da flora e identificação botânica

Após a realização das entrevistas, foram conduzidas trilhas acompanhadas por um guia local, com o objetivo de registrar e documentar as espécies vegetais presentes nos ecossistemas de restinga e manguezal de Galinhos. A identificação das espécies foi realizada por meio de observação direta em campo e posterior consulta a plataformas especializadas em flora brasileira, como: Reflora (<https://reflora.jbrj.gov.br>), Arquiflora (<https://arquiflora.rio/>) e Guia Plantas da Restinga (<http://143.107.246.248/peic/guiaplanta.php>). Para aumentar a confiabilidade dos registros e verificar a ocorrência local das espécies, os nomes científicos identificados foram comparados com aqueles listados na vegetação da Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) Estadual Ponta do Tubarão, situada a 24 km de Galinhos. A RDS apresenta vegetação semelhante e registros sistematizados no seu Plano de Manejo (IDEMA, 2018), o qual serviu como base complementar para validação da flora regional.

4.2.4 Classificação da origem das espécies

Para classificar as espécies vegetais registradas nos ecossistemas de restinga e manguezal de Galinhos, foram adotadas categorias baseadas na origem biogeográfica das plantas em território brasileiro. As categorias utilizadas incluíram: i) nativas; ii) exóticas; iii) introduzidas; e iv) naturalizadas. A definição dessas categorias foi construída com base nas informações disponíveis nos seguintes portais especializados em flora nacional: Guia Virtual de Plantas da Restinga, Reflora – Plantas do Brasil e Arquiflora. O Quadro 7, a seguir, apresenta os conceitos sistematizados para cada categoria de origem.

Quadro 7 - Classificação da vegetação brasileira de acordo com a sua origem.

Origem	Conceito
--------	----------

Nativas	Plantas que ocorrem naturalmente em uma região específica, sem intervenção humana direta. Adaptadas ao ambiente local, têm interações históricas com a fauna local e desempenham papéis essenciais na biodiversidade e saúde dos ecossistemas.
Exóticas	Plantas introduzidas em uma região diferente de sua origem, seja intencional ou acidentalmente. Não são nativas da região em que crescem e podem afetar negativamente a biodiversidade local.
Invasoras	Subconjunto das plantas exóticas que se estabelecem e se proliferam rapidamente em um novo ambiente, ameaçando a sobrevivência de espécies nativas e causando danos ecológicos significativos. Possuem vantagens competitivas e podem alterar a composição dos ecossistemas.
Naturalizadas	Plantas exóticas que se estabelecem e se reproduzem em um novo ambiente, mas não demonstram comportamento invasor. Coexistem com plantas nativas sem causar danos graves à biodiversidade local.

Fonte: Adaptado pelos autores de Guia Plantas da Restinga, Re flora – Plantas do Brasil e Arquiflora.

4.2.5 Análise dos dados

Inicialmente, os dados sociodemográficos dos participantes (idade, tempo de residência, estado civil, escolaridade, renda, profissão e fonte de renda) foram organizados e descritos com base em estatísticas descritivas simples, incluindo médias, desvios-padrão e frequências absolutas e relativas. A visualização gráfica desses dados foi realizada por meio de diagramas e gráficos de dispersão elaborados no software Microsoft Excel® versão 2010, com o objetivo de facilitar a interpretação das distribuições e variações internas da amostra.

As informações qualitativas oriundas das entrevistas semiestruturadas foram transcritas e analisadas por meio de análise de conteúdo (Bardin, 2011), a partir da identificação de padrões de respostas, categorias de uso e significados atribuídos aos ecossistemas de restinga e manguezal. Essa etapa permitiu evidenciar o conhecimento tradicional dos pescadores, suas práticas e percepções sobre a vegetação costeira, além de aspectos históricos e culturais relacionados à ocupação e degradação ambiental desses ecossistemas. As categorias analíticas emergentes foram trianguladas com a literatura científica e com os registros de campo, a fim de conferir maior robustez interpretativa às inferências geradas.

A fim de avaliar a suficiência amostral e a riqueza de espécies reconhecidas pelos pescadores, foi empregada a técnica de rarefação baseada em amostras, por meio da construção de curvas de acumulação de espécies. Essa análise permite estimar o ponto de

saturação das informações etnobotânicas, indicando a quantidade de entrevistados necessária para capturar a maior parte da diversidade de espécies citadas. As curvas foram geradas no programa estatístico PAST versão 4.13 (Hammer, 2023), com cálculo dos intervalos de confiança de 95%. A análise foi conduzida separadamente para os ecossistemas de restinga e manguezal, considerando os relatos dos entrevistados sobre as espécies vegetais identificadas em cada ambiente.

Adicionalmente, foi realizada uma verificação cruzada entre as espécies citadas pelos pescadores e aquelas efetivamente registradas em campo, com o intuito de avaliar o grau de correspondência entre o conhecimento tradicional e a composição florística observada. Essa verificação permitiu analisar a acurácia das informações locais, bem como identificar possíveis lacunas no reconhecimento de espécies, especialmente no caso de plantas não utilitárias ou associadas a áreas ocupadas por empreendimentos turísticos.

Essa abordagem integrada permitiu uma análise multivariada e contextualizada, que combina elementos do saber tradicional, dados empíricos ecológicos e registros botânicos, conferindo maior profundidade e consistência aos resultados. Além disso, possibilitou subsidiar propostas de conservação dos ecossistemas costeiros estudados e de valorização dos saberes tradicionais, fundamentais para a promoção de estratégias de gestão participativa e desenvolvimento sustentável em contextos de comunidades tradicionais.

4.3 Resultados e discussão

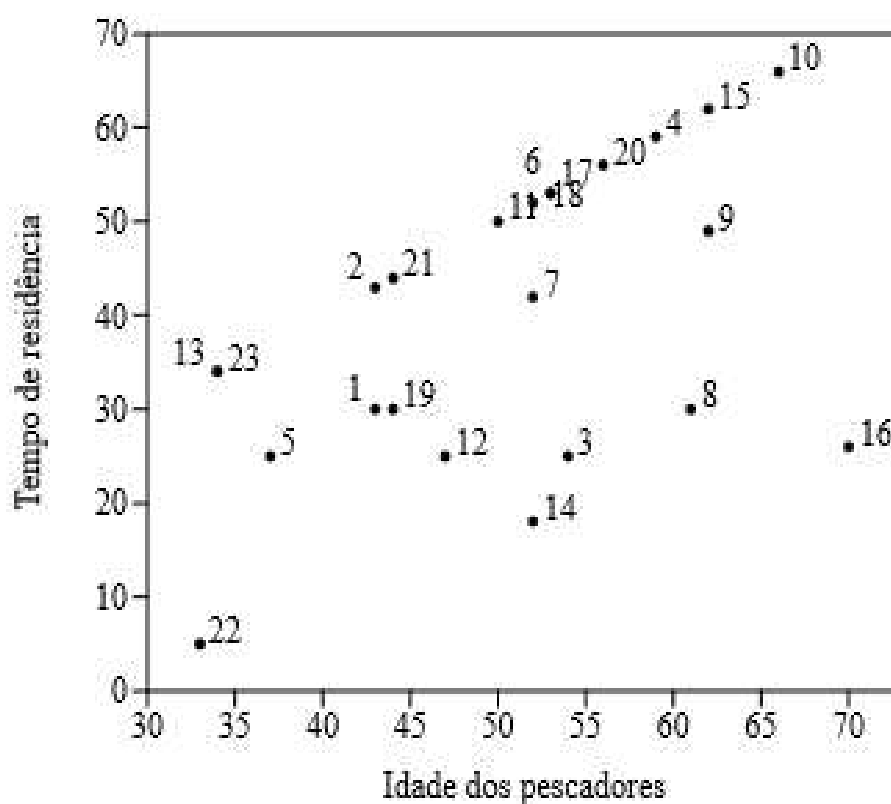
4.3.1 *Caracterização socioeconômica de pescadores artesanais de Galinhos, RN*

Foram entrevistados 23 pescadores artesanais atuantes no município de Galinhos, Rio Grande do Norte. Durante o processo de campo, alguns pescadores demonstraram relutância em participar das entrevistas, alegando falta de tempo ou desinteresse. Esse tipo de resistência é comum em pesquisas com comunidades tradicionais, como observado por Gandolfo e Hanazaki (2011), ao relatarem dificuldades semelhantes em seu estudo com moradores do distrito do Campeche, em Florianópolis (SC), sobre o conhecimento e uso de plantas de restinga. A postura inicial de recusa pode estar associada à sobrecarga cotidiana desses trabalhadores e à relação historicamente desigual entre pesquisadores e populações locais, o que reforça a necessidade de abordagens éticas, respeitosas e participativas.

A faixa etária dos pescadores artesanais variou entre 33 e 70 anos, com média de 50,48 anos (DP = 10,32), enquanto o tempo de residência no município oscilou entre 5 e 66

anos, apresentando média de 39,61 anos ($DP = 15,69$) (Figura 11). Esses dados revelam um perfil predominantemente adulto, com forte vínculo territorial e potencial acúmulo de conhecimentos ecológicos locais, característicos de populações tradicionais com longa permanência em um mesmo território pesqueiro. Em comparação, o estudo de Sales *et al.* (2022), realizado com 1.145 pescadores nos municípios de Bragança e Augusto Corrêa (PA), identificou uma média de idade inferior (39 anos), com amplitudes etárias mais amplas (18 a 77 anos), possivelmente influenciadas por diferentes critérios metodológicos de amostragem e por contextos regionais específicos da Amazônia costeira. A presença de uma população mais envelhecida em Galinhos pode sinalizar desafios relacionados à sucessão geracional na pesca artesanal, assim como reforça a importância de se considerar as particularidades socioespaciais e culturais em pesquisas com comunidades pesqueiras tradicionais, evitando generalizações que desconsiderem a diversidade interna desses grupos (Sales *et al.*, 2022).

Figura 11 - Idade de pescadores artesanais vs. O tempo de residência em galinhos, rio grande do norte. Os pontos no gráfico indicam os pescadores artesanais entrevistados, identificados com os números de 1 ao 23.



Fonte: Autores (2023).

A inclusão de entrevistados com diferentes faixas etárias e tempos de residência em Galinhos permitiu captar uma variedade rica de percepções e experiências sobre o uso de recursos vegetais associados aos ecossistemas de restinga e manguezal. Essa diversidade sociotemporal contribuiu para a construção de um panorama mais completo do conhecimento etnobotânico local, possibilitando a identificação de saberes tradicionais acumulados por pescadores mais antigos, assim como a incorporação de práticas recentes por parte dos mais jovens. Estudos como o de Oliveira *et al.* (2022), ao explorarem o uso de plantas medicinais em Mogi das Cruzes (SP), evidenciam que o conhecimento etnobotânico é moldado por fatores geracionais, reforçando a importância de contemplar distintos perfis etários nas pesquisas com comunidades tradicionais para garantir a representatividade dos saberes, suas continuidades e transformações culturais ao longo do tempo.

A maioria dos pescadores entrevistados em Galinhos ($n = 12$) é natural do próprio município, enquanto os demais ($n = 11$) são oriundos de outras localidades, sendo 10 provenientes de diferentes municípios potiguares — Tibau do Sul, Touros, São Miguel do Gostoso, Guamaré, Caiçara do Norte, São Bento do Norte, Baía Formosa, Jandaíra e Natal ($n = 2$) — além de um pescador oriundo do estado de São Paulo. Essa distribuição espacial dos entrevistados evidencia a mobilidade territorial e a capacidade de atração do município de Galinhos para o exercício da pesca artesanal. A predominância de pescadores nativos reforça os vínculos socioculturais e intergeracionais estabelecidos com o território, refletindo processos históricos de ocupação e uso tradicional dos ambientes costeiros. Segundo Capretz e Madalosso (2021), tais comunidades pesqueiras expressam uma forte identidade territorial, articulada à conservação dos modos de vida e ao manejo dos recursos naturais. Já a presença de migrantes contribui para a diversidade de experiências e saberes, enriquecendo o repertório técnico e ecológico local, o que pode favorecer processos colaborativos de gestão sustentável, respeitando tanto os conhecimentos ancestrais quanto os saberes adquiridos em outros contextos costeiros.

A presença de pescadores oriundos de diferentes municípios do RN, além de um pescador proveniente de São Paulo, revela a mobilidade interna desses trabalhadores em busca de melhores oportunidades e condições para a atividade pesqueira. Essa heterogeneidade de origens não apenas reforça a resiliência do ofício frente a desafios socioeconômicos e ambientais, mas também favorece o intercâmbio de experiências e saberes tradicionais entre diferentes comunidades. Assim como observado por Ilha *et al.* (2020) no contexto da pesca cooperativa na Barra do Rio Tramandaí (RS), essa diversidade territorial

pode ampliar o repertório técnico-cultural dos pescadores e contribuir para a conservação de práticas sustentáveis, articulando memória coletiva, inovação e fortalecimento identitário.

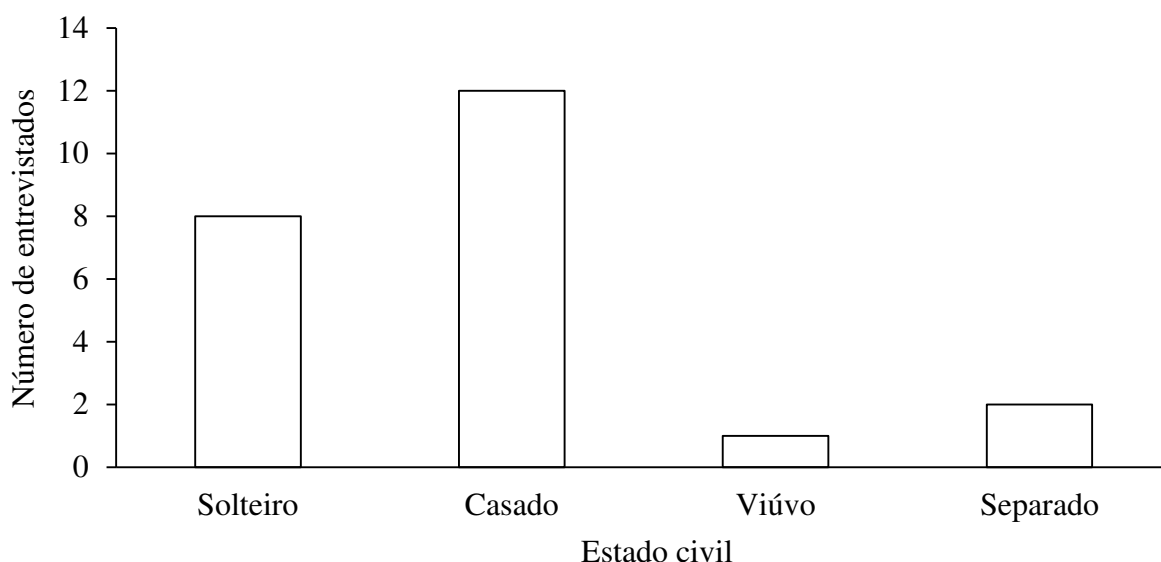
A identificação de um pescador oriundo do estado de São Paulo revela a presença de indivíduos que se deslocaram de outras regiões do país para atuar na pesca em Galinhos. Diferentemente dos demais entrevistados, cuja origem concentra-se majoritariamente em municípios potiguares ou próximos à região, esse pescador paulista representa um caso atípico que revela o alcance nacional da atratividade de Galinhos como território pesqueiro. Essa ocorrência pode estar relacionada a fatores diversos, como a busca por novas áreas de pesca, oportunidades de trabalho específicas ou motivações pessoais, incluindo processos migratórios mais amplos. A presença desse indivíduo evidencia não apenas a importância estratégica da pesca no município, mas também a capacidade do território em atrair e incorporar agentes de fora do contexto nordestino, promovendo o intercâmbio de saberes e práticas. Essa diversidade confirma o argumento de que as práticas pesqueiras no Brasil são altamente heterogêneas e moldadas por vínculos territoriais que conectam conhecimento, experiência e natureza de modo singular em cada localidade, conforme discutido por Giannella e Torres (2020).

Esses resultados apresentam repercussões diretas para o manejo e a conservação dos recursos pesqueiros no município de Galinhos. Compreender a origem e a diversidade dos pescadores artesanais locais constitui um aspecto essencial para o delineamento de políticas públicas e estratégias de gestão que respeitem as especificidades socioculturais dessas comunidades tradicionais. A identificação da procedência geográfica dos trabalhadores da pesca permite reconhecer variações em seus saberes, práticas cotidianas e vínculos territoriais, aspectos fundamentais para a formulação de ações mais ajustadas às realidades locais. Tal perspectiva fortalece a construção de processos decisórios participativos, ancorados na valorização do conhecimento empírico e nas demandas concretas dos diferentes grupos sociais envolvidos com a atividade pesqueira, promovendo, assim, o uso sustentável dos recursos marinhos e contribuindo para a justiça ambiental em contextos costeiros historicamente vulnerabilizados (Silva, 2021).

Os resultados obtidos sobre o estado civil revelaram uma diversidade de situações familiares entre os pescadores artesanais de Galinhos (Figura 12), com predominância de indivíduos casados ($n = 12$), seguidos por solteiros ($n = 8$), separados ($n = 2$) e viúvos ($n = 1$). Essa diversidade evidencia a pluralidade de arranjos familiares presentes na comunidade pesqueira e sua relevância na organização socioprodutiva local. Em contextos de pesca artesanal, as relações familiares e conjugais desempenham papel central na estruturação do

trabalho, no suporte mútuo e na reprodução das atividades cotidianas ligadas ao uso dos recursos naturais (Ramalho, 2008). Além disso, tais vínculos influenciam o acesso e a gestão de políticas públicas, como o Seguro-Defeso, cuja importância econômica extrapola o indivíduo, sustentando famílias inteiras durante os períodos de defeso, ainda que apresente limitações por seu caráter unidimensional centrado na renda (Torres; Giannella, 2020). A configuração familiar também interfere diretamente na forma como os conhecimentos ecológicos tradicionais são transmitidos entre gerações, evidenciando o papel estruturante da família na continuidade e adaptação dos saberes diante das transformações socioambientais (Romero, 2014; Oliveira; Souza, 2020).

Figura 12 - Estado civil dos pescadores artesanais em Galinhos, Rio Grande do Norte.



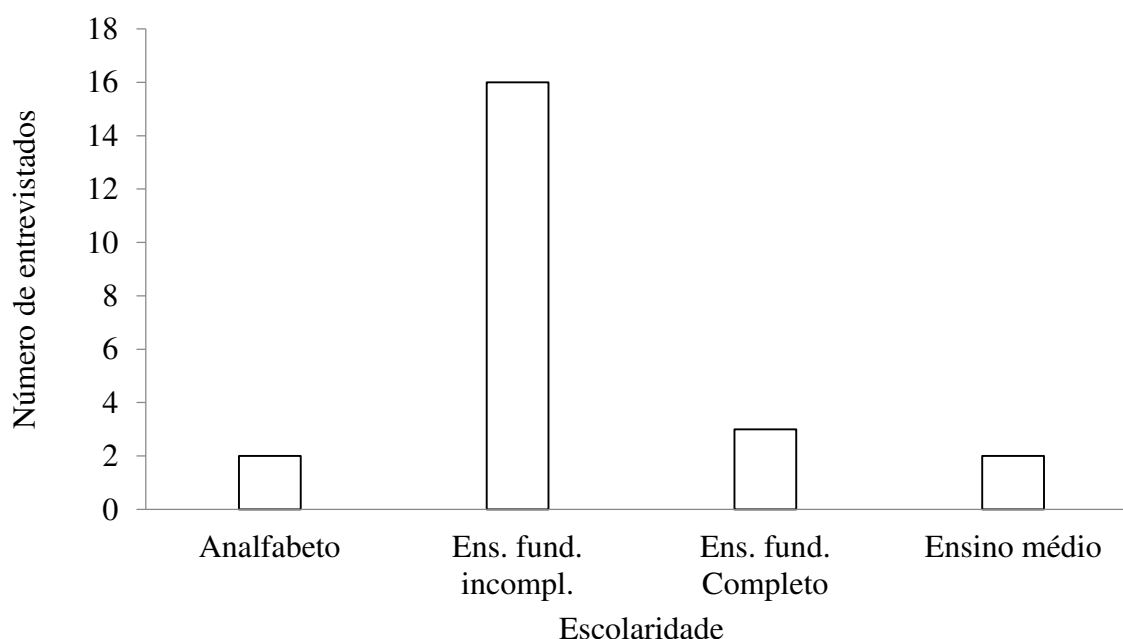
Fonte: Autores (2023).

Nesse sentido, compreender as dinâmicas familiares contribui para elucidar como essas estruturas moldam estratégias de organização cotidiana e de sobrevivência entre os pescadores. Aqueles casados, por exemplo, tendem a contar com uma rede de apoio mais robusta, permitindo a divisão de responsabilidades e o compartilhamento de recursos, o que pode favorecer suas práticas produtivas. Por outro lado, pescadores solteiros podem apresentar maior flexibilidade e autonomia nas atividades pesqueiras, enquanto os viúvos ou separados frequentemente enfrentam desafios relacionados à conciliação entre trabalho e vida familiar. Tais variações impactam diretamente a resiliência socioeconômica das famílias e o modo como acessam benefícios e programas sociais. Como apontam Sousa, Serrão e Vieira (2021), em estudo realizado com pescadoras e agricultoras familiares de Santarém (PA), as

composições familiares influenciam fortemente a organização produtiva e o acesso a políticas públicas, reforçando a necessidade de se considerar essas variações na formulação de estratégias de manejo e desenvolvimento mais sensíveis às realidades locais das comunidades tradicionais.

A análise da escolaridade dos pescadores artesanais do município de Galinhos revelou uma diversidade de níveis educacionais entre os 23 entrevistados (Figura 13), sendo que dois foram classificados como analfabetos, 16 possuíam ensino fundamental I incompleto, três concluíram o fundamental I e dois o ensino médio. Esses dados evidenciam um perfil marcado por baixa escolaridade, reflexo de obstáculos históricos enfrentados por comunidades tradicionais, como a dificuldade de acesso à educação formal e a necessidade precoce de inserção no trabalho pesqueiro, conforme observado por Oliveira *et al.* (2016). A limitação educacional imposta por essas condições compromete o acesso dos pescadores a informações técnicas, à compreensão de regulamentações ambientais e à participação em espaços de decisão sobre o uso dos recursos naturais. Compreender a distribuição da escolaridade na comunidade pesqueira permite, portanto, avaliar o grau de vulnerabilidade social e delinear estratégias que promovam maior inclusão desses trabalhadores nos processos de gestão costeira.

Figura 13 - Escolaridade dos pescadores artesanais em Galinhos, Rio Grande do Norte.



Fonte: Autores (2023).

Além das implicações relacionadas à gestão ambiental, a escolaridade influencia diretamente as possibilidades de inserção dos pescadores em programas de capacitação, na leitura de normativas do setor e na interlocução com agentes externos, como técnicos e gestores. Os pescadores com ensino fundamental incompleto enfrentam maiores obstáculos no acesso a essas oportunidades, enquanto aqueles com ensino médio completo apresentam melhores condições para compreender e responder às exigências do setor pesqueiro, além de participarem de forma mais ativa nas instâncias de decisão. Como destacado por Santos e Monteiro (2020), o nível educacional interfere diretamente na capacidade de adaptação às mudanças socioambientais e no engajamento com políticas públicas e iniciativas de desenvolvimento sustentável, o que reforça sua centralidade para o fortalecimento da atividade pesqueira.

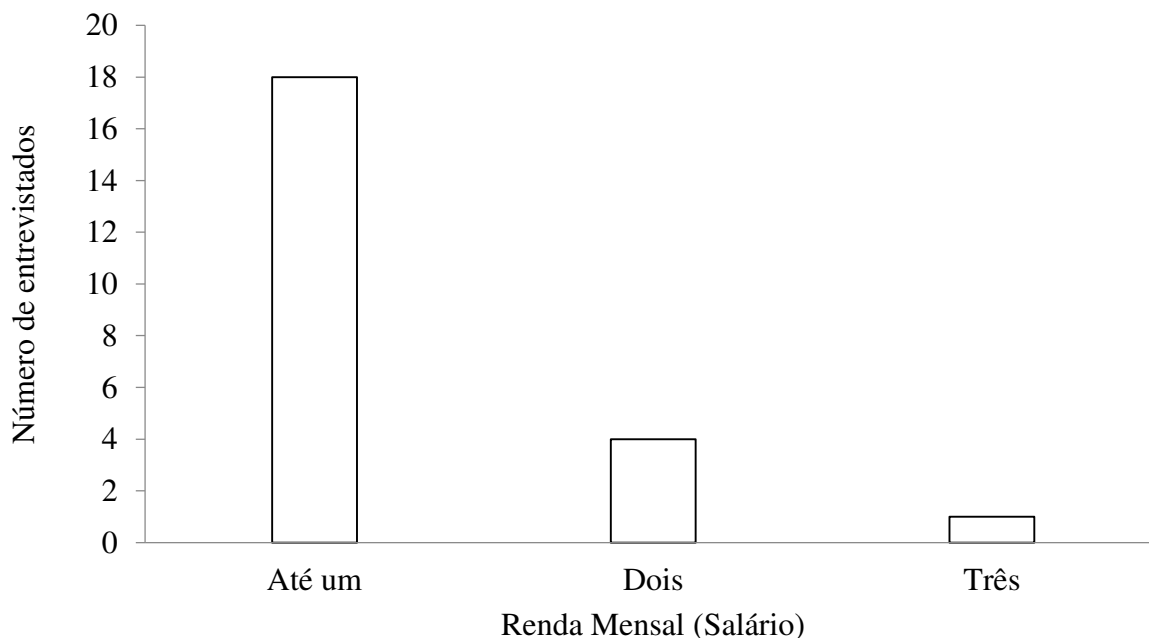
Nesse contexto, investir em educação e capacitação voltadas às realidades dos pescadores artesanais de Galinhos torna-se uma estratégia fundamental para a promoção da resiliência socioeconômica e da sustentabilidade local. Conforme destacado por Oliveira, Costa e Almeida (2021), programas de formação técnica adaptados às especificidades da pesca artesanal contribuem para o aprimoramento das práticas produtivas, ao mesmo tempo em que fortalecem a autonomia e a cidadania desses trabalhadores. Além disso, a valorização dos saberes tradicionais e sua articulação com o conhecimento científico favorecem a construção de uma gestão participativa dos recursos pesqueiros, promovendo inclusão e reconhecimento dessas comunidades como agentes centrais na conservação dos ecossistemas costeiros.

A renda financeira mensal dos pescadores apresentou variações distintas entre os 23 entrevistados (Figura 14), com predominância de indivíduos que declararam receber até um salário mínimo ($n = 18$), seguidos por quatro com rendimentos equivalentes a dois salários mínimos e apenas um com renda mensal de três salários mínimos. Conforme dados do IBGE (2022), aproximadamente 50% da população local vive com até meio salário mínimo, evidenciando uma condição econômica frágil que não se restringe ao setor pesqueiro, mas atinge amplamente os moradores do município.

Todos os pescadores entrevistados enfatizaram a natureza instável de suas rendas mensais, que variam conforme o mês e as condições de pesca. Esse padrão de instabilidade também foi observado na região do rio Uruguai, onde a pesca artesanal constitui a principal fonte de renda para diversas famílias, embora sua imprevisibilidade represente um desafio constante à manutenção do sustento e ao acesso a políticas públicas voltadas à segurança

socioeconômica (Veiverberg; Pires; Bergamin, 2021). A flutuação dos rendimentos interfere diretamente no planejamento financeiro e na qualidade de vida dos pescadores, refletindo a precariedade estrutural da atividade.

Figura 14 - Renda mensal dos pescadores artesanais em Galinhos, Rio Grande do Norte.



Fonte: Autores (2023).

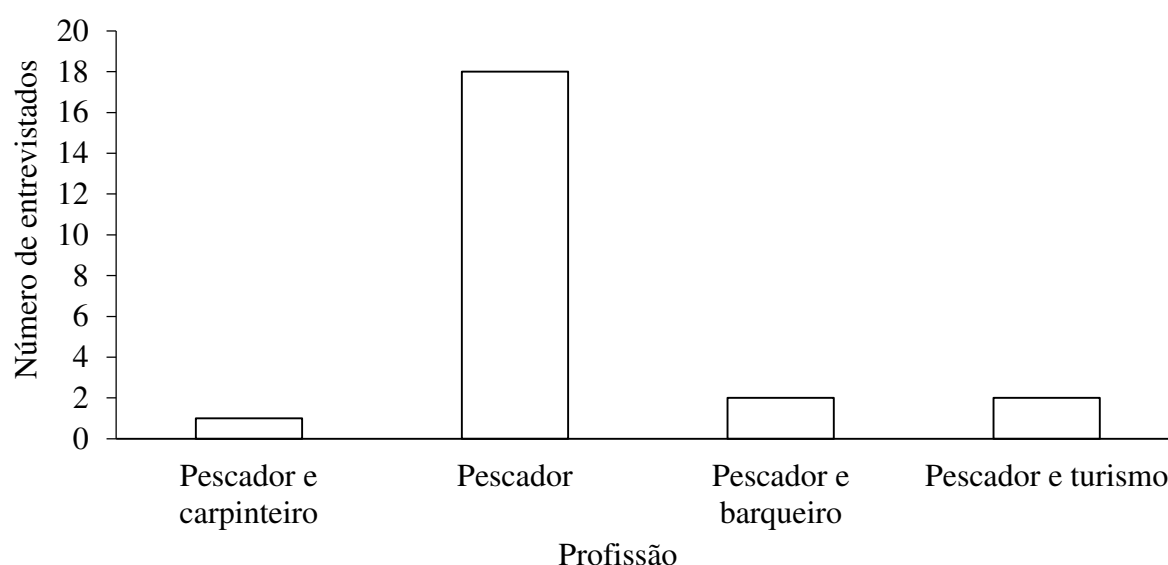
Os dados de Galinhos corroboram com achados de Silva *et al.* (2022) em estudo realizado em Rondônia, onde 91% dos pescadores também dependem da pesca como fonte primária de renda, porém, para 78% deles, essa atividade não é mais suficiente para suprir as necessidades básicas. Esse quadro de insustentabilidade econômica compromete a continuidade da pesca artesanal como meio de vida, especialmente entre os mais jovens, que tendem a buscar alternativas laborais em outros setores.

A análise das ocupações dos pescadores artesanais de Galinhos indicou a predominância de indivíduos que exercem exclusivamente a atividade pesqueira ($n = 18$), mas também revelou a presença de ocupações complementares entre os entrevistados (Figura 15). Um dos pescadores atua também como carpinteiro, dois como barqueiros e outros dois conciliam a pesca com atividades relacionadas ao turismo.

Essa diversidade ocupacional reflete não apenas a multifuncionalidade dos trabalhadores da pesca, mas também estratégias de adaptação frente à instabilidade dos rendimentos e às limitações impostas pelas condições ambientais, econômicas e legais da atividade pesqueira. Além disso, os entrevistados relataram o crescente desinteresse dos

jovens pela profissão de pescador, atribuído à instabilidade da atividade, às condições precárias de trabalho e à baixa rentabilidade. Fenômeno semelhante foi registrado por Paula, Rocha e Ruta (2022) em Macaé (RJ), onde muitos jovens abandonam a pesca artesanal em busca de oportunidades mais lucrativas em outras áreas, configurando uma crise de sucessão geracional em diversos territórios pesqueiros do país.

Figura 15 - Profissões dos pescadores artesanais em Galinhos, Rio Grande do Norte.



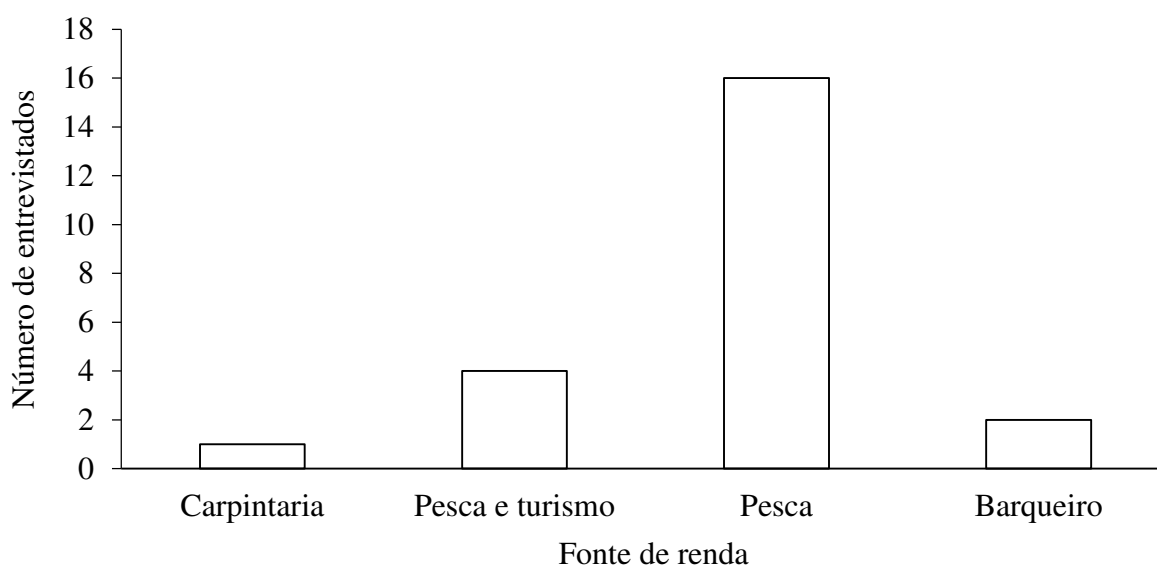
Fonte: Autores (2023).

Diante desse cenário, torna-se necessário o fortalecimento de políticas públicas que reconheçam e valorizem a diversidade de ocupações ligadas à pesca artesanal. Como apontado por Santana e Almeida (2022), reconhecer a multiplicidade de saberes e funções desempenhadas pelos pescadores é fundamental para garantir sua permanência digna no território e sua valorização socioprofissional. Investimentos em capacitação técnica, gestão de negócios comunitários e incentivo ao turismo sustentável podem impulsionar a economia local e ampliar as alternativas de renda das comunidades costeiras. Silva *et al.* (2020) reforçam que estratégias voltadas ao desenvolvimento territorial devem considerar o potencial do turismo como vetor de geração de emprego e renda, especialmente em localidades com forte apelo paisagístico e identidade cultural, como Galinhos. Essas estratégias devem ainda estar alinhadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente os de números 1 (erradicação da pobreza), 8 (trabalho decente e crescimento econômico) e 14 (vida na água), de forma a garantir que o desenvolvimento socioeconômico das comunidades tradicionais esteja integrado à conservação ambiental e à justiça territorial. Como destacam

Vidigal *et al.* (2021), a construção de políticas públicas eficazes deve considerar a complexidade desses territórios, priorizando a escuta ativa e a participação social das comunidades em todo o processo decisório.

A análise das fontes de renda dos pescadores artesanais de Galinhos evidenciou uma diversidade de estratégias econômicas entre os entrevistados (Figura 16). Embora a maioria ainda dependa exclusivamente da pesca como principal meio de subsistência, observa-se a inserção de atividades complementares, como a carpintaria, o turismo e o trabalho como barqueiro. Essa diversificação reflete não apenas a necessidade de lidar com a instabilidade dos rendimentos da pesca, mas também a capacidade dos pescadores de se adaptarem às oportunidades e potencialidades locais. Situação semelhante foi observada por Canafístula *et al.* (2021) na região do rio Amazonas, onde a baixa escolaridade, o envelhecimento dos pescadores e a falta de atratividade da profissão para os jovens tornam a diversificação uma estratégia essencial para garantir a subsistência.

Figura 16 - Fonte de renda dos pescadores artesanais em Galinhos, Rio Grande do Norte.



Fonte: Autores (2023).

Nesse contexto, políticas públicas voltadas à valorização das múltiplas ocupações e saberes tradicionais dos pescadores são indispensáveis para promover o desenvolvimento sustentável das comunidades costeiras. A experiência da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão (RDSEPT), também localizada no Rio Grande do

Norte, revela o potencial do ecoturismo e do turismo comunitário como alternativas viáveis de geração de renda complementar. Segundo Nascimento *et al.* (2024), atividades como trilhas ecológicas, passeios de barco e práticas como *stand up paddle* já vêm sendo implementadas na RDSEPT, demonstrando o valor das paisagens naturais e da cultura local como atrativos turísticos. A replicação de modelos semelhantes em Galinhos, com o devido apoio técnico e infraestrutura, pode contribuir para a diversificação produtiva e o fortalecimento da economia local.

Além disso, o investimento em capacitação dos moradores, infraestrutura turística e divulgação de roteiros sustentáveis pode potencializar as oportunidades econômicas associadas ao ecoturismo e ao turismo de base comunitária. Como argumentam Conceição *et al.* (2020), ao integrar a pesca artesanal a outras atividades compatíveis com a conservação ambiental, é possível gerar estabilidade financeira para as famílias e ao mesmo tempo estimular a preservação dos recursos naturais. Em suma, a pluralidade de fontes de renda entre os pescadores de Galinhos aponta para a importância de estratégias de desenvolvimento que valorizem a cultura local, promovam a justiça ambiental e assegurem a permanência digna das populações tradicionais em seus territórios.

4.3.2 Conhecimento de pescadores artesanais sobre restingas de galinhos, RN

Ao serem questionados sobre “o que é restinga?”, 12 pescadores afirmaram não saber responder; três associaram à “vegetação da praia” e os demais apresentaram concepções imprecisas, como “cascalho de pedra”, “corais” ou “lajedo de pedra”. Diante disso, foi esclarecido que as restingas constituem ecossistemas costeiros de elevada relevância ecológica, desenvolvidos sobre depósitos arenosos paralelos à linha da costa. Sua vegetação ocorre em mosaico, reunindo formações herbáceas, arbustivas e arbóreas adaptadas a solos salinos, pobres em nutrientes e sujeitos à influência direta das marés (Brasil, 2012). Além de abrigarem ampla diversidade biológica, esses ambientes desempenham funções ecossistêmicas essenciais, como a proteção contra a erosão costeira, a estocagem de carbono, a regulação microclimática e o suporte à biodiversidade. São ainda territórios vitais para comunidades tradicionais que neles encontram recursos para alimentação, práticas medicinais e manutenção de identidades culturais específicas (Nascimento *et al.*, 2022).

As narrativas dos 23 pescadores demonstraram, entretanto, que a restinga, mesmo que pouco compreendida conceitualmente, ocupa papel central em suas vivências cotidianas. Não se trata apenas de um espaço de passagem ou de acesso à praia, mas de um ambiente

funcionalmente integrado à pesca artesanal. Nesses espaços, os pescadores estabelecem vínculos produtivos, culturais e afetivos com o território, configurando um processo de territorialização baseado no uso direto dos recursos naturais e no pertencimento construído historicamente. Esse processo foi discutido por Föeger (2018), ao analisar como pescadores tradicionais constroem formas de cidadania territorial em resposta às ameaças de exclusão em áreas costeiras. Os pescadores de Galinhos também reconheceram a restinga como uma fonte direta de recursos vegetais, empregando espécies nativas na construção de utensílios, reparo de embarcações e outras práticas relacionadas à atividade pesqueira. Essa relação foi documentada por Andrade *et al.* (2016), em estudo com jangadeiros do sul da Bahia, que evidenciou a importância do uso da flora local na construção de embarcações artesanais.

Neste contexto, os pescadores não apenas utilizam, mas constroem seus territórios pesqueiros por meio de suas práticas, saberes e modos de vida. A produção do espaço se dá pela apropriação da natureza e pela aplicação de técnicas adaptadas às condições ecológicas locais, compondo uma territorialidade própria. Essa construção coletiva é marcada por códigos, regras costumeiras e formas locais de gestão, como observam Moreira, Pinho e Timóteo (2024), ao descreverem como pescadores ribeirinhos produzem seus territórios a partir de saberes tradicionais e direitos consuetudinários, atuando como sujeitos de direito tradicional na organização de seus espaços de vida. Essa dinâmica confirma o papel dos pescadores como agentes sociais ativos na organização e reprodução de seus territórios, evidenciando a importância da análise geográfica para captar as múltiplas dimensões — materiais, simbólicas e políticas — da pesca artesanal (Cruz; Silva, 2023).

Os pescadores também ressaltaram a importância da restinga como um local de lazer e recreação, destacando atividades como banho de mar, caminhadas e o contato com a natureza. A preservação desse ecossistema é fundamental não apenas para garantir a continuidade da pesca artesanal, mas também para manter os modos de vida e os vínculos afetivos e culturais das comunidades com o território. Nesse sentido, a valorização da tradição e da interdependência entre os pescadores e os recursos naturais destaca a urgência de políticas públicas que contemplem não apenas os aspectos ambientais, mas também as dimensões sociais, culturais e econômicas dessas populações tradicionais. Estudos de etnozootologia apontam justamente para essa necessidade de integrar o conhecimento ecológico local às ações de conservação, promovendo o equilíbrio entre o uso dos recursos e a permanência digna dessas comunidades em seus territórios (Nóbrega *et al.*, 2021).

Este estudo também investigou as atividades econômicas desenvolvidas pelos pescadores artesanais de Galinhos e sua relação direta com a restinga. Os resultados indicam

que esse ecossistema possui valor funcional no cotidiano produtivo, sendo utilizado como espaço de apoio à pesca, à construção e manutenção de embarcações, ao preparo e beneficiamento do pescado, à armazenagem de materiais e à montagem de ranchos temporários (Figura 17).

Figura 17 - Rancho de pesca (a) utilizado por pescadores artesanais no município de Galinhos, Rio Grande do Norte. Utilização da restinga espaço de apoio à pesca (b).



Fonte: Autores (2022).

A vegetação nativa fornece ainda insumos que são incorporados às práticas pesqueiras, como galhos e folhas utilizados em processos de defumação ou proteção de estruturas. A proximidade da restinga com áreas ricas em recursos marinhos, aliada à oferta de materiais naturais acessíveis e ao espaço aberto para o manejo do pescado, são fatores que reforçam sua importância. Como demonstrado por Van Luijk *et al.* (2021), o conhecimento tradicional associado ao uso da flora de restinga representa um componente-chave para a sustentabilidade das práticas pesqueiras, demandando ações de conservação integradas à valorização dos saberes locais. Essa multifuncionalidade reforça a centralidade da restinga como suporte ecológico, logístico, cultural e simbólico da atividade pesqueira artesanal.

As respostas dos 23 pescadores entrevistados revelaram mudanças significativas no ambiente de restinga ao longo das últimas três décadas. Segundo eles, há 30 anos, a paisagem local era marcada por extensas dunas e vegetação nativa abundante, com poucas construções humanas. Atualmente, essa paisagem vem sendo transformada pela crescente ocupação urbana e turística, principalmente por hotéis, resorts e pousadas. Situação semelhante foi identificada por Guterres *et al.* (2020) na restinga da Praia da Guia, em São Luís (MA), onde o desmatamento e a especulação imobiliária têm provocado perda de vegetação nativa, afetando a estabilidade dos sedimentos, a drenagem natural e a fauna associada à restinga. Em

contraste, na RDS Ponta do Tubarão, no RN, a criação da UC tem contribuído para frear esse tipo de ocupação, assegurando maior proteção ao território (Nascimento *et al.*, 2024).

A ocupação desenfreada da restinga por empreendimentos turísticos preocupa os pescadores artesanais de Galinhos, pois compromete diretamente a integridade do ecossistema costeiro. A substituição da vegetação por construções impacta a biodiversidade local e compromete as atividades pesqueiras tradicionais. Conforme analisado por Pinho, Dantas e Santos (2021), esse tipo de transformação urbana promove alterações profundas nos ambientes de restinga, comprometendo seus serviços ecossistêmicos e as práticas socioculturais vinculadas a esses territórios.

Além disso, a expansão dos empreendimentos turísticos também gera conflitos de interesse entre o setor turístico e os pescadores, afetando a sustentabilidade socioambiental do território. Sant'Anna Porto (2019) documenta que, no Baixo Sul da Bahia, a especulação imobiliária impulsionada pelo turismo resultou em restrições de acesso à natureza, perda territorial e interrupção de práticas tradicionais das comunidades locais. Ele argumenta que esses processos refletem uma lógica de expropriação apoiada por políticas públicas que favorecem a entrada de capital privado em detrimento das populações tradicionais.

Dentre os pescadores entrevistados, 22 afirmaram que a implementação de empreendimentos (Figura 18) é o principal fator de impacto ambiental na restinga, enquanto apenas um mencionou o descarte de lixo como elemento degradador. Os relatos apontam que, embora esse ecossistema possua relevante importância socioambiental, ele vem sendo sistematicamente ameaçado pela expansão urbana desordenada. Destaca-se que a própria área urbana de Galinhos se encontra situada sobre terreno de restinga, o que torna ainda mais sensível à relação entre urbanização e conservação ambiental. Segundo dados do IBGE (2022), apenas 0,9% dos domicílios locais possuem esgotamento sanitário adequado, e nenhuma das vias urbanas conta com urbanização completa, revelando um cenário de infraestrutura precária e alta vulnerabilidade ambiental para o ecossistema natural.

Figura 18 - Construção de empreendimentos turísticos (a), casas e estradas pavimentadas (b) em áreas de restinga no município de Galinhos, Rio Grande do Norte.



Fonte: Autores (2022).

A construção de empreendimentos turísticos e costeiros, como *resorts*, hotéis e estradas pavimentadas, tem levado à substituição da vegetação nativa da restinga por edificações, comprometendo diretamente os habitats naturais e as espécies adaptadas a essas condições extremas. Essa ocupação intensa fragmenta os ambientes de restinga, reduz a conectividade entre áreas vegetadas e interrompe processos ecológicos essenciais, como o fluxo gênico, a estabilidade das cadeias alimentares e a resistência ecológica frente a distúrbios. Conforme apontam Faria, Ribeiro e Ferraz (2020), a fragmentação causada pela urbanização afeta profundamente a biodiversidade e compromete a sustentabilidade ecológica dos ambientes costeiros, aumentando sua vulnerabilidade a doenças, espécies invasoras e perda de funções ecológicas. Esses impactos, somados à precariedade urbana e à ausência de planejamento ambiental, colocam em risco não apenas o ecossistema, mas também os modos de vida das comunidades tradicionais que dele dependem.

A alteração do regime hidrológico foi identificada como um dos impactos mais significativos sobre as restingas. Como destacam Marengo e Scarano (2016), a drenagem de áreas úmidas e a modificação do fluxo natural da água comprometem a dinâmica ecológica desses ambientes, afetando a composição da vegetação e provocando a perda de espécies adaptadas a condições específicas de salinidade e inundação. Os pescadores artesanais de Galinhos também percebem essas mudanças, que se somam à urbanização e à instalação de empreendimentos turísticos, contribuindo para a fragilidade do ecossistema. Nesse sentido, é fundamental compreender que as restingas, além de sua importância ecológica, constituem suporte material e simbólico para comunidades tradicionais que dependem de seus recursos para a subsistência, práticas medicinais e manutenção da identidade cultural. A degradação dessas áreas compromete não apenas a biodiversidade, mas também os modos de vida historicamente construídos por essas populações (Nascimento *et al.*, 2022).

Diante desse cenário, torna-se urgente à implementação de medidas de mitigação e conservação voltadas à proteção das restingas. Entre essas medidas, destacam-se a realização de estudos de impacto ambiental prévios, a criação de áreas protegidas, a formulação de planos de manejo participativos e a promoção de ações voltadas à restauração ecológica de áreas degradadas. Essas estratégias devem considerar não apenas os aspectos ecológicos, mas também os saberes tradicionais e as necessidades sociais das comunidades locais. Como afirmam Lima *et al.* (2020), a conservação de ecossistemas costeiros como as restingas é imprescindível para a sustentabilidade ecológica e para a segurança dos modos de vida das populações que deles dependem diretamente.

Outro impacto relatado pelos pescadores foi à disposição inadequada de resíduos sólidos em áreas de restinga (Figura 19), prática recorrente que acarreta diversos prejuízos ecológicos e sociais. O despejo direto de lixo nesses ambientes, muitas vezes motivado por ausência de infraestrutura, negligência do poder público ou falta de conscientização, provoca a contaminação do solo e da água. Substâncias tóxicas liberadas pelos resíduos podem infiltrar-se no solo, atingir o lençol freático e afetar diretamente a biodiversidade local e abastecimento humano. Além disso, resíduos plásticos, metais e orgânicos impactam negativamente a fauna costeira e geram desequilíbrios ecológicos importantes. Como apontam Silva Coelho *et al.* (2021), os resíduos sólidos descartados em áreas naturais comprometem a qualidade ambiental, representando risco tanto à biodiversidade quanto à saúde humana, especialmente quando não há políticas municipais efetivas de coleta e gestão integrada dos resíduos.

A presença de lixo também afeta a paisagem, na (figura 19) acúmulo de resíduos sólidos em ambientes de restinga no município analisado, degradando os ecossistemas de restinga e comprometendo o turismo, uma das atividades complementares à pesca em Galinhos. Oliveira *et al.* (2023), ao analisarem a cidade de Carolina (MA), ressaltam que o acúmulo de resíduos sólidos impacta diretamente o ambiente urbano e natural, deteriorando a saúde pública e desestimulando atividades turísticas — fator igualmente preocupante em Galinhos, que se apresenta como um destino turístico em expansão. O estudo ainda destaca a importância da atuação efetiva do poder público e da conscientização ambiental por meio da educação ambiental formal, principalmente no ambiente escolar, como estratégias essenciais para mitigar os problemas causados pelos resíduos nas cidades e em seus ecossistemas naturais.

Figura 19 - Acúmulo de resíduos sólidos em ambientes de restinga no município de Galinhos, Rio Grande do Norte.



Fonte: Autores (2022).

A problemática da disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos em áreas ambientalmente sensíveis ainda é recorrente em diversos municípios do litoral nordestino. Em Galinhos (RN), observa-se a presença de um lixão a céu aberto em áreas de restinga nas proximidades de um dos principais atrativos turísticos da região, o Farol Galinhos, conforme evidenciado na Figura 20. O que representa uma ameaça direta à integridade ecológica desse ecossistema. Além dos impactos já mencionados, o acúmulo de resíduos favorece a proliferação de vetores de doenças — como mosquitos e roedores —, colocando em risco tanto a saúde da população quanto a fauna silvestre. Esse cenário compromete a beleza cênica da paisagem litorânea e ameaça diretamente os modos de vida tradicionais baseados no uso sustentável dos recursos naturais. Como destacam Grilli e Caldas (2021), a degradação provocada por lixões a céu aberto interfere no equilíbrio ecológico, na economia local e na saúde pública, exigindo ações imediatas e coordenadas.

Portanto, torna-se imprescindível a adoção de políticas públicas eficazes e integradas que articulem a gestão adequada dos resíduos sólidos — com sistemas de coleta, tratamento e destinação final ambientalmente corretos — à conservação das restingas e ao planejamento do turismo sustentável. Em consonância com os princípios estabelecidos pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010), destaca-se a necessidade de ações que priorizem a não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem e o tratamento dos resíduos, bem como a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Para tanto, é fundamental o engajamento dos poderes públicos municipal, estadual e federal, aliado ao desenvolvimento

de campanhas educativas que promovam a valorização das restingas como patrimônio ambiental e sociocultural.

Figura 20 - Lixão localizado próximo a um ponto turístico importante de Galinhos, Rio Grande do Norte, o Farol Galinhos (seta vermelha).



Fonte: Grilli e Caldas (2021).

Além de todos os problemas socioambientais indicados em relação ao uso e ocupação das restingas, é fundamental destacar que esses ecossistemas são legalmente protegidos pela legislação ambiental brasileira. O Código Florestal (Lei Federal nº 12.651/2012) estabelece que as áreas de restinga são consideradas Áreas de Preservação Permanente (APP) sempre que atuem como estabilizadoras de dunas ou como protetoras de manguezais (BRASIL, 2012). Nesses casos, sua ocupação só é permitida em situações específicas de utilidade pública, interesse social ou de baixo impacto ambiental devidamente comprovado e licenciado. Além disso, o uso de áreas que pertencem à União, como as praias e os terrenos de marinha e seus acrescidos — todos classificados como bens de uso comum do povo — é regulamentado por normas federais que impõem restrições à ocupação e à exploração econômica desses espaços.

As legislações ambientais e patrimoniais vigentes têm implicações diretas sobre o território de Galinhos, uma vez que grande parte da ocupação urbana e da infraestrutura turística instalada incide sobre áreas de restinga e terrenos da União. Diversos trechos apresentam indícios de desconformidade legal, especialmente pela ausência de zoneamento ecológico-econômico, pela precariedade nos licenciamentos ambientais e pela falta de instrumentos efetivos de controle e fiscalização. Essa situação revela um cenário de insegurança jurídica e ambiental que, além de fragilizar a proteção do ecossistema, também

compromete a sustentabilidade das atividades socioeconômicas locais e a permanência dos modos de vida tradicionais.

4.3.3 Conhecimento de pescadores artesanais sobre manguezais de Galinhos, RN

A maioria dos pescadores de Galinhos ($n = 21$) demonstrou ter uma compreensão clara sobre os manguezais, reconhecendo-os como áreas de reprodução, abrigo e alimentação de diversas espécies, além de destacarem sua função como áreas de preservação permanente e suporte essencial para a pesca artesanal. Esse reconhecimento revela o papel que esses ambientes desempenham tanto no funcionamento da atividade pesqueira quanto na conservação da fauna costeira, evidenciando uma conexão funcional e simbólica entre os pescadores e os mangues. Por outro lado, dois pescadores não apresentaram definições adequadas sobre o ecossistema, o que aponta para a necessidade de ampliar as ações de educação ambiental com foco em práticas de manejo e valorização dos ecossistemas locais, com vistas a garantir o uso sustentável e a transmissão de conhecimentos para as gerações futuras.

A valorização cultural dos manguezais também foi mencionada por vários pescadores, que os relacionam a saberes tradicionais transmitidos entre gerações. A transmissão oral, aliada à experiência cotidiana, constitui a base do conhecimento empírico que sustenta as práticas de pesca artesanal. Essa relação entre saber local e uso responsável do ambiente natural é semelhante à observada por Txicão e Leão (2019), ao estudarem comunidades indígenas que incorporam o respeito à natureza como parte de suas estratégias de reprodução social e transmissão de valores intergeracionais. Nessa perspectiva, o conhecimento tradicional representa uma ferramenta para o manejo ambiental participativo, sendo capaz de orientar decisões sobre conservação, delimitação de áreas de pesca e uso equilibrado dos recursos.

Todos os entrevistados reconheceram a importância dos manguezais para suas atividades econômicas e para a dinâmica socioambiental da comunidade. Além da pesca, esses ambientes foram associados à proteção da costa, ao lazer e ao turismo. As atividades de ecoturismo, em especial os passeios de barco guiados por pescadores locais, foram apontadas por 14 entrevistados como fonte de renda. Dez pescadores indicaram a pesca de peixes, crustáceos e ostras como principal atividade, reafirmando a dependência dos recursos naturais desses ecossistemas. Essas práticas demonstram como os manguezais atuam como suporte

ambiental e econômico para a comunidade, reforçando a necessidade de políticas públicas de conservação com base na participação social (Souza, 2022).

A relação entre turismo e manguezais foi percebida pelos pescadores como positiva, desde que acompanhada de práticas controladas e sustentáveis. Os entrevistados destacaram que a capacitação de pescadores como guias turísticos, a delimitação de áreas de visitação e a criação de trilhas ecológicas podem ampliar os benefícios econômicos e culturais sem comprometer o ambiente. Para Lenci e Rabinovici (2022), o turismo consciente depende do envolvimento das comunidades locais, da definição de limites ecológicos e da valorização das práticas culturais. Essa articulação entre turismo e conservação reforça a importância do protagonismo comunitário e da governança participativa como pilares da sustentabilidade.

Além do uso atual, os pescadores relataram mudanças significativas nos manguezais ao longo das últimas três décadas. Eles mencionaram que, anteriormente, a pesca era mais ampla e os recursos marinhos mais acessíveis. Atualmente, a degradação ambiental, o avanço de salinas e a carcinicultura foram apontados como os principais fatores que restringiram o acesso aos recursos e reduziram a produtividade da pesca. Esse relato é coerente com a literatura que descreve como a substituição da vegetação nativa por empreendimentos econômicos modifica a estrutura dos ecossistemas, altera os ciclos hidrológicos e compromete a biodiversidade local.

A expansão da indústria salineira em Galinhos exemplifica esse processo. A instalação da Salina Amarra Negra (atualmente Salina Diamante Branco) resultou na eliminação de aproximadamente 800 hectares de manguezal, conforme levantamento de Oliveira e Diniz (2015). Os impactos incluem a modificação dos solos, o desvio de corpos d'água e a morte da vegetação. Fernandes *et al.* (2022a) também destacam que as salinas ocupam áreas extensas, muitas vezes classificadas como Áreas de Preservação Permanente (APP), e que sua instalação resulta na conversão de ecossistemas naturais em superfícies industriais, gerando fragmentação e perda de serviços ecológicos.

Além das salinas, a carcinicultura também foi citada como vetor de degradação. Os pescadores associaram essa atividade ao desmatamento, à poluição da água e ao descarte de efluentes durante o processo de despesca. Fernandes *et al.* (2018) relatam que essas práticas causam o soterramento de gamboas e a asfixia das raízes da vegetação de mangue, afetando diretamente a capacidade de regeneração do ecossistema. Já Fernandes *et al.* (2022b) apontam que a produção de sal também interfere na biodiversidade marinha e terrestre, alterando a dinâmica ecológica e ampliando os impactos negativos sobre a pesca artesanal e a resiliência das comunidades costeiras.

A convergência desses impactos ambientais — degradação do mangue, redução da biodiversidade e restrição territorial — evidencia a vulnerabilidade das comunidades pesqueiras diante da expansão de empreendimentos que ignoram os limites ecológicos e sociais. Esses relatos reforçam a necessidade de políticas integradas que articulem conservação ambiental, valorização dos modos de vida locais e planejamento territorial participativo, com foco na sustentabilidade a longo prazo.

Os resultados também destacaram a necessidade de ações concretas para frear os impactos sobre os manguezais. Entre as medidas apontadas estão o controle das atividades industriais e a implementação de políticas públicas voltadas à conservação e recuperação desses ecossistemas. Para além da regulação, é fundamental reconhecer a importância do conhecimento tradicional dos pescadores e sua participação ativa na gestão ambiental, dada a dependência direta desses grupos em relação aos recursos dos manguezais. Nesse contexto, Mendes e Moreira (2022) analisam como a expansão urbana desordenada em áreas de manguezal no município de Ilhéus (BA) tem intensificado processos de degradação ambiental e exclusão social, defendendo a construção de propostas de ordenamento territorial baseadas em diagnóstico participativo e no reconhecimento das vulnerabilidades das populações locais que vivem nesses ecossistemas.

No caso das áreas ocupadas por salinas, Fernandes *et al.* (2020) demonstram que a compensação ambiental pode representar uma alternativa economicamente viável diante da desocupação das Áreas de Preservação Permanente (APPs). O estudo, realizado na região da Costa Branca potiguar, revelou que os custos das compensações propostas em 27 salinas foram inferiores aos prejuízos econômicos da retirada das atividades em APPs. Os autores destacam que o direcionamento desses recursos para o financiamento de Unidades de Conservação pode contribuir com a reparação ambiental em áreas críticas impactadas pela expansão da indústria salineira.

Os pescadores artesanais de Galinhos também relataram outros vetores de degradação, como o descarte de lixo e a pesca durante o período de defeso. A presença de resíduos sólidos, principalmente plásticos, compromete diretamente a saúde da vegetação e da fauna dos manguezais, além de afetar a qualidade da água, a paisagem natural e os serviços ecológicos prestados por esses ambientes. Vikou *et al.* (2023), em estudo sobre os manguezais urbanos de Paranaguá (PR), identificaram mais de 400 pontos de pressão antrópica, com destaque para o acúmulo de lixo e o lançamento de efluentes domésticos, que têm degradado severamente a cobertura vegetal e a qualidade ambiental das áreas estudadas.

Quanto à pesca fora do período permitido, Lobato e Fernandes (2020) discutem os aspectos legais do seguro defeso e sua relevância para a proteção do ciclo reprodutivo das espécies e a manutenção da renda de comunidades pesqueiras durante a interrupção da pesca. Eles enfatizam que a ineficiência do sistema de fiscalização e a ausência de compensações financeiras adequadas contribuem para o desrespeito ao defeso, agravando a sobrepesca e a fragilidade ambiental dos manguezais.

Diante dessa multiplicidade de impactos é necessário adotar uma abordagem integrada que envolva o poder público, as comunidades locais e o setor produtivo. A preservação dos manguezais está vinculada à proteção da biodiversidade, ao equilíbrio ecológico e à continuidade dos modos de vida tradicionais. Segundo Maia *et al.* (2019), no estado do Ceará, os manguezais estão sujeitos a múltiplas pressões como desmatamento, carcinicultura e disposição inadequada de resíduos sólidos, que comprometem a biodiversidade e a dinâmica ecológica do ecossistema. O estudo reforça a necessidade de monitoramento contínuo das áreas remanescentes, planejamento territorial eficaz e políticas públicas voltadas à conservação desses ambientes costeiros.

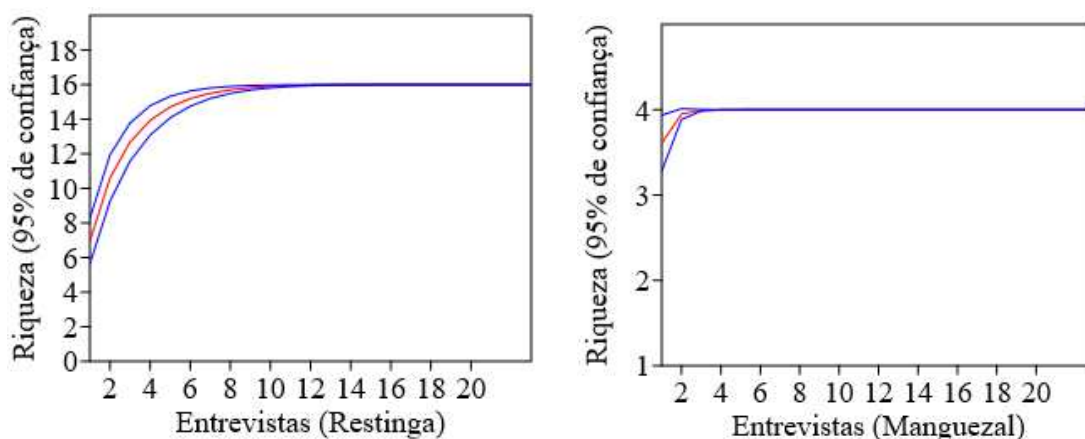
4.3.4 Etnobotânica sobre os ambientes de restinga e manguezal em Galinhos, RN

Os resultados revelaram que, no caso da vegetação de restinga, a curva de acumulação de espécies estabilizou-se a partir da décima entrevista, enquanto para o manguezal, essa estabilização ocorreu mais rapidamente, já na terceira entrevista (Figura 21). Isso indica que, a partir desses pontos, a inclusão de novos entrevistados não acrescentou novas espécies à lista já mencionada, o que demonstra que as espécies vegetais mais conhecidas ou utilizadas pela comunidade foram plenamente registradas nas entrevistas iniciais.

A curva de rarefação (representada pela linha vermelha), acompanhada dos intervalos de confiança de 95% (linhas azuis), demonstra a robustez dos dados obtidos, evidenciando que a amostragem foi suficiente para captar a riqueza de espécies vegetais percebidas e utilizada pelos pescadores em cada um dos ecossistemas. A diferença entre os pontos de estabilização das curvas pode estar associada à maior diversidade vegetal presente na restinga ou ao maior grau de interação dos pescadores com esse ambiente no cotidiano, especialmente no uso das plantas para construção de apetrechos, sombreamento, ornamentação ou fins medicinais.

Além disso, existem algumas razões plausíveis para essa estabilização precoce nas curvas. A vegetação de restinga e manguezal, em determinadas regiões, tende a apresentar uma composição florística relativamente limitada, sobretudo quando as condições ambientais são homogêneas. Assim, após entrevistar um número representativo de indivíduos, é comum que as espécies mais frequentes ou de maior importância para a comunidade já tenham sido registradas. A partir desse ponto, novas entrevistas deixam de contribuir com informações inéditas sobre a flora local, caracterizando a chamada saturação amostral.

Figura 21 - Curva de acumulação de espécies (linha vermelha), intervalos de confiança de 95% (linha azul) para as respostas dos pescadores artesanais de Galinhos, Rio Grande do Norte, sobre a riqueza de espécies vegetais dos ambientes de restinga e manguezal.



Fonte: Autores (2023).

Foi investigado o conhecimento etnobotânico em relação às espécies vegetais presentes nos ecossistemas de restinga e manguezal em Galinhos, a partir das respostas dos pescadores artesanais. No total, os entrevistados identificaram 16 espécies associadas à restinga e quatro espécies do manguezal (Quadro 2). Os usos relatados abrangeram uma variedade de finalidades: alimentação, com frutas e partes comestíveis; medicina tradicional, com espécies utilizadas no tratamento de enfermidades; estabilização de dunas costeiras, por meio da vegetação que atua na contenção de sedimentos; pesca com plantas ictiotóxicas, método ancestral de captura; além de usos como controle de pulgas, alimentação animal e aproveitamento da madeira para lenha, construção de moradias e confecção de utensílios.

Esses múltiplos usos reforçam a centralidade das plantas nativas na vida cotidiana da comunidade local, não apenas como fontes diretas de subsistência, mas como parte de uma

rede de serviços ecossistêmicos essenciais. De acordo com Paiva e Almeida Jr. (2020), a vegetação de restinga oferece serviços de provisão, como madeira, frutos e plantas medicinais, e serviços de regulação, como estabilização do solo, proteção contra erosão, regulação do microclima e suporte à biodiversidade. Os autores ressaltam que, ao manter essas funções, as espécies vegetais contribuem para a resiliência socioambiental das comunidades tradicionais, especialmente frente aos efeitos das mudanças climáticas e da degradação ambiental.

Além disso, as espécies mencionadas pelos pescadores de Galinhos demonstram o valor cultural e funcional da biodiversidade local. Como destacam Tchamba e Camongua (2019), o uso tradicional de plantas por comunidades locais não se restringe à extração de recursos, mas integra práticas de manejo, conservação e transmissão de conhecimentos. Isso inclui a produção de medicamentos caseiros, a relação espiritual com o ambiente natural e a preservação de técnicas sustentáveis de uso dos recursos. Esses saberes acumulados tornam-se ainda mais relevantes diante da pressão de empreendimentos que ameaçam a vegetação nativa e os modos de vida associados a ela.

Quadro 2: Conhecimento de pescadores artesanais sobre as plantas presentes na restinga e manguezal de Galinhos, RN. Nas colunas: Uso – são os usos das plantas citadas pelos pescadores artesanais; ii) Citações – são as quantidades de vezes que a planta foi citada pelos pescadores artesanais; iii) Origem – se a espécie é nativa, exótica, invasora ou naturalizada.

Nome científico	Nome popular	Uso	Citações	Origem
RESTINGA (espécies citadas)				
<i>Terminalia catappa</i> L.	Castanhola	Alimentício	8	Invasora
<i>Solanum capsicoides</i> All.	Melancia-da-praia	Alimentício	6	Nativa
<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	Pião-bravo	Medicinal	10	Nativa
<i>Blutaparon portulacoides</i> L.	Pirixiu roxo	Fixação das dunas	12	Invasora
<i>Sesuvium portulacastrum</i> (L.) L.	Bredo da praia ou pirixiu	Fixação das dunas	7	Nativa
<i>Indigofera suffruticosa</i> Mill.	Anil	Ictiotóxicas (para pesca) Para matar pulgas	13	Invasora
<i>Euphorbia tirucalli</i> L.	Aveloz ou dedinho	Alimentício - Alimento para animais	15	Invasora

<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) R. Br	Salsa-da-Praia	Alimentício - Alimento para animais	18	Nativa
<i>Physalis angulata</i> L.	Camapu	Alimentício	11	Invasora
<i>Prosopis juliflora</i> (SW) DC	Algaroba	Construção - Utilização da madeira	6	Invasora
<i>Porophyllum ruderale</i> (Jacq.)	Cravo-de-urubu	Medicinal	6	Nativa
<i>Calotropis procera</i> Ait.	Algodão de seda	Alimentício - Alimento para animais	18	Invasora
<i>Senna occidentali</i> L.	Manjerioba	Medicinal	7	Invasora
<i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltdl.) Steud.	Revanço ou oró	Alimentício - Alimento para animais	8	Nativa
<i>Paspalum virgatum</i> L.	Capim-navalha	Alimentício - Alimento para animais	11	Invasora
<i>Ricinus communis</i> L.	Mamona/Carrapateira	Medicinal	9	Invasora
RESTINGA (espécies não citadas)				
<i>Cocos nucifera</i> L.	Coqueiro		0	Naturalizada
<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	Nim		0	Invasora
<i>Phyllanthus urinaria</i> L.	Quebra-pedra		0	Invasora
<i>Spermacoce verticillata</i> L.	Vassourinha-de-botão		0	Nativa
<i>Scaevola plumieri</i> (L.) Vahl	Mangue de praia		0	Nativa
<i>Croton rhamnifolioides</i> Pax & K. Hoffm.	Velame			Nativa
<i>Hibiscus tiliaceus</i> L.	Algodão-da-praia		0	Invasora
<i>Gossypium hirsutum</i> L.	Algodão branco		0	Exótica
<i>Cereus jamacaru</i> DC.	Cardeiro ou Mandacaru		0	Nativa
<i>Bumelia sartorum</i> Mart.	Quixabeira		0	Nativa
<i>Capparis flexuosa</i> (L.) L.	Feijão-bravo		0	Nativa
<i>Pilosocereus piauiensis</i> (Guerke) Byl. Et Rowl	Facheiro		0	Nativa
<i>Pilosocereus gounellei</i> (F.A.C. Weber)	Sodoro ou Xiquexique		0	Nativa

Byles & G.D. Rowley				
<i>Libidibia ferrea</i> (Mart.)	Jucá		0	Nativa
<i>Nerium oleander</i> L.	Espirradeira		0	Exótica
<i>Roystonea oleraceae</i> L.H.	Palmeira imperial		0	Exótica
<i>Cocos nucifera</i> L.	Coqueiro anã		0	Naturalizada
MANGUEZAL				
<i>Rhizophora mangle</i> L.	Mangue vermelho ou sapateiro	Alimentício, construção e medicinal - Folha para o gado comer, casca servia para pintura da rede de três malhos, remédio para infecções	23	Nativa
<i>Corocarpus erectus</i> L.	Ratinho ou mangue-de-botão	Alimentício e construção - Ração de animal cabra e bode, cavername de embarcação	20	Nativa
<i>Laguncularia racemosa</i> L.	Mangue branco ou manso	Construção - Vara para embarcação, cavername de embarcação, tira a vara para velejar canoa e espantar o peixe	22	Nativa
<i>Avicenia nítida</i> Jacq.	Canoé ou mangue preto	Sem utilização (proteção das gamboas)	18	Nativa

Fonte: Autores (2023).

Foi investigado o conhecimento etnobotânico em relação às espécies vegetais presentes na restinga e no manguezal da região de Galinhos. Os pescadores entrevistados citaram um total de 16 espécies pertencentes à vegetação de restinga e quatro espécies do ecossistema manguezal (Quadro 2). Os usos relatados abrangeram desde a alimentação (com frutas e partes comestíveis) e a medicina tradicional (plantas utilizadas no tratamento de enfermidades), até aplicações como estabilização de dunas, uso de plantas ictiotóxicas para pesca, controle de pulgas, alimentação de animais e aproveitamento da madeira. Esses múltiplos usos reforçam a importância das espécies vegetais como fontes de serviços

ecossistêmicos de provisão (alimentos, madeira, plantas medicinais) e regulação (controle de pragas, proteção do solo), revelando como a flora local está integrada ao modo de vida e à subsistência das comunidades tradicionais de Galinhos.

Essa importância cultural e ecológica é respaldada por Paiva e Almeida Jr. (2020), que destacam como as populações tradicionais mantêm um conhecimento detalhado não apenas sobre os usos diretos das plantas, mas também sobre seus papéis ecológicos na estabilidade de dunas e proteção contra erosão. O saber tradicional, transmitido entre gerações e moldado pela experiência prática com o ambiente, configura-se como um componente estratégico para a conservação dos ecossistemas naturais. Complementarmente, Tchamba e Camongua (2019) demonstram que o uso diversificado das plantas — desde medicamentos até matérias-primas para construção — reforça a autonomia cultural e econômica dessas comunidades, integrando as espécies vegetais às dinâmicas cotidianas de sobrevivência e resistência.

No entanto, os dados revelaram que os entrevistados não mencionaram 17 espécies que foram registradas durante as expedições botânicas de campo, o que representa um reconhecimento inferior a 50% da flora presente na restinga. Essa discrepância pode ser explicada por fatores como a seletividade no uso das espécies — ou seja, os pescadores tendem a lembrar apenas das plantas com utilidade prática direta — e também pela presença de espécies utilizadas como ornamentais em áreas turísticas, como *Azadirachta indica* A. Juss. (Algaroba), *Roystonea oleracea* (Jacq.) O.F.Cook (Palmeira imperial) e *Cocos nucifera* L. (Coqueiro). Essas plantas, associadas ao paisagismo urbano ou ao ambiente construído, podem ser dissociadas do ecossistema natural pelas comunidades locais, mesmo estando biologicamente inseridas na vegetação de restinga.

A presença de vegetação exótica e ornamental nos espaços urbanos turísticos reforça a dissociação entre o reconhecimento cultural e a composição botânica nativa, dificultando a associação de determinadas espécies ao ecossistema de restinga. Além disso, algumas das nove espécies nativas não citadas podem não ter visibilidade no cotidiano das práticas tradicionais por estarem localizadas em áreas menos acessíveis ou degradadas. Diante disso, torna-se essencial promover ações educativas que articulem o saber tradicional ao conhecimento técnico, visando à valorização da flora nativa como parte da identidade territorial. Como defendem Machado, Maciel e Thiollent (2021), estratégias de conservação eficazes dependem do diálogo horizontal entre ciência e comunidade, valorizando os conhecimentos locais como ferramentas legítimas na gestão dos territórios e na proteção ambiental.

Em relação ao ecossistema manguezal, o conhecimento demonstrado pelos pescadores foi mais consistente: a maioria (n = 18) identificou corretamente as quatro espécies-chaves presentes no local — *Rhizophora mangle* L. (mangue vermelho), *Avicennia nitida* L. (mangue canoé ou branco), *Laguncularia racemosa* (L.) C.F. Gaertn (mangue sapateiro ou branco) e *Conocarpus erectus* L. (mangue-de-botão) — conforme descrito por Oliveira e Diniz (2015). Além de mencionarem essas espécies, os entrevistados revelaram uma hierarquia de abundância percebida, apontando o mangue vermelho como o mais comum e o mangue-de-botão como o menos frequente. Esse reconhecimento demonstra uma percepção ecológica acurada e alinhada aos dados técnicos sobre a composição vegetal da região.

Esse saber tradicional reflete não apenas o conhecimento empírico adquirido pela vivência no território, mas também a valorização funcional dessas espécies no cotidiano das comunidades. Os pescadores relataram usos diversos, como a utilização da madeira na confecção de apetrechos de pesca, a coleta de produtos alimentícios, e a relevância ecológica dessas espécies como áreas de berçário para espécies marinhas. Tais observações dialogam com Rodrigues *et al.* (2020), que defendem que o conhecimento tradicional sobre os mangues pode ser incorporado como base para o manejo sustentável e a elaboração de estratégias de conservação orientadas para a realidade local.

Por fim, Macena e Vila (2020) reforçam que o conhecimento tradicional constitui uma ferramenta poderosa para a construção de políticas ambientais mais justas e efetivas. Ao reconhecer as comunidades como sujeitos ativos no processo de conservação, cria-se um ambiente de cooperação entre ciência e tradição que potencializa a proteção dos ecossistemas e fortalece a soberania territorial das populações locais. Em Galinhos, essa integração entre conhecimento empírico e técnico-científico é um caminho promissor para consolidar práticas sustentáveis e garantir a preservação dos ecossistemas costeiros.

É importante ressaltar que o conhecimento tradicional dos pescadores artesanais sobre as espécies presentes na restinga e no manguezal de Galinhos é valioso não apenas do ponto de vista cultural, mas também como ferramenta estratégica para a conservação e o manejo sustentável desses ecossistemas. Os saberes tradicionais, formados por meio da convivência intergeracional com o ambiente, constituem um patrimônio coletivo que contribui para a sustentabilidade ao favorecer práticas adaptadas ao contexto local. Essa perspectiva está alinhada à Agenda 2030 da ONU, em especial ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 15, que propõe o uso sustentável dos ecossistemas terrestres e a proteção dos conhecimentos tradicionais associados à biodiversidade. Ao reconhecer esses saberes como formas legítimas de conhecimento, é possível integrar práticas de manejo tradicionais às

políticas públicas, garantindo benefícios às comunidades locais que são guardiãs desse patrimônio ambiental.

O levantamento das espécies mencionadas pelos pescadores artesanais representa mais do que um exercício de catalogação: ele constitui um ponto de partida necessária para futuras investigações científicas e para o planejamento participativo de estratégias de conservação. Como destacam Rebello e Meirelles (2022), a colaboração entre pesquisadores e comunidades locais amplia a eficácia dos programas de conservação e fortalece o sentimento de pertencimento da população às ações ambientais. Nesse sentido, a pesquisa etnobotânica atua como ponte entre o saber acadêmico e os conhecimentos locais, promovendo o diálogo intercultural e a valorização dos modos de vida tradicionais, o que reforça o papel ativo das comunidades na gestão territorial e na conservação dos recursos naturais.

Além disso, integrar conhecimentos tradicionais e científicos permite identificar com maior precisão as ameaças aos ecossistemas e propor soluções que levem em conta a realidade local e o modo de vida das populações costeiras. Conforme argumentam Carvalho *et al.* (2019), o uso social do manguezal por comunidades tradicionais no Pará evidencia a importância de práticas de conservação sensíveis ao contexto sociocultural. Essas práticas têm maior chance de êxito quando se apoiam no reconhecimento da sabedoria tradicional, que inclui percepções ecológicas, classificações próprias das espécies e experiências de manejo desenvolvidas ao longo do tempo. Isso reforça a ideia de que o diálogo entre diferentes formas de conhecimento é fundamental para promover uma conservação mais justa, inclusiva e eficaz.

Foram identificadas 16 espécies não nativas na restinga de Galinhos, das quais 13 são classificadas como espécies invasoras (Tabela 1). Além disso, entre as 16 espécies mencionadas pelos pescadores durante as entrevistas, a maioria ($n = 10$) é composta por espécies invasoras. A predominância dessas espécies nas citações pode estar relacionada à sua ampla distribuição, ao porte avantajado e à facilidade de reconhecimento visual, o que favorece sua memorização e familiaridade pela comunidade local. Como demonstrado por Torres (2021), algumas espécies exóticas podem se naturalizar rapidamente em ambientes sensíveis por meio de vetores como aves, o que pode explicar sua abundância e destaque nos relatos populares. Essas plantas, por sua capacidade adaptativa, frequentemente ocupam áreas anteriormente dominadas por espécies nativas, intensificando processos de substituição florística e desestruturação ecológica.

As espécies invasoras apresentam elevado potencial competitivo em relação às nativas, disputando recursos essenciais como luz, água e nutrientes. Esse processo pode

acarretar a supressão da vegetação original e a perda de biodiversidade local, desestabilizando os serviços ecossistêmicos ofertados pelas restingas, como proteção contra erosão e regulação hídrica. De acordo com Santos e Silva (2020), essas invasoras afetam diretamente a composição e a estrutura da vegetação nativa, podendo impedir a regeneração natural e provocar alterações nos ciclos ecológicos. Em paralelo, Martelli (2022) ressalta que algumas espécies exóticas modificam profundamente as características físicas e químicas do solo, alterando níveis de acidez, concentração de nutrientes e atividade microbiológica, o que compromete ainda mais o desenvolvimento de espécies nativas adaptadas a condições específicas da restinga.

Além dos impactos sobre a flora, a presença de invasoras afeta a fauna local, ao alterar a estrutura da vegetação e reduzir a diversidade de micro-habitats necessários à alimentação, reprodução e abrigo de diversas espécies animais. Como alerta Torres (2021), essas plantas podem também atuar como hospedeiras de pragas ou vetores de doenças, promovendo desequilíbrios ecológicos que transcendem os limites da vegetação. Em seu estudo, o autor destaca o caso do limoeiro bravo (*Citrus x limonia* (L.) Osbeck), que embora não classificado formalmente como invasor em algumas regiões, já apresenta comportamento de expansão agressiva e interferência em áreas de mata nativa, fato que demanda vigilância ambiental e medidas preventivas de contenção.

Diante desse cenário, os dados da pesquisa reforçam a necessidade de implementar ações integradas de monitoramento e manejo da vegetação nas restingas de Galinhos. Tais medidas devem contemplar desde a remoção seletiva de espécies invasoras até a restauração ativa com espécies nativas e a promoção de atividades de educação ambiental junto à população local. O envolvimento da comunidade pesqueira, como guardião de saberes tradicionais e usuária direta do território, é essencial para o sucesso dessas estratégias, conforme discutido por diversos autores da literatura etnobotânica. A gestão participativa, aliada ao fortalecimento da legislação ambiental, é o caminho para preservar a funcionalidade ecológica e sociocultural das restingas.

Nesse contexto, Alves (2021) defende a formulação de políticas públicas restritivas e a integração com marcos internacionais, como a Agenda 2030 da ONU e as Metas de Aichi, como forma de garantir a eficácia das ações contra espécies invasoras. O autor reforça a necessidade de consolidar diretrizes técnicas específicas para áreas costeiras e unidades de conservação, assegurando o suporte institucional às ações de erradicação e controle biológico. Já Silva *et al.* (2020) salientam que a ameaça representada pelas invasoras se estende à sucessão ecológica, impedindo o restabelecimento dos processos naturais de regeneração da

vegetação. O avanço dessas espécies compromete relações tróficas e altera profundamente as interações entre os componentes da paisagem.

Moura *et al.* (2018) destacam que os impactos das invasoras variam em intensidade, podendo começar com a simples introdução e alcançar a dominação total do ecossistema, ocasionando extinções locais e o colapso da biodiversidade. Esse risco é ainda mais pronunciado em áreas com elevado grau de degradação ou urbanização, como é o caso de regiões costeiras sob pressão turística ou agrícola. Sampaio, Ribeiro e Guimarães (2021) complementam esse panorama ao afirmar que a prevenção e a detecção precoce são pilares indispensáveis da gestão eficaz das espécies invasoras. Segundo os autores, estratégias de controle devem ser integradas a planos de manejo adaptativos e acompanhadas de campanhas educativas, de modo a garantir a proteção dos serviços ecossistêmicos e da diversidade biológica dos ambientes costeiros.

Por fim, torna-se imperativo articular esforços entre instituições governamentais, pesquisadores e comunidades locais para o enfrentamento dos desafios impostos pelas espécies invasoras nas restingas de Galinhos. A elaboração de planos de manejo específicos, embasados em diagnósticos ecológicos e socioculturais, pode fortalecer a conservação desses ecossistemas e garantir a manutenção de seus múltiplos valores. A experiência acumulada com outras espécies exóticas no Brasil, como a *Leucena* (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit), mostra que medidas pontuais são insuficientes. É preciso avançar rumo a estratégias integradas que combinem ciência, política e participação social para assegurar a resiliência dos ecossistemas e a qualidade de vida das populações tradicionais costeiras.

4.4 Considerações finais

Esta pesquisa evidenciou a importância do conhecimento tradicional de 23 pescadores artesanais de Galinhos, Rio Grande do Norte, para a conservação e o uso sustentável da vegetação dos ecossistemas de restinga e manguezal. Ao registrar os saberes locais sobre 16 espécies de restinga e quatro de manguezal, foi possível revelar como essas plantas estão profundamente integradas às práticas culturais, econômicas e ecológicas da comunidade, sendo utilizadas para alimentação, medicina tradicional, pesca, construção e outros usos cotidianos.

A etnobotânica demonstrou ser uma ferramenta eficaz para aproximar os saberes tradicionais e a ciência, valorizando práticas ancestrais e ampliando a compreensão sobre a biodiversidade local. Os resultados reforçam a função ecológica e sociocultural das restingas e

manguezais como ecossistemas fundamentais à subsistência, identidade e permanência das populações tradicionais em seus territórios.

A curva de rarefação revelou que o conhecimento sobre o manguezal é consolidado entre os pescadores, com reconhecimento quase unânime das espécies presentes. Em contraste, o reconhecimento das espécies da restinga mostrou-se mais limitado, com menos de 50% das espécies nativas citadas. Essa discrepância aponta para a necessidade de ações educativas voltadas à valorização da vegetação nativa da restinga, frequentemente ofuscada pela presença de espécies invasoras e ornamentais associadas ao turismo e à urbanização.

A pesquisa também identificou impactos relacionados à presença de espécies exóticas invasoras na restinga de Galinhos. Das 16 espécies não nativas registradas, 13 são invasoras, representando uma ameaça concreta à biodiversidade e à estabilidade ecológica local. O avanço dessas espécies pode comprometer a regeneração natural, altera a composição do solo e afeta diretamente a fauna e os serviços ecossistêmicos associados locais.

Além disso, os pescadores relataram impactos ambientais provocados por empreendimentos turísticos, descarte de resíduos sólidos e expansão das atividades industriais, como salinas e carcinicultura, que ameaçam diretamente os manguezais. As práticas predatórias, a supressão de vegetação nativa e a ocupação desordenada do solo representam riscos à biodiversidade e à continuidade dos modos de vida tradicionais.

Diante disso, torna-se fundamental a formulação de políticas públicas que integrem conservação ambiental, valorização dos saberes tradicionais e fortalecimento da pesca artesanal como atividade sustentável. A gestão participativa, com envolvimento ativo das comunidades locais, é indispensável para garantir a proteção dos ecossistemas costeiros e a manutenção dos serviços ecossistêmicos que sustentam a economia e a cultura locais.

A pesquisa reforça ainda a importância de programas educativos, planos de manejo territorial e estratégias de controle de espécies invasoras como medidas urgentes para proteger as restingas e manguezais de Galinhos. O conhecimento tradicional, quando aliado à ciência e ao poder público, pode se tornar uma poderosa ferramenta para promover justiça ambiental, segurança alimentar e sustentabilidade para as gerações presentes e futuras.

5 FATORES QUE AMEAÇAM A FLORESTA DE MANGUE NO MUNICÍPIO DE GALINHOS, RIO GRANDE DO NORTE, UTILIZANDO SENSORIAMENTO REMOTO: UMA ANÁLISE MULTITEMPORAL (1984-2022)²

RESUMO

O presente estudo investigou as mudanças de cobertura e uso da terra no ecossistema de manguezais em Galinhos, Rio Grande do Norte, Brasil, ao longo de 38 anos (1984-2022), focando nos fatores que ameaçam sua conservação. A pesquisa justifica-se pela importância ecológica dos manguezais, que oferecem serviços como proteção contra erosão, sequestro de carbono e suporte à biodiversidade, além de serem vitais para as comunidades locais. O objetivo foi mapear e identificar as pressões antropogênicas, particularmente a expansão da salinicultura e carcinicultura, que influenciam negativamente o manguezal. A metodologia utilizou sensoriamento remoto, incluindo análise multitemporal com imagens de satélite Landsat 5 e Landsat 9, para observar a dinâmica de classes de uso e cobertura da terra dentro de uma área de estudo de 340,77 km², com foco específico nos ecossistemas de manguezal. O processo envolveu a classificação supervisionada das imagens, com validação de campo e aplicação de índices de precisão. Em 1984, a área de mangue era de 20,86 km² (29,48%), enquanto a salinicultura ocupava 7,43 km² (10,50%). Em 2022, esses números mostraram uma redução dos manguezais para 11,31 km² (15,55%), aumento da salinicultura para 27,49 km² (37,79%) e surgimento da carcinicultura, ocupando 3,12 km² (4,28%). Os resultados indicam que a expansão da salinicultura e carcinicultura foram os principais motores da degradação do manguezal, associando-se a mudanças na hidrodinâmica e no equilíbrio do ecossistema.

Palavras-chave: carcinicultura; conservação; geoprocessamento; mudanças climáticas; salinicultura.

² Artigo publicado: NASCIMENTO, Louize *et al.* Fatores que ameaçam a floresta de mangue no município de Galinhos, Rio Grande do Norte, utilizando sensoriamento remoto: uma análise multitemporal (1984-2022). **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 18, n. 2, p. 1445–1460, 2025. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v18.2.p1445-1460>

FACTORS THREATENING THE MANGROVE FOREST IN THE MUNICIPALITY OF GALINHOS, RIO GRANDE DO NORTE, USING REMOTE SENSING: A MULTITEMPORAL ANALYSIS (1984-2022)

ABSTRACT

This study investigated land cover and use changes in the mangrove ecosystem of Galinhos, Rio Grande do Norte, Brazil, over 38 years (1984–2022), focusing on factors threatening its conservation. The research is justified by the ecological importance of mangroves, which provide services such as erosion protection, carbon sequestration, and biodiversity support, and are vital to local communities. The objective was to map and identify anthropogenic pressures, particularly the expansion of salt production and shrimp farming, that negatively impact the mangrove ecosystem. The methodology employed remote sensing, including multitemporal analysis with Landsat 5 and Landsat 9 satellite images, to observe the dynamics of land use and land cover classes within a study area of 340.77 km², with a specific focus on mangrove ecosystems. The process involved supervised image classification, with field validation and accuracy index application. In 1984, the mangrove forest area covered 20.86 km² (29.48%), while salt production occupied 7.43 km² (10.50%). By 2022, these numbers showed a reduction in mangrove area to 11.31 km² (15.55%), an increase in salt production to 27.49 km² (37.79%), and the emergence of shrimp farming, occupying 3.12 km² (4.28%). The results indicate that the expansion of salt production and shrimp farming were the primary drivers of mangrove degradation, associated with changes in hydrodynamics and ecosystem balance.

Keywords: conservation; climate change; geoprocessing; salt production; shrimp farming.

5.1 Introdução

A diversidade da paisagem costeira brasileira sempre despertou interesse científico e político, em razão de sua riqueza ecológica, complexidade geológica e longa história de ocupação humana, especialmente em ecossistemas frágeis como os manguezais (Barbosa; Valladares, 2020). Nas últimas décadas, essas regiões têm sofrido intensa pressão antrópica, impulsionada por atividades como carcinicultura, turismo, urbanização desordenada e implantação de grandes empreendimentos costeiros, cujo impacto se intensifica diante da ineficiência das normas ambientais vigentes (Dágola *et al.*, 2022). A flexibilização da legislação ambiental e o enfraquecimento institucional contribuíram para o avanço dessas atividades, especialmente no Nordeste brasileiro, intensificando conflitos socioambientais e promovendo a supressão de ecossistemas protegidos, como os manguezais (Silva; Pierri, 2022).

Este cenário é agravado pela lógica da produção intensiva voltada à exportação, que caracteriza a expansão da aquicultura e compromete diretamente a funcionalidade ecológica dos mangues (Passos *et al.*, 2021). Modelos produtivos intensivos, como os impulsionados pela chamada “revolução azul”, promovem a conversão de zonas úmidas em áreas industriais, ignorando os limites ecológicos e sociais desses ambientes (Ahmed; Turchini, 2021). Nesse contexto, os manguezais têm sua resiliência ecológica comprometida por alterações nos níveis de salinidade, com prejuízos diretos aos serviços ecossistêmicos que oferecem (Ahmed *et al.*, 2022). A degradação acelerada desses ecossistemas, agravada por decisões políticas que enfraquecem sua proteção legal, evidencia a necessidade urgente de estratégias integradas de conservação, monitoramento e ordenamento territorial, sobretudo em áreas sensíveis como o município de Galinhos, no Rio Grande do Norte (Bernardino *et al.*, 2021).

Os manguezais, inseridos no bioma da Mata Atlântica, são reconhecidos como ecossistemas costeiros estratégicos, altamente produtivos e essenciais para a estabilidade ambiental e a manutenção de cadeias tróficas marinhas (Li *et al.*, 2022). Apesar de sua relevância ecológica e socioeconômica, esses ambientes continuam sendo degradados por práticas econômicas intensivas, particularmente em áreas de restinga e mangue (Deprá; Evans; Gaglianone, 2022). Esse paradoxo é visível no avanço da carcinicultura em regiões semiáridas do Nordeste, onde os manguezais já enfrentam estresse hídrico e salinização estuarina crescente (Lacerda *et al.*, 2021). A atividade, embora indiretamente, impacta funções ecológicas essenciais, como a produtividade primária, a ciclagem de nutrientes e a capacidade de regeneração natural, especialmente quando se expande sobre zonas adjacentes

como os apicuns. Além disso, alterações no Plano de Ação Nacional para os Manguezais e retrocessos normativos recentes têm incentivado a conversão dessas áreas para fins produtivos, em desacordo com compromissos de sustentabilidade e conservação internacional (Ottoni *et al.*, 2021).

Esses impactos resultam em perdas não apenas ambientais, mas também sociais. Os manguezais, ao protegerem a linha de costa, regularem o fluxo hidrológico e funcionarem como barreiras naturais frente às mudanças climáticas, sustentam o modo de vida de comunidades tradicionais, como pescadores e marisqueiras (Nascimento *et al.*, 2022). No entanto, práticas como a carcinicultura e a salinicultura vêm alterando drasticamente esses ecossistemas, suprimindo vegetação nativa e comprometendo a qualidade dos solos e da água. Mesmo em áreas legalmente protegidas, como no litoral da Paraíba, observa-se redução na cobertura vegetal e fragmentação dos habitats, reflexo da fragilidade na fiscalização e na efetividade das políticas de conservação (Medeiros *et al.*, 2023).

A degradação dos manguezais afeta diretamente a biodiversidade, os serviços ecossistêmicos e a segurança alimentar das populações locais. A perda dessas áreas acarreta não só impactos ecológicos, mas também sociais e culturais, como a erosão de saberes tradicionais e o aumento da vulnerabilidade de comunidades costeiras. Diante disso, coloca-se uma questão central: como equilibrar o desenvolvimento econômico com a conservação de ecossistemas essenciais para o futuro sustentável das zonas costeiras?

A esse desafio soma-se o fato de que os manguezais oferecem múltiplos benefícios tangíveis e intangíveis, desde a provisão de alimentos até a proteção contra desastres naturais (Magarotto; Costa, 2021). Ainda assim, no Nordeste brasileiro, a elevada produtividade desses ambientes e a disponibilidade hídrica têm estimulado a expansão de empreendimentos como a carcinicultura, muitas vezes implantados de forma irregular e sem planejamento adequado (Fernandes *et al.*, 2018). Paralelamente, a atividade salineira tem ocupado áreas de preservação permanente, promovendo salinização do solo, degradação da vegetação e alteração da dinâmica estuarina, o que acarreta prejuízos à integridade do ecossistema e à qualidade da água (Fernandes *et al.*, 2022).

Considerando, portanto, a importância ecológica dos manguezais e a intensificação das ameaças antrópicas, a degradação dessas áreas representa uma preocupação ambiental global. No município de Galinhos, essa problemática é acentuada pela priorização de atividades econômicas em detrimento da conservação, revelando a insuficiência de políticas públicas eficazes. Assim, esta pesquisa parte da hipótese de que as atividades humanas, especialmente a salinicultura e a carcinicultura, são os principais fatores de degradação dos

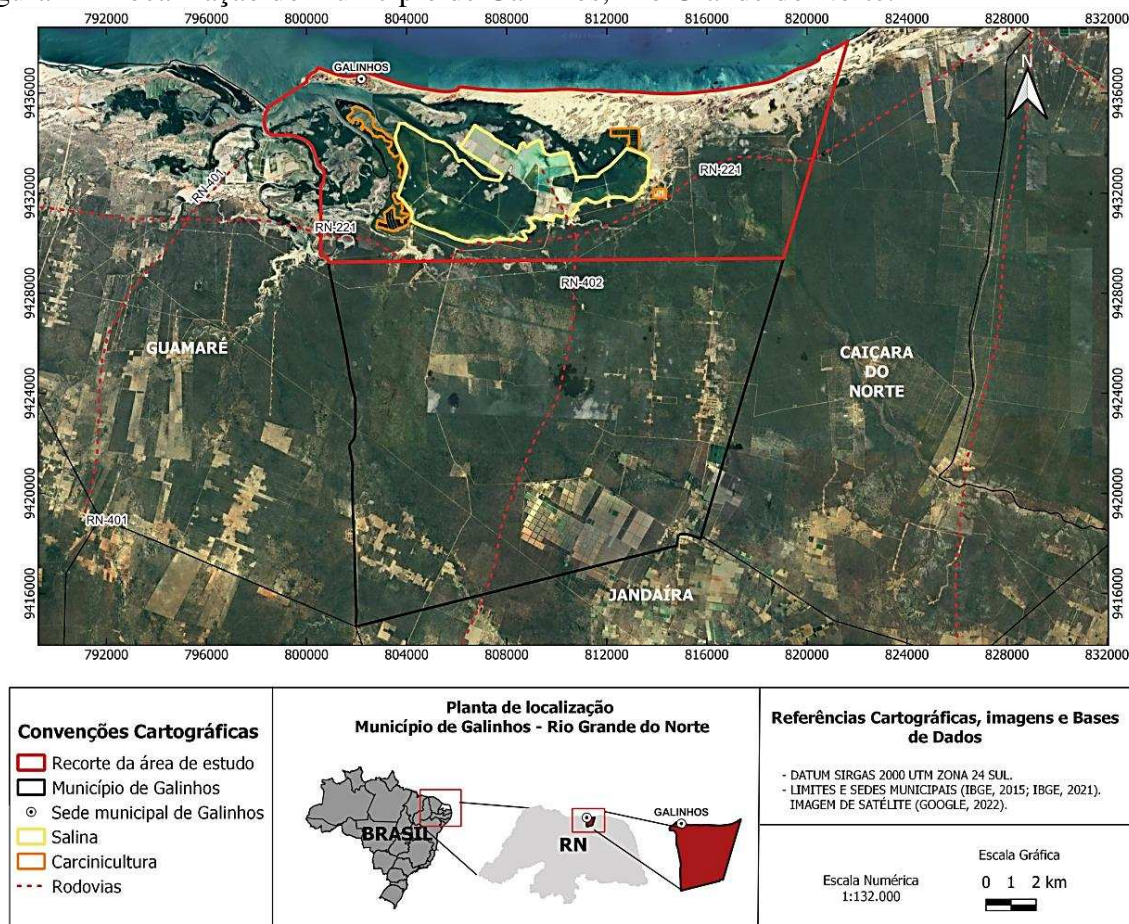
manguezais locais, e que tais transformações podem ser identificadas e quantificadas ao longo do tempo por meio de análise multitemporal com sensoriamento remoto e geoprocessamento, contribuindo para o planejamento ambiental e a gestão costeira.

5.2 Material e métodos

5.2.1 Área de estudo

A pesquisa foi conduzida no município de Galinhos, localizado no litoral norte do estado do Rio Grande do Norte. Integrante da mesorregião Central Potiguar e da microrregião de Macau, Galinhos possui uma área territorial de 340,769 km² (IBGE, 2021) e apresenta características geográficas e ambientais que justificam sua seleção como área de estudo (Figura 22). A região está inserida em uma zona costeira com elevada heterogeneidade ambiental, composta por sistemas naturais como dunas, recifes, estuários, lagunas, apicuns e, sobretudo, manguezais (Silva *et al.*, 2020), sendo estes últimos o principal objeto de análise deste trabalho.

Figura 22 - localização do município de Galinhos, Rio Grande do Norte.



Fonte: Autores (2024).

O manguezal de Galinhos, com área estimada em 11,31 km², possui valor ecológico estratégico, atuando como suporte à biodiversidade, estabilização da linha de costa e manutenção de serviços ecossistêmicos relevantes. Simultaneamente, esse ecossistema está diretamente inserido na dinâmica econômica local, sendo impactado por atividades como a salinicultura e a carcinicultura, que se desenvolveram sobre áreas tradicionalmente ocupadas por vegetação nativa (Costa *et al.*, 2020). Os autores destacam que, embora essas práticas sejam economicamente relevantes, elas geram fragmentação e substituição de habitats, especialmente em zonas de apicum e áreas estuarinas, configurando um cenário de conflito entre uso produtivo e conservação ambiental.

Historicamente, a instalação da Salina Amarra Negra, em 1970, seguida pela expansão da Salina Diamante Branco na década de 1980, resultou na conversão de aproximadamente 800 hectares de manguezal em tanques de evaporação, com alterações significativas na rede hídrica e na cobertura vegetal da região (Oliveira; Diniz, 2015). De forma complementar, a carcinicultura teve início na década de 1980, com posterior intensificação a partir dos anos 1990, impulsionada por incentivos e investimentos no setor aquícola (Costa Neto, 2012). Essa trajetória de ocupação produtiva evidencia a vulnerabilidade da região e justifica o enfoque metodológico em técnicas de sensoriamento remoto e análise multitemporal para avaliar os efeitos cumulativos da expansão dessas atividades sobre a floresta de mangue.

Em termos socioeconômicos, Galinhos abriga uma população de aproximadamente 2.100 habitantes (IBGE, 2022), com forte dependência das atividades industriais costeiras. A análise da paisagem e dos impactos ambientais deve, portanto, considerar variáveis demográficas e socioeconômicas como densidade populacional, estrutura de renda e nível de escolaridade, fatores que influenciam a ocupação do solo e a relação entre as comunidades e os recursos naturais. Nesse sentido, Fernandes *et al.* (2020) evidenciam que 1.117 hectares de Áreas de Preservação Permanente no estuário Galinhos–Guamaré encontram-se ocupadas por salinas, indicando sobreposição entre áreas produtivas e áreas legalmente protegidas, com impactos sobre a cobertura vegetal, dinâmica sedimentar e regime hídrico local.

Complementarmente, Arifanti *et al.* (2022) reforçam que processos como perda de biodiversidade, degradação da qualidade da água e mudanças no uso do solo resultam em comprometimento dos serviços ecossistêmicos prestados pelos manguezais, como proteção contra eventos climáticos extremos, provisão de recursos pesqueiros e manutenção dos modos de vida das comunidades locais. A escolha metodológica por Galinhos como área de estudo, portanto, fundamenta-se na coexistência de elevada sensibilidade ecológica, presença de

vetores de degradação historicamente consolidados e relevância socioeconômica das atividades produtivas, características que tornam o município um caso representativo para a análise multitemporal de impactos antrópicos sobre ecossistemas de mangue.

5.2.2 Seleção de artigos científicos relevantes no Semantic Scholar

Como parte dos procedimentos metodológicos voltados à fundamentação teórica desta pesquisa, foi realizada uma busca sistemática por estudos científicos na plataforma Semantic Scholar, amplamente reconhecida por empregar inteligência artificial na organização e recuperação de literatura acadêmica multidisciplinar (Kinney *et al.*, 2023). Essa plataforma utiliza algoritmos avançados de indexação semântica, o que permite maior precisão na identificação de publicações relevantes, otimizando a construção de revisões bibliográficas robustas e alinhadas ao escopo da pesquisa (Leiter *et al.*, 2024).

O processo de busca teve como foco a identificação de estudos relacionados ao manguezal do município de Galinhos, com ênfase nos impactos ambientais decorrentes de atividades antrópicas e nas estratégias de conservação e gestão sustentável. Para isso, foi elaborada uma string de busca bilíngue (inglês e português), a fim de contemplar tanto publicações nacionais quanto internacionais. A string adotada foi: ("mangrove" OR "mangrove ecosystem") AND ("Galinhos" OR "Rio Grande do Norte") AND ("environmental impact" OR "conservation" OR "sustainable management"), sendo complementada pela versão em português: ("manguezal" OR "ecossistema manguezal") AND ("Galinhos" OR "Rio Grande do Norte") AND ("impacto ambiental" OR "conservação" OR "gestão sustentável").

A seleção dos artigos foi realizada com base na análise dos títulos, resumos e palavras-chave, garantindo a inclusão apenas de trabalhos que apresentassem aderência direta aos objetivos e à problemática da presente pesquisa. Os estudos selecionados subsidiaram a elaboração da introdução e da discussão, possibilitando o embasamento teórico necessário para contextualizar os impactos ambientais observados nos manguezais de Galinhos, bem como as abordagens metodológicas adotadas para sua identificação e análise ao longo da série temporal.

5.2.3 Procedimentos metodológicos

Entre os dias 11 e 15 de julho de 2022, foram realizadas cinco inspeções de campo no município de Galinhos, abrangendo áreas urbanas, faixas de praia, dunas, planícies de maré e

fragmentos da floresta de mangue, com especial atenção às regiões impactadas pela salinicultura e carcinicultura. A exploração dos canais de maré ocorreu por meio de trilha marítima em embarcação, o que possibilitou observar in loco as dinâmicas de uso e cobertura da terra nas margens estuarinas. Durante essas atividades, foram coletadas informações para mapeamento e validação dos dados de sensoriamento remoto, com a obtenção de 100 pontos georreferenciados com o auxílio de um receptor GPS Garmin® eTrex 30. Esses pontos de verificação foram utilizados para complementar a amostragem aleatória estratificada e avaliar a acurácia do mapeamento da imagem de 2022.

Para a análise multitemporal da cobertura e uso da terra, foram selecionadas duas imagens orbitais: a primeira, do satélite Landsat 5 TM (bandas 3, 4 e 5), órbita-ponto 215-064, com resolução espacial de 30 metros, capturada em 17 de junho de 1984; a segunda, proveniente do satélite Landsat 9 (bandas 6, 5 e 4), com a mesma resolução, adquirida em 29 de agosto de 2022. Ambas as imagens foram obtidas na plataforma *EarthExplorer*, do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS), disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. A utilização de séries temporais de imagens Landsat é amplamente reconhecida como uma estratégia eficaz para monitorar mudanças em ambientes costeiros e detectar transformações em zonas de manguezal ao longo do tempo, permitindo subsidiar ações de planejamento ambiental e ordenamento territorial (Jong *et al.*, 2021).



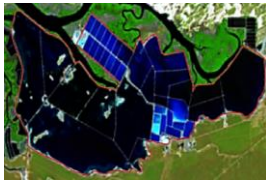





O processamento e classificação das imagens foram realizados no software QGIS 3.22.5 LTR, com o uso do *plugin Semi-Automatic Classification Plugin* (SCP), que disponibiliza uma interface intuitiva e ferramentas integradas para o download, pré-processamento, classificação supervisionada e análise pós-classificação de imagens orbitais. Essa extensão foi especialmente desenvolvida para democratizar o uso do sensoriamento remoto, inclusive entre usuários que não são especialistas na área, otimizando o fluxo de trabalho desde a entrada de dados até a geração dos mapas finais (Congedo, 2021). A técnica de classificação adotada foi a de máxima verossimilhança (MAXVER), considerada uma das mais robustas na discriminação de classes espectrais, devido à sua capacidade de considerar a variância estatística dos dados de treinamento.

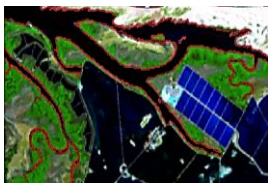
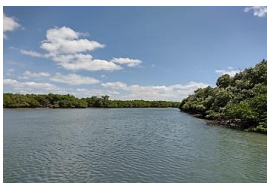


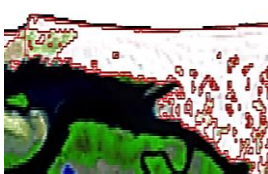





De forma complementar, aplicou-se a metodologia de interpretação visual de imagens por meio de chaves de identificação adaptadas, conforme os critérios propostos por Panizza e Fonseca (2011), com base em parâmetros como forma, tonalidade, textura e estrutura dos objetos na paisagem. Essa abordagem qualitativa serviu de apoio à etapa de correção e refinamento da classificação supervisionada, reduzindo a subjetividade e aumentando a

confiabilidade dos resultados. A correlação entre dados de campo e interpretação visual favoreceu a identificação precisa das unidades de uso e cobertura do solo.

A partir do cruzamento entre a classificação supervisionada e os elementos interpretativos, foram estabelecidas nove classes temáticas para o mapeamento final (Quadro 8): Floresta de Mangue, Salinicultura, Carcinicultura, Planície de Maré sem Mangue, Canais de Maré, Vegetação de Caatinga, Praia e Dunas, Área Urbana e Solo Exposto. A definição das classes seguiu critérios ecológicos, geomorfológicos e espectrais específicos à paisagem de Galinhos, conforme sistematizados na chave interpretativa associada à imagem de 2022.

Quadro 8: Chave de interpretação da área de estudo da Imagem Landsat 8, em Galinhos, Rio Grande do Norte.

Identificação Tipológica (IT)	Amostra Imagem Landsat 8	Campo	Descrição
1. Floresta de Mangue			<ul style="list-style-type: none"> - Tonalidade e coloração: verde escuro; - Textura: rugosa; - Forma: irregular (formação de bosque de mangue); - Vegetação densa.
2. Salinicultura			<ul style="list-style-type: none"> - Tonalidade e coloração: azul claro e escuro; - Textura: rugosa; - Forma: geométrica, com tanques de estrutura maior que a da Carcinicultura.
3. Carcinicultura		 Fonte: Rocha (2019)	<ul style="list-style-type: none"> - Tonalidade e coloração: tons de azul escuro; - Textura: rugosa; - Forma: geométricas, com tanques retangulares com estrutura menor que a da salina.
4. Planície de Maré sem mangue (Apicum)			<ul style="list-style-type: none"> - Tonalidade e coloração: verde claro; - Textura: lisa; - Forma: irregular com solo desnudo e úmido; - Presença de vegetação herbácea.

5. Canais de maré			<ul style="list-style-type: none"> - Tonalidade e coloração: azul escuro; - Textura: lisa e forma irregular; - Forma: estuários/canais de maré.
6. Vegetação de Caatinga			<ul style="list-style-type: none"> - Tonalidade e coloração: verde claro; - Textura: rugosa; - Vegetação nativa da região.
7. Praia e Dunas			<ul style="list-style-type: none"> - Tonalidade e coloração: Branco e bege; - Textura: rugosa; - Forma: Irregular; - Presença de praia: zona de encontro entre o mar e a terra, com sedimentos arenosos e vegetação de restinga; - Presença de dunas fixas (com vegetação), semifixas (com pouca vegetação) e móveis (sem vegetação).
8. Área Urbana			<ul style="list-style-type: none"> - Tonalidade e coloração: magenta (rosa); - Textura: suavemente rugosa; - Forma: regular (com ruas com paralelepípedo e estradas de terra).
9. Solo Exposto			<ul style="list-style-type: none"> - Tonalidade e coloração: magenta (rosa); - Textura: suavemente rugosa; - Forma: irregular (solo desprovido de cobertura vegetal localizado próximo à salina, carcinicultura, área urbana e em alguns pontos na vegetação de Caatinga).

Fonte: Elaborado pelos autores, com base em Panizza e Fonseca (2011).

A verificação da acurácia da classificação supervisionada foi realizada com base na construção da matriz de erros (também conhecida como matriz de confusão), utilizando os pontos de controle coletados em campo. A partir dessa matriz, foram calculados os dois principais indicadores de desempenho: a Exatidão Global e o Índice Kappa. O Índice Kappa é amplamente empregado em estudos de sensoriamento remoto por fornecer uma medida estatística da concordância entre os dados classificados e os dados de referência, levando em

consideração a possibilidade de acertos por acaso, o que o torna mais robusto do que a simples taxa de acertos (Fitzgerald; Lees, 1994).

Já a Exatidão Global foi determinada pela razão entre o número de classificações corretas (soma dos elementos da diagonal principal da matriz) e o total de amostras utilizadas na validação, como estabelecido por Congalton (1991), sendo expressa na Equação 1:

Eq. 1:

$$EG = \frac{\sum_{i=1}^c x_{ii}}{n}$$

Onde EG representa a Exatidão Global, x_{ii} é o número de acertos para cada classe na matriz de erros, e n é o número total de observações. O Índice Kappa, também calculado com base na matriz de erros, avalia o grau de concordância entre os dados classificados e os dados de referência, considerando a concordância esperada ao acaso. Esse índice foi calculado por meio da Equação 2, em que K representa o valor do índice Kappa; x_{ii} é o número de observações corretamente classificadas para cada classe (posição diagonal da matriz); x_{i+} é a soma dos elementos da linha i ; x_{+i} é a soma dos elementos da coluna i ; e N é o número total de observações entre a realidade espacial e o mapeamento (Congalton, 1991).

Para interpretação dos resultados do índice Kappa, foram adotados os critérios propostos por Landis e Koch (1977), os quais classificam a concordância em categorias que variam de “pobre” a “quase perfeita”, conforme os valores do índice. Esses intervalos de interpretação são apresentados na Tabela 1, sendo amplamente utilizados em estudos de avaliação de acurácia em sensoriamento remoto.

Eq. 2:

$$K = \frac{N \sum_{i=1}^c x_{ii} - \sum_{i=1}^c (x_{i+} x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^c (x_{i+} x_{+i})}$$

Tabela 1 - Qualidade da classificação associada aos valores do índice kappa.

Índice Kappa	Qualidade
0,0	Péssima
0,01 – 0,20	Ruim
0,21 – 0,40	Razoável
0,41 – 0,60	Boa
0,61 – 0,80	Muito Boa

0,81 – 1,00	Excelente
-------------	-----------

Fonte: Adaptado de Landis e Kock (1977).

O índice Kappa foi calculado no software QGIS por meio do plugin AcATaMa (<https://plugins.qgis.org/plugins/AcATaMa/>). Essa ferramenta foi desenvolvida pelo Grupo da Floresta e Sistema de Monitoramento de Carbono com o objetivo de facilitar a validação de mapas temáticos a partir de dados de sensoriamento remoto (Llano, 2019). O AcATaMa permite ao usuário realizar o delineamento amostral, classificar amostras, gerar a matriz de confusão e calcular estatísticas de precisão, como o índice Kappa, a precisão global e a acurácia por classe, de forma automatizada (Castillo-Santiago *et al.*, 2022).

Para os testes de acurácia neste estudo, foram utilizados pontos de validação extraídos de amostragem aleatória estratificada proporcional à área de cada classe, baseando-se nas imagens Landsat. Foram utilizados 397 pontos para o ano de 1984 e 394 pontos para 2022, respeitando um erro padrão geral esperado de 0,005, conforme recomendado para estudos de precisão cartográfica em ambientes complexos como zonas costeiras. Esses pontos foram utilizados para alimentar o modelo estatístico dentro do *plugin*, garantindo maior confiabilidade na avaliação dos mapas temáticos gerados.

5.3 Resultados e discussão

5.3.1 Fatores que ameaçaram a floresta de mangue no município de Galinhos, RN

O mapeamento multitemporal baseado nas imagens Landsat 5 (1984) e Landsat 9 (2022), aliado a verificações de campo, permitiu identificar nove classes de uso e cobertura da terra no município de Galinhos, Rio Grande do Norte: Floresta de Mangue, Salinicultura, Carcinicultura, Planície de Maré sem Mangue (Apicum), Canais de Maré, Vegetação de Caatinga, Praia e Dunas, Área Urbana e Solo Exposto. Essa classificação evidenciou alterações territoriais expressivas ao longo das quatro décadas analisadas, com destaque para a conversão de áreas naturais em empreendimentos produtivos.

Em 1984, predominavam as formações naturais: a Planície de Maré sem Mangue (32,50 km²; 45,9%) e a Floresta de Mangue (20,86 km²; 29,4%) representavam, juntas, mais de 75% da paisagem. Os Canais de Maré (14,14 km²; 19,9%) também se destacavam como componentes importantes do sistema estuarino, evidenciando um ecossistema ainda funcional e interconectado. A Salinicultura ocupava uma área restrita de 7,43 km² (10,4%) e não havia

registro de carcinicultura. As demais classes — como Vegetação de Caatinga (50,56 km²), Praia e Dunas (14,34 km²), Área Urbana (0,18 km²) e Solo Exposto (1,28 km²) — mantinham configurações compatíveis com um território com baixa densidade populacional e forte predominância de sistemas naturais. A distribuição dessas classes nos anos de 1984 e 2022 é apresentada na Tabela 2.

Em 2022, observou-se um redirecionamento acentuado na configuração do território. A Salinicultura expandiu-se para 27,49 km² (37,7%) e a Carcinicultura, então inexistente, passou a ocupar 3,12 km² (4,2%). Como consequência, os manguezais recuaram para 11,31 km² (15,5%), as planícies de maré para 17,58 km² (24,1%) e os canais de maré para 12,09 km² (16,6%). A área urbana saltou para 3,82 km², refletindo o crescimento associado à cadeia produtiva dessas atividades. Houve ainda expansão da faixa de praia e dunas (21,03 km²), enquanto a vegetação de Caatinga (44,32 km²) e o solo exposto (0,52 km²) apresentaram retração (Tabela 2).

Tabela 2 - Classes de uso e cobertura da terra que ocorrem na área de estudo no município de Galinhos, Rio Grande do Norte, Brasil, entre os anos de 1984 e 2022.

Classes	1984		2022	
	Área (km ²)	Percentual (%)	Área (km ²)	Percentual (%)
IT 1 - Floresta de mangue	20,86	29,48	11,31	15,55
IT 2 – Salina	7,43	10,49	27,49	37,79
IT 3 – Carcinicultura	0	0	3,12	4,29
IT 4 - Planície de maré sem mangue	32,50	45,92	17,58	24,17
IT 5 - Canais de maré	14,14	19,98	12,09	16,63
IT 6 - Vegetação de Caatinga	50,56	71,44	44,32	60,92
IT 7 - Praia e dunas	14,34	20,26	21,03	28,91
IT 8 - Área urbana	0,18	0,256	3,822	5,254
IT 9 - Solo exposto	1,28	1,80	0,522	0,718
Total	141,29	100 %	137,47	100 %

Fonte: Autores (2024).

Essas mudanças demonstram uma trajetória de substituição de formações naturais — especialmente os manguezais e suas zonas adjacentes — por usos antrópicos intensivos. A

perda de 9,55 km² de floresta de mangue em menos de 40 anos representa uma retração de cerca de 45% da vegetação original, impactando diretamente a integridade ecológica do ecossistema. Como demonstram Bernardino *et al.* (2021), a expansão da carcinicultura em áreas de mangue promove perdas expressivas de biodiversidade e emissões de gases de efeito estufa superiores às observadas na conversão de savanas para pastagens. A flexibilização de normas ambientais — como a revogação do Art. 303 do CONAMA — intensificou essa dinâmica, reduzindo a proteção institucional dos manguezais enquanto Áreas de Preservação Permanente (APPs).

Gomes *et al.* (2021) reforçam que a conversão dos mangues para fins de aquicultura compromete drasticamente o sequestro de carbono, sobretudo no solo, onde mais de 60% do estoque original pode ser perdido. Esse impacto é ainda mais severo em regiões como o Nordeste, onde os manguezais apresentam estoques naturalmente inferiores aos do Sudeste. Tais perdas não se limitam ao aspecto climático, afetando também os serviços ecossistêmicos relacionados à qualidade da água, à produtividade pesqueira e à proteção costeira.

A Figura 23 ilustra uma área de mangue severamente degradada em decorrência da expansão da salinicultura em Galinhos. A substituição total da vegetação nativa por tanques de sal provocou uma ruptura visível na continuidade ecológica do ecossistema, resultando em fragmentação da paisagem, bloqueio de canais de maré e perda de conectividade entre os compartimentos ambientais. Em campo, foi possível observar a eliminação da cobertura vegetal em trechos que anteriormente funcionavam como interface entre a floresta de mangue e as planícies de maré, evidenciando um processo contínuo de conversão e degradação ambiental.

Esses efeitos visíveis corroboram os achados de Lacerda *et al.* (2021), que apontam que os impactos da carcinicultura e da salinicultura nos manguezais nordestinos não se limitam à remoção direta da vegetação, mas se estendem por meio de efeitos indiretos e acumulativos. Entre eles, destacam-se as alterações hidrológicas provocadas pelo aterramento de canais, a redução da circulação de maré e o aumento da carga de nutrientes nos corpos d'água (eutrofização), que desequilibram o metabolismo do ecossistema. A diminuição da produtividade primária e da diversidade de espécies vegetais compromete o recrutamento natural e dificulta os processos de regeneração, tornando os danos ecológicos mais persistentes e de longa duração. Além disso, estudos recentes demonstram que a descarga de efluentes da carcinicultura altera significativamente a composição microbiana dos sedimentos e os processos de metabolismo do carbono, enfraquecendo ainda mais a resiliência dos

manguezais ao comprometer o funcionamento do ciclo biogeoquímico do carbono e a capacidade de sequestro de carbono azul (Zeng *et al.*, 2025).

Figura 23 - Extinção de setores de manguezal pela indústria salineira em Galinhos, RN.



Fonte: Autores (2024).

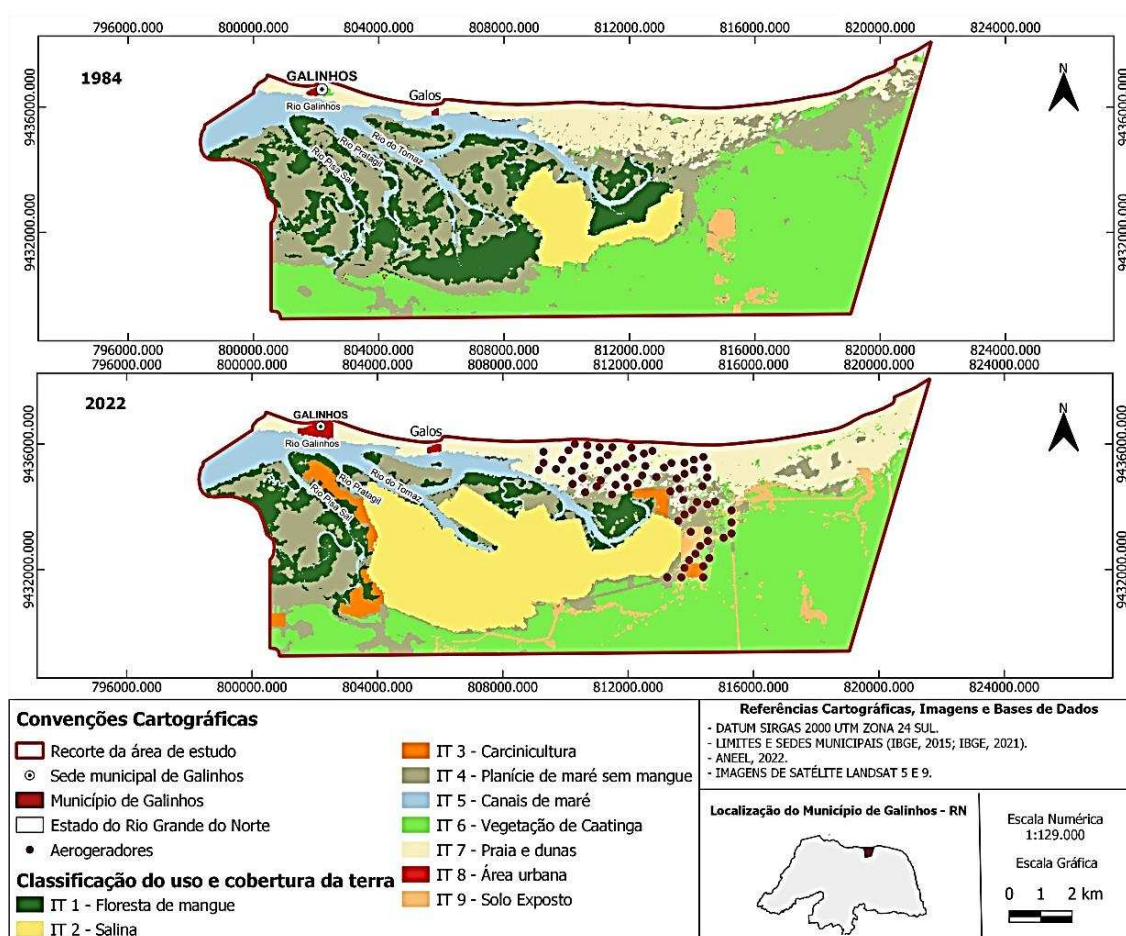
Do ponto de vista biogeoquímico, as consequências da conversão dos manguezais para usos como aquicultura salobra são ainda mais profundas. Conforme alertam Mitra e Sikder (2023), a remoção da vegetação, a escavação e o revolvimento do solo alteram o regime redox natural dos manguezais, promovendo a oxidação da matéria orgânica anteriormente acumulada. Esse processo desencadeia a liberação de grandes volumes de dióxido de carbono (CO_2) para a atmosfera, revertendo o papel climático dos manguezais de sumidouros para fontes líquidas de carbono (Mitra; Sikder, 2023). Além de eliminar a capacidade de sequestro de carbono via biomassa e solo, essa conversão gera um passivo ambiental de difícil reversão, agravando os efeitos das mudanças climáticas em escala local, regional e global. Su *et al.* (2025) reforçam esse cenário ao demonstrarem que sistemas aquícolas convencionais em áreas convertidas de manguezal apresentam fluxos de metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O) mais altos do que sistemas integrados com vegetação de mangue, destacando que a manutenção ou restauração da cobertura vegetal pode mitigar as emissões de gases de efeito estufa em zonas costeiras.

A Figura 24 apresenta o mapeamento da evolução da salinicultura e da carcinicultura em Galinhos entre os anos de 1984 e 2022, evidenciando a substituição progressiva da vegetação nativa por empreendimentos produtivos. As imagens Landsat, interpretadas em

conjunto com dados de campo, revelaram que salinas e viveiros de camarão foram implantados sobre áreas anteriormente ocupadas por floresta de mangue, especialmente em zonas morfologicamente classificadas como deltas de maré — áreas planas, alagáveis, com alta produtividade biológica e sensíveis às alterações hidrossedimentares.

Estimou-se que cerca de 9,55 km² de manguezal foram completamente suprimidos nesse período, com perda integral da vegetação e compactação do solo em diversos trechos. Segundo Das (2020), a eliminação da cobertura vegetal reduz drasticamente a capacidade dos manguezais de atuarem como barreiras naturais contra a erosão, uma vez que suas raízes profundas e entrelaçadas são essenciais para a fixação dos sedimentos e para a estabilização da linha de costa. A remoção dessa estrutura radicular deixa o solo exposto à ação das marés e à dinâmica do vento, intensificando o recuo costeiro e a vulnerabilidade de áreas adjacentes.

Figura 24 - Evolução das atividades de carcinicultura e salinicultura no município de Galinhos, Rio Grande do Norte, Brasil.



Fonte: Autores (2024).

No presente estudo, também foi observada a redução dos canais de maré, que passaram de 16,62 km² em 1984 para 14,14 km² em 2022. Esse decréscimo se relaciona diretamente ao soterramento causado pela construção de tanques e taludes, que obstruiu o fluxo hídrico e alterou a circulação estuarina. Treviño e Murillo-Sandoval (2021) demonstram que tais modificações na hidrodinâmica afetam o transporte de nutrientes, alteram a salinidade natural e comprometem a função dos manguezais como berçários para espécies de peixes e crustáceos — função crítica para a cadeia alimentar costeira e para a subsistência de comunidades tradicionais.

A movimentação de sedimentos também provocou transformações importantes no substrato. Foi identificado o uso de material terrígeno e arenoso, retirado das margens ou das dunas próximas, para a construção de diques, resultando no aterramento de áreas de solo lamoso e saturado, típicas dos manguezais. Fernandes *et al.* (2018) ressaltam que esse tipo de interferência compromete as propriedades físico-químicas do solo, reduz sua porosidade, altera o teor de salinidade e dificulta o reestabelecimento da vegetação nativa. A descaracterização do solo impede a regeneração natural, interrompendo ciclos ecológicos fundamentais, como a ciclagem de nutrientes e a filtragem da água.

Além disso, essa perturbação no solo e no regime hídrico tem implicações diretas sobre o balanço de carbono. Adame *et al.* (2021) apontam que a oxidação da matéria orgânica em solos expostos libera grandes quantidades de carbono previamente armazenado, reduzindo os estoques de carbono azul e contribuindo para a intensificação do efeito estufa. Esses processos transformam áreas antes estáveis do ponto de vista climático em fontes líquidas de emissões, agravando o impacto das mudanças climáticas regionais.

Estudos recentes confirmam que as atividades de carcinicultura exercem pressões diretas e cumulativas sobre os recursos naturais e os serviços ecossistêmicos associados aos manguezais. Entre os impactos mais recorrentes estão a degradação da qualidade da água, a redução da disponibilidade de água doce e a alteração dos regimes hidrológicos, fatores que comprometem não apenas a biodiversidade, mas também os habitats reprodutivos de peixes e crustáceos e, por consequência, a sustentabilidade da pesca artesanal (Soleimani-Sardo; Khanjani, 2023). Esses efeitos são ainda mais intensificados em regiões áridas e semiáridas, como o litoral nordestino, onde a maior sensibilidade climática e a escassez hídrica natural ampliam a vulnerabilidade dos ecossistemas costeiros. De forma semelhante, estudos em outras regiões tropicais evidenciam que o desenvolvimento acelerado da aquicultura, sem manejo sustentável, tem levado à substituição de grandes áreas de manguezal por viveiros de camarão, causando perda de cobertura vegetal, alteração da hidrologia e declínio na

produtividade ecológica, como documentado no Delta do Mahakam, na Indonésia (Fawzi; Husna, 2021).

No contexto do semiárido nordestino, a salinicultura também se configura como uma atividade de alto impacto. Como demonstrado por Pelage *et al.* (2019), a intensificação da produção de sal tem provocado não apenas a degradação da qualidade da água, mas também a alteração de processos geomorfológicos e hidrológicos essenciais à manutenção do equilíbrio dos estuários. A salinização progressiva dos solos e das águas estuarinas, associada ao represamento de canais e ao aterramento de áreas úmidas, compromete a funcionalidade ecológica dos manguezais. Essas alterações afetam diretamente funções como a purificação da água, o sequestro de carbono e a estabilização da linha de costa — serviços ecossistêmicos vitais para a resiliência ambiental e climática da zona costeira.

Esses padrões não são exclusivos de Galinhos. Maia *et al.* (2019), ao analisarem manguezais do estado do Ceará, identificaram que o desmatamento, o acúmulo de resíduos sólidos e a expansão desordenada de atividades produtivas influenciam negativamente a distribuição espacial das espécies e a diversidade biológica. Os autores enfatizam que os impactos não se restringem à perda da cobertura vegetal, mas atingem diretamente ciclos biogeoquímicos, cadeias alimentares e relações ecológicas fundamentais, gerando efeitos indiretos e de difícil reversão. Tais processos comprometem, ainda, a segurança alimentar de populações tradicionais, que dependem diretamente dos manguezais para subsistência e geração de renda (Afonso *et al.*, 2022).

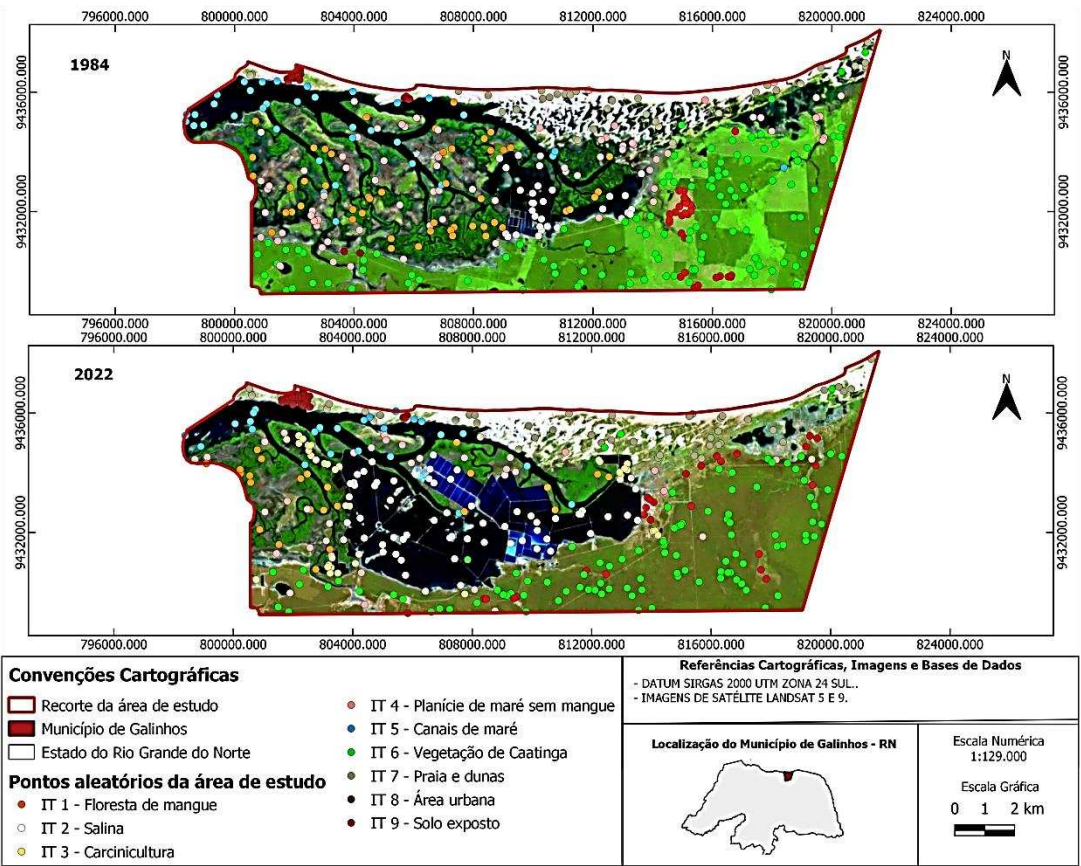
Em consonância, Lima *et al.* (2023) demonstram que a intensificação simultânea da carcinicultura e da salinicultura em regiões costeiras do semiárido nordestino eleva os riscos socioambientais, ao promover a redução da biodiversidade e enfraquecer os modos de vida de comunidades pesqueiras. A perda de serviços ecossistêmicos como proteção costeira, regulação hídrica e provisão de recursos alimentares compromete os meios de vida sustentáveis e aumenta a vulnerabilidade social em um cenário de mudanças ambientais e climáticas (Soares *et al.*, 2021).

Em Galinhos, esse quadro é visível tanto na transformação física do território — marcada pela conversão direta de manguezais, alteração da hidrodinâmica estuarina e fragmentação de habitats — quanto nos conflitos socioambientais gerados pela expansão de empreendimentos que não incorporam práticas de conservação ou compensação ambiental. A degradação dos manguezais compromete, assim, não apenas a integridade ecológica local, mas também o equilíbrio socioeconômico de populações que dependem desse ecossistema para manter suas práticas tradicionais, identidade cultural e segurança alimentar.

5.3.2 Validação do mapeamento temático

A validação do mapeamento temático referente aos anos de 1984 e 2022, a partir das imagens Landsat 5 e Landsat 9, foi conduzida por meio da matriz de erros e do cálculo dos índices de Exatidão Global e Kappa. Esses procedimentos metodológicos permitiram avaliar a precisão da classificação supervisionada, assegurando a correspondência entre os dados temáticos obtidos via sensoriamento remoto e a configuração espacial real da área de estudo. A análise estatística indicou valores elevados de precisão: a Exatidão Global ultrapassou 98% e o índice Kappa alcançou 0,9 para ambos os anos, o que evidencia consistência e confiabilidade nos dados produzidos. A Figura 25 ilustra a distribuição espacial dos pontos aleatórios utilizados na validação, os quais foram organizados proporcionalmente entre as nove classes de uso e cobertura da terra.

Figura 25 - Pontos aleatórios da imagem landsat 5 (1984), composição RGB543 e pontos aleatórios da imagem landsat 9 (2022), composição RGB654. Município de Galinhos, Rio Grande do Norte, Brasil.



Fonte: Autores (2024).

Essa amostragem balanceada garantiu representatividade estatística e permitiu aferir com precisão os padrões de transformação na paisagem costeira ao longo de quase quatro

décadas. A composição espectral RGB543 (1984) e RGB654 (2022) contribuiu para uma distinção eficaz entre os alvos temáticos, favorecendo a acurácia na classificação.

Visualmente, destaca-se o adensamento dos pontos nas classes IT 2 (Salina) e IT 3 (Carcinicultura) no ano de 2022, refletindo a expansão dessas atividades sobre áreas anteriormente ocupadas por manguezais e planícies de maré. Essa evidência espacial corrobora os resultados da análise multitemporal e reforça a importância da validação como ferramenta decisiva para certificar a qualidade do mapeamento temático em contextos de intensa transformação territorial.

A adoção de metodologias robustas de validação, como a matriz de confusão e o índice Kappa, é especialmente relevante em ecossistemas frágeis e dinâmicos, como os manguezais. Conforme destacam Medeiros *et al.* (2023), mesmo áreas legalmente protegidas estão sujeitas a pressões antrópicas persistentes — como a expansão da carcinicultura, da salinicultura e da monocultura agrícola — que afetam a vegetação, os padrões hidrológicos e a qualidade ambiental dos estuários. Assim, dados confiáveis tornam-se fundamentais para embasar políticas públicas e estratégias de manejo.

Complementarmente, Ottoni *et al.* (2021) ressaltam que, diante de retrocessos normativos e da flexibilização das proteções legais, é essencial produzir informações auditáveis e cientificamente validadas para garantir a eficácia das ações de monitoramento e conservação. No caso de Galinhos, os elevados índices de acurácia obtidos conferem legitimidade às análises realizadas, assegurando que as mudanças detectadas no uso e cobertura da terra representem fielmente as transformações socioambientais ocorridas no território.

A análise da matriz de erros referente ao mapeamento de 1984 indicou um desempenho preciso na atribuição de algumas classes, chamadas de ID = Identificação. Com destaque para Salina (ID 18), Canais de Maré (ID 69), Área Urbana (ID 75) e Floresta de Mangue (ID 43), que apresentaram índices de acurácia do usuário e do produtor iguais ou superiores a 0,98 (Tabela 3). Esses valores refletem um grau elevado de concordância entre os dados classificados e os pontos de validação obtidos em campo, confirmando a eficácia da classificação para essas categorias.

Entretanto, foram identificadas inconsistências pontuais em determinadas classes. A classe Vegetação de Caatinga (ID 10) foi confundida com Planície de Maré sem Mangue (ID 52) e com Praia e Dunas (ID 73), possivelmente devido à semelhança espectral entre essas coberturas em áreas de transição ecológica ou à variação sazonal na reflectância da vegetação. A classe Floresta de Mangue (ID 43) também apresentou um erro isolado, sendo classificada

como Planície de Maré sem Mangue, o que pode estar relacionado à proximidade morfológica entre esses ambientes e à dificuldade de distinção espectral em zonas de borda e Ecótonos.

Tabela 3 - Matriz de erros (1984). Legenda: ID: 10 -vegetação de caatinga, ID: 18 - salina, ID: 43 - floresta de mangue, ID: 52 - planície de maré sem mangue, ID: 69 - canais de maré, ID: 73 - praia e dunas, ID: 75 - área urbana, ID: 78 - solo exposto.

Classes	ID: 11	ID: 18	ID: 43	ID: 52	ID: 69	ID: 73	ID: 75	ID: 78	Total	Acurácia usuário
ID: 10	115	0	0	1	1	0	0	0	117	0,98
ID: 18	0	30	0	0	0	0	0	0	30	1,00
ID: 43	0	0	48	0	0	0	0	0	48	1,00
ID: 52	1	0	1	74	0	0	0	0	76	0,97
ID: 69	0	0	0	0	34	0	0	0	34	1,00
ID: 73	1	0	0	0	0	33	0	0	34	0,97
ID: 75	0	0	0	0	0	0	28	0	28	1,00
ID: 78	1	0	0	0	0	0	0	29	30	0,97
Total	118	30	49	75	35	33	28	29	397	
Acurácia produtor	0,98	1,00	0,98	0,99	0,97	1,00	1,00	1,00		

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Apesar dessas divergências, os resultados obtidos sustentam a confiabilidade geral do mapeamento temático para o ano de 1984 e demonstram a adequação do conjunto de treinamento utilizado na classificação supervisionada. No entanto, tais falhas pontuais reforçam a necessidade de aprimoramentos metodológicos. Congedo (2021) ressalta que a integração de ferramentas como o *Semi-Automatic Classification Plugin* (SCP) com métricas estatísticas robustas, como o índice Kappa, é fundamental para minimizar erros e aumentar a precisão nos mapeamentos temáticos. O uso de algoritmos bem ajustados, aliado à validação sistemática, permite gerar produtos cartográficos mais confiáveis e aplicáveis em políticas de conservação ambiental e planejamento territorial (Congedo, 2021).

A matriz de erros referente à classificação temática de 2022 demonstrou precisão consistente na identificação das principais classes de uso e cobertura da terra. As categorias Salina, Floresta de Mangue, Planície de Maré sem Mangue, Canais de Maré, Praia e Dunas, Área Urbana e Solo Exposto apresentaram valores de acurácia do usuário superiores a 0,95 (Tabela 4), indicando que o modelo de classificação supervisionada foi eficaz na discriminação espectral dessas classes dentro de um cenário costeiro complexo e heterogêneo.

Apesar do bom desempenho geral, foram observadas divergências pontuais que sugerem limitações metodológicas específicas. A classe Vegetação de Caatinga apresentou confusões com Salina, Planície de Maré sem Mangue e Solo Exposto — sendo um caso com cada uma das duas primeiras e três ocorrências com a última. Essas confusões podem decorrer de fatores como variações sazonais na cobertura vegetal, proximidade morfológica entre os ambientes e zonas de transição ecológica (Ecótonos), onde as assinaturas espectrais se sobrepõem.

A classe Carcinicultura também apresentou dois casos de confusão com Solo Exposto, o que pode indicar a presença de viveiros recém-implantados ou inativos, cuja reflectância superficial se assemelha a solos desnudos e interfere na acurácia da classificação. Essas situações indicam áreas críticas que demandam ajustes nos parâmetros do algoritmo de classificação e podem se beneficiar da incorporação de índices espectrais adicionais — como NDVI ou NDBI — e do uso de classificadores com maior sensibilidade a variações intraclasse.

Esses resultados não comprometem a robustez do mapeamento, mas apontam para a necessidade de aprimoramento nas fases de treinamento e validação do modelo, sobretudo em regiões onde há sobreposição entre feições naturais e intervenções antrópicas recentes. A reavaliação dessas áreas com abordagens multiespectrais ou multitemporais pode contribuir para reduzir as ambiguidades classificatórias e melhorar a representatividade dos padrões de ocupação do território no município de Galinhos.

Tabela 4 - Matriz de erros (2022). ID: 10 -vegetação de caatinga, ID: 18 - salina, ID: 28 - carcinicultura, ID: 43 - floresta de mangue, ID: 52 - planície de maré sem mangue, ID: 69 - canais de maré, ID: 73 - praia e dunas, ID: 75 - área urbana, ID: 78 - solo exposto.

Classes	ID: 10	ID: 18	ID: 28	ID: 43	ID: 52	ID: 69	ID: 73	ID: 75	ID: 78	Total	Acurá a usuário
---------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	-------	-----------------------

ID: 10	96	0	0	0	0	0	0	0	0	96	1,00
ID: 18	1	58	0	0	0	0	0	0	0	59	0,98
ID: 28	0	0	40	0	0	0	0	0	0	40	1,00
ID: 43	0	0	0	24	0	0	0	0	0	24	1,00
ID: 52	2	0	0	0	35	0	0	0	0	37	0,95
ID: 69	0	0	0	0	0	26	0	0	0	26	1,00
ID: 73	0	0	0	0	0	0	45	0	0	45	1,00
ID: 75	0	0	0	0	0	0	0	35	0	35	1,00
ID: 78	3	0	2	0	0	0	0	0	27	32	0,84
Total	102	58	42	24	35	26	45	35	27	394	
Acurácia produtor	0,96	1,00	0,93	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Com base nas análises realizadas e nos valores apresentados na Tabela 5, a avaliação da acurácia do mapeamento temático realizado para os anos de 1984 e 2022 demonstrou um desempenho estatístico confiável. Os resultados revelaram um coeficiente Kappa de 0,9 para ambas as classificações supervisionadas, com exatidão global de 98,4% para 1984 e 98,5% para 2022. O desvio padrão foi de 0,00675 em 1984 e 0,00600 em 2022, indicando consistência estatística elevada e forte concordância entre os dados classificados e os pontos de referência utilizados ($k > 0,8$).

Esses resultados confirmam a eficácia da metodologia empregada, sendo coerentes com as recomendações da literatura científica. Estudos como o de Ahmed *et al.* (2022) enfatizam que altos valores de Kappa são fundamentais para assegurar a qualidade de classificações de uso e cobertura da terra, sobretudo em áreas costeiras sujeitas a transformações rápidas. Além disso, Arifanti *et al.* (2022) reforçam que a validação rigorosa de produtos cartográficos, por meio de métricas como o índice Kappa e a exatidão global, é essencial para o planejamento e gestão sustentável de ecossistemas de manguezais.

Nesse contexto, os valores obtidos não apenas legitimam os resultados obtidos na análise multitemporal da área de estudo, como também fornecem uma base técnica robusta para a aplicação dos dados em políticas públicas, estratégias de conservação e monitoramento contínuo das alterações no território costeiro. O uso consistente de métricas confiáveis de acurácia fortalece a aplicabilidade dos mapeamentos temáticos na formulação de ações

preventivas e corretivas voltadas à proteção dos manguezais diante de pressões antrópicas e mudanças climáticas.

Tabela 5 - Estatísticas geradas para as classificações de cobertura da terra.

Data	Kappa	Exatidão global (%)	Desvio padrão
1984	0,98	98,45%	0,00675
2022	0,99	98,57%	0,00600

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

5.4 Conclusão

Este estudo teve como objetivo identificar e quantificar os fatores que ameaçam a floresta de mangue no município de Galinhos, Rio Grande do Norte, entre os anos de 1984 e 2022, com foco especial na análise dos impactos das atividades de salinicultura e carcinicultura. Os resultados revelaram uma significativa redução da cobertura de manguezais, atribuída à expansão de salinas e viveiros de camarão, conforme demonstrado nas análises de imagens de satélite e na classificação temática. A área de manguezal, que correspondia a 29,4% da cobertura de 1984, reduziu-se para 15,5% em 2022, evidenciando um processo de degradação ecológica que ameaça a biodiversidade local e os serviços ecossistêmicos essenciais que os manguezais proporcionam.

A aplicação de geotecnologias permitiu avaliar, com alta precisão, as mudanças na cobertura do solo, destacando a salinicultura e a carcinicultura como os principais responsáveis pela fragmentação dos manguezais. A precisão alcançada nas classificações supervisionadas, validada pelo índice Kappa, confirma a eficácia da metodologia adotada e destaca a importância de ferramentas geoespaciais para monitorar mudanças de uso e cobertura da terra.

Conclui-se que o sensoriamento remoto e o geoprocessamento aplicadas a análise multitemporal são ferramentas essenciais para orientar políticas públicas e o manejo sustentável. Para reduzir os impactos da salinicultura e da carcinicultura, é necessário implementar políticas de conservação que preservem os serviços ecossistêmicos dos manguezais e assegurem o bem-estar das comunidades que deles dependem.

6 CONCLUSÃO GERAL

Esta pesquisa analisou as interações entre sociedade e natureza nos ecossistemas de restinga e manguezal no litoral setentrional do Rio Grande do Norte, com base em três abordagens complementares: análise cienciométrica e revisão sistemática, estudo etnobotânico e sensoriamento remoto. A investigação revelou que a conservação desses ambientes é estratégica não apenas para a manutenção da biodiversidade, mas também para a sustentabilidade sociocultural das comunidades tradicionais que deles dependem.

A análise cienciométrica e a revisão sistemática da produção científica entre 2013 e 2022 evidenciaram um aumento expressivo das publicações a partir de 2018, refletindo o fortalecimento das redes colaborativas e o crescente interesse acadêmico pela conservação costeira. Os resultados confirmam a hipótese inicial do estudo, ao demonstrarem que, embora haja uma ampliação da produção científica voltada à conservação dos ecossistemas de restinga e manguezal, persistem lacunas significativas, sobretudo no que diz respeito à integração entre esses dois ecossistemas, à diversidade temática das pesquisas e à articulação efetiva entre os resultados científicos, as políticas públicas e as ações práticas de gestão ambiental. Esses achados reforçam a necessidade de agendas mais inclusivas, integradas e intersetoriais, capazes de promover a conservação de forma participativa e alinhada às demandas locais.

O estudo etnobotânico realizado com pescadores artesanais de Galinhos evidenciou o valor do conhecimento tradicional como uma ferramenta de conservação. As comunidades demonstraram amplo domínio sobre a flora nativa dos manguezais e, em menor grau, sobre a vegetação de restinga, evidenciando tanto a riqueza dos saberes locais quanto a vulnerabilidade desses ecossistemas diante da expansão de atividades como a salinicultura e a carcinicultura nas áreas de manguezal, e a urbanização e a introdução de espécies invasoras nas áreas de restinga. Os usos atribuídos às espécies vegetais reforçam a relevância cultural, medicinal e econômica dessas plantas, enquanto as ameaças apontadas pelos pescadores revelam uma percepção ambiental crítica e atenta às transformações territoriais. Dessa forma, os resultados confirmam a hipótese da pesquisa, ao demonstrarem que o conhecimento tradicional das comunidades locais sobre o uso sustentável das espécies vegetais nativas constitui, de fato, uma ferramenta eficaz para a conservação desses ambientes.

A análise multitemporal da cobertura vegetal dos manguezais, com base em imagens de satélite entre 1984 e 2022, revelou uma redução significativa de áreas de mangue, que passaram de 20,86 km² para 11,31 km². No mesmo período, observou-se um crescimento

acentuado da salinicultura (de 7,43 km² para 27,49 km²) e o surgimento da carcinicultura (3,12 km²). Esses dados demonstram que tais atividades foram os principais vetores da degradação dos manguezais, alterando a dinâmica hidrológica, comprometendo os serviços ecossistêmicos e elevando a vulnerabilidade socioambiental da região. Dessa forma, os resultados confirmam a hipótese da pesquisa, ao evidenciarem que as alterações na cobertura vegetal dos manguezais entre 1984 e 2022, no município de Galinhos, estão diretamente correlacionadas à expansão das atividades econômicas.

De forma integrada, os resultados desta pesquisa evidenciam a urgência de políticas públicas que aliem ciência, saber tradicional e tecnologias de monitoramento como o sensoriamento remoto. A conservação dos ecossistemas de restinga e manguezal no litoral nordestino requer um esforço conjunto, multidisciplinar e participativo, com foco na justiça ambiental e na valorização dos modos de vida locais. O fortalecimento de práticas sustentáveis e o engajamento comunitário são caminhos viáveis e necessários para garantir a resiliência desses territórios frente às transformações socioeconômicas e climáticas.

Recomendações para Trabalhos Futuros:

1. **Ampliação dos Estudos Etnobotânicos:** É recomendável expandir a realização de estudos etnobotânicos para outras comunidades costeiras do Nordeste brasileiro, com o objetivo de aprofundar a compreensão sobre a diversidade de conhecimentos tradicionais relacionados à flora nativa dos ecossistemas de restinga e manguezal. Essas investigações devem considerar as particularidades socioculturais de cada território e buscar estratégias para integrar esse saber tradicional aos programas de manejo e conservação ambiental.
2. **Monitoramento Multitemporal em Outras Regiões Costeiras:** Sugere-se ampliar os estudos de sensoriamento remoto para além do município de Galinhos, abrangendo outras áreas litorâneas do Nordeste brasileiro. A criação de séries temporais mais extensas, com uso de tecnologias geoespaciais de alta resolução, poderá fornecer subsídios para a identificação de áreas críticas e para o direcionamento de ações de conservação ambiental regionalmente adaptadas.
3. **Desenvolvimento de Políticas Públicas Integradas e Participativas:** Recomenda-se a realização de estudos que avaliem e proponham políticas públicas capazes de articular conservação ambiental, valorização do conhecimento tradicional e inclusão social. Essas políticas devem enfrentar os principais vetores de degradação costeira — como urbanização desordenada, carcinicultura e salinicultura — por meio de instrumentos legais eficazes, governança participativa e ordenamento territorial sensível à diversidade sociocultural.

4. Restauração Ecológica de Ecossistemas Degradados: É fundamental priorizar pesquisas voltadas à recuperação das áreas de manguezal e restinga impactadas por atividades econômicas intensivas. Tais estudos devem empregar dados provenientes do sensoriamento remoto para identificar os locais mais degradados, propondo ações de restauração ecológica com base em técnicas apropriadas e participação ativa das comunidades locais, visando à recuperação da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos.

5. Educação Ambiental e Valorização do Conhecimento Local: Estudos futuros devem abordar a criação de programas de educação ambiental voltados às comunidades costeiras, com ênfase na valorização dos saberes tradicionais como ferramentas para a conservação. A promoção do protagonismo comunitário, aliada à formação continuada em temas socioambientais, pode fortalecer práticas sustentáveis, ampliar a consciência ecológica e consolidar estratégias de gestão participativa dos territórios.

6. Avaliação da Efetividade das Unidades de Conservação: Sugere-se a investigação sobre a eficácia das Unidades de Conservação existentes em proteger os ecossistemas de restinga e manguezal, considerando aspectos como fiscalização, ocupação irregular, gestão participativa e adesão das populações locais às normas de uso. Estudos nessa linha poderão indicar lacunas operacionais e propor medidas para aprimorar os instrumentos de conservação já implementados.

7. Análise de Impactos Cumulativos nas Zonas Costeiras: É recomendável que pesquisas futuras explorem os efeitos acumulativos e sinérgicos de múltiplas pressões antrópicas sobre os ecossistemas costeiros. A interação entre diferentes vetores de impacto — como turismo predatório, carcinicultura, salinicultura e expansão urbana — ainda é pouco compreendida, e seu entendimento é necessário para a formulação de políticas ambientais mais eficazes e integradas.

Essas recomendações visam não apenas suprir lacunas identificadas nesta pesquisa, mas também orientar ações concretas para garantir a conservação efetiva dos ecossistemas costeiros no Nordeste brasileiro. Ao integrar abordagens científicas, tecnologias de monitoramento e saberes tradicionais, torna-se possível construir caminhos mais sustentáveis, justos e resilientes para os territórios litorâneos.

REFERÊNCIAS

- ADAME, Maria Fernanda *et al.* Future carbon emissions from global mangrove forest loss. **Global Change Biology**, [s. l.], v. 27, n. 12, p. 2856-2866, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1111/gcb.15571>.
- AFONSO, Filipa *et al.* Community perceptions about mangrove ecosystem services and threats. **Regional Studies in Marine Science**, [s. l.], v. 49, p. 102114, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2021.102114>.
- AHMED, Nesar; TURCHINI, Giovanni M. The evolution of the blue-green revolution of rice-fish cultivation for sustainable food production. **Sustainability Science**, [s. l.], v. 16, n. 4, p. 1375-1390, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11625-021-00924-z>.
- AHMED, Shamim *et al.* Salinity reduces site quality and mangrove forest functions. From monitoring to understanding. **Science of the Total Environment**, [s. l.], v. 853, n.158662, p. 1-14, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158662>.
- ALBUQUERQUE, Rita; SANTOS, Marcos; MAIA, Rafaela. Estratégias para Educação Ambiental sobre o ecossistema manguezal na Educação Básica. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, [s. l.], v. 16, n. 5, p. 115-133, 2021. DOI: <https://doi.org/10.34024/revbea.2021.v16.11672>.
- ALMEIDA JR, Eduardo Bezerra de; ZICKEL, Carmen Silvia. Análise fitossociológica do estrato arbustivo-arbóreo de uma floresta de restinga no Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Pernambuco, v. 7, n. 2, p. 286-291, 2012. DOI: <https://doi.org/10.5039/agraria.v7i2a1218>.
- ALMEIDA JR, Eduardo Bezerra de; ZICKEL, Carmen Silvia; PIMENTEL, Rejane Magalhães de Mendonça. Caracterização e espectro biológico da vegetação do litoral arenoso do Rio Grande do Norte. **Revista de Geografia**, Pernambuco, v. 23, p. 66-86, 2006. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/article/download/228671/23093>. Acesso em: 06 abr. 2025.
- ALVES, Natanael Batista Pereira. Políticas públicas no âmbito da gestão de espécies exóticas invasoras: estudo de caso da *Leucaena leucocephala*. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Minas Gerais, v. 20, n. 2, p. 1-10, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.5892/ruvrd.v20i2.6291>.
- ALVES, Rômulo Romeu Nóbrega; SASSI, Roberto; SANTANA, Gindomar Gomes. The mangrove forest at the Bucatu Lagoon, Northeast Brazil: structural characterization and anthropic impacts. **Tropical Conservation Science**, [s. l.], v. 6, n. 2, p. 254-267, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1177/194008291300600207>.
- AMARAL, Yuri Teixeira *et al.* Landscape structural analysis of the Lençóis Maranhenses national park: Implications for conservation. **Journal for Nature Conservation**, [s. l.], v. 51, p. 125725, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2019.125725>.

ANDRADE, Isis Leite Medeiros Mascarenhas *et al.* Espécies arbóreas utilizadas por pescadores para a construção de jangadas, Área de Proteção Ambiental Costa de Itacaré-Serra Grande, Bahia, Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 67, n. 1, p. 45-54, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-7860201667104>.

ARAUJO, Ana Cássia Medeiros; SILVA, Ariade Nazaré Fontes da; ALMEIDA JR., Eduardo Bezerra de. Structural characterization and conservation status of the herbaceous stratum at Praia de São Marcos dunes, Maranhão State, Brazil. **Acta Amazonica**, [s. l.], v. 46, p. 247-258, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4392201504265>.

ARIFANTI, Virni Budi *et al.* Challenges and strategies for sustainable mangrove management in Indonesia: A review. **Forests**, Suíça, v. 13, n.5, p. 1 - 18, abr. 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/f13050695>.

ARRUDA, Ana Paula Serpa Nogueira de. Condições habitacionais e Pesca artesanal: Uma análise dos municípios da Bacia de Campos-RJ. **Revista Política e Planejamento Regional**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 2, p. 123-140, 2023. Disponível em: <https://revistapr.com.br/conteudo.php?m=NTAy&l=tx>. Acesso em: 17 jan. 2025.

ASHTON, Elizabeth Clare. The impact of shrimp farming on mangrove ecosystems. *Cab Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, [s. l.], v. 3, 2008. DOI: <http://doi.org/10.1079/pavsnr20083003>.

AZEVEDO-JÚNIOR, Severino Mendes de *et al.* Estado da arte do conhecimento da avifauna da Caatinga. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, Pernambuco, v. 8, n. 2, p. 110-122, 2023. DOI: <https://doi.org/10.24221/jeap.8.2.2023.5234.110-122>.

BARBERENA, Felipe Fajardo Villela Antolin; SOUSA, Tainan da Silva; ROCHA JÚNIOR, José Antônio Lima. Mapping threats to the orchid populations in an environmental protection area in Bahia, Northeast Brazil. **Oecologia Australis**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 2, p. 346-356, 2019. DOI: <https://doi.org/10.4257/oeco.2019.2302.12>.

BARBIER, Edward B. *et al.* The value of estuarine and coastal ecosystem services. **Ecological monographs**, Estados Unidos da América, v. 81, n. 2, p. 169-193, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1890/10-1510.1>.

BARBOSA, Taísa Andrade; GOMES FILHO, Raimundo Rodrigues. Biodiversidade e conservação da Caatinga: revisão sistemática. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, Pernambuco, v. 7, n. 4, p. 177-189, 2022. DOI: <https://doi.org/10.24221/jeap.7.4.2022.5228.177-189>.

BARBOSA, Wellynne Carla de Sousa; VALLADARES, Gustavo Souza. Analysis of the landscape and land use changes in the Brazilian northeast, semiarid coast. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 32, p. 620-632, 2022. DOI: <https://doi.org/10.14393/SN-v32-2020-48038>.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011, 229 p.

BASTOS, Maria de Nazaré do Carmo. A importância das formações vegetais da restinga e do manguezal para as comunidades pesqueiras. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**.

Série Antropologia, Belém, v. 11. n. 1, p. 41-56, 1995. Disponível em: <http://repositorio.museu-goeldi.br/handle/mgoeldi/568>. Acesso em: 02 abr. 2025.

BECHARA, Fernando Campanhã *et al.* Vegetation and seed bank of an open-scrub bush restinga formation in the Southeastern coast of Brazil. **Revista de Biologia Tropical**, Costa Rica, v. 68, n. 2, p. 541–550-541–550, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v68i2.39241>.

BEESTON, Mark *et al.* **Diretrizes para melhores práticas de restauração de manguezais**. 1. ed. Global Mangrove Alliance: GMA. 2023. 278p. Disponível em: <https://www.mangrovealliance.org/wp-content/uploads/2024/02/Portuguese-Best-Practice-Mangrove-Restoration-Guidelines.pdf>. Acesso em: 06 abr. 2025.

BEHAR, Lydia; YANO, O; VALLANDRO, G. C. Briófitas da restinga de Setiba, Guarapari, Espírito Santo. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, Espírito Santo, v. 1, p. 25-38, 1992. Disponível em: https://www.rmpceologia.com/atlas/literatura/ART/Art_09.pdf. Acesso em: 09 abr. 2025.

BERNARDINO, Angelo F.; NÓBREGA, Gabriel N.; FERREIRA, Tiago O. Consequences of terminating mangrove's protection in Brazil. **Marine Policy**, [s. l.], v. 125, p. 104389, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.104389>.

BEZERRA, Mirna Andrade *et al.* Contribuições e perspectivas da pesquisa brasileira sobre plantas alimentícias silvestres com foco no semiárido. **Iheringia, Série Botânica**, Porto Alegre, v. 77, p. e2022003, 2022. DOI: <https://doi.org/10.21826/2446-82312022v77e2022003>.

BOCKORNI, Beatriz Rodrigues Silva; GOMES, Almiralva Ferraz. A amostragem em snowball (bola de neve) em uma pesquisa qualitativa no campo da administração. **Revista de Ciências Empresariais da UNIPAR**, Paraná, v. 22, n. 1, p. 105-117, 2021. DOI: <https://doi.org/10.25110/receu.v22i1.8346>.

BORGES, Luís Antônio Coimbra; REZENDE, José Luiz Pereira de; PEREIRA, José Aldo Alves. Evolução da legislação ambiental no Brasil. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Paraná, v. 2, n. 3, p. 447-466, 2009. DOI: <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2009v2n3p447-466>.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de outubro de 1988, atualizada até a Emenda Constitucional nº 39, de 19 de dezembro de 2002. 31. ed. São Paulo: Saraiva, 2003. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 22 mar. 2025.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução CONAMA nº 10, de 1º de outubro de 1993. Estabelece os parâmetros básicos para análise dos estágios de sucessão de Mata Atlântica. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 5 out. 1993. Seção 1. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=135. Acesso em: 22 mar. 2025.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução CONAMA nº 004 de 04 de maio de 1994. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 04 mai. 1994. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/RE0004-040594.PDF>. Acesso em: 28 jan. 2025.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução CONAMA nº 004, de 18 de setembro de 1985. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 18 set. 1985. Disponível em: <https://acervo.socioambiental.org/sites/default/files/documents/J0D00012.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2025.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 20 mar. 2022. Disponível em: siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=274. Acesso em: 28 mar. 2025.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução CONAMA nº 417, de 23 de novembro de 2009. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 nov. 2009. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=598. Acesso em: 28 jan. 2022.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução CONAMA nº 446, de 30 de dezembro de 2011. Aprova a lista de espécies indicadoras dos estágios sucessionais de vegetação de restinga para o Estado do Rio Grande do Norte, de acordo com a Resolução nº 417, de 23 de novembro de 2009. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 20 dez. 2011. Disponível em: https://www.normasbrasil.com.br/norma/resolucao-446-2011_115452.html. Acesso em: 28 jul. 2022.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução CONAMA nº 312, de 10 de outubro de 2002. Dispõe sobre o licenciamento ambiental dos empreendimentos de carcinicultura na zona costeira. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 18 out. 2002, Seção 1. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=330. Acesso em: 28 jul. 2022.

BRASIL. Decreto nº 23.793, de 23 de janeiro de 1934. Aprova o código florestal que com este baixa. O chefe do governo provisório da República dos Estados Unidos do Brasil, usando das atribuições que lhe confere o art. 1º do decreto n. 19.398, de 11 de novembro de 1930. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 09 fev. 1934. Seção 1. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1930-1939/decreto-23793-23-janeiro-1934-498279-publicacaooriginal-78167-pe.html>. Acesso em: 30 mar. 2025.

BRASIL. **Lei Federal nº 4.771, de 15 de setembro de 1965**. Institui o novo Código Florestal. República Federativa do Brasil, Casa Civil, 1965. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4771.htm. Acesso em: 26 abr. 2022.

BRASIL. **Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006.** Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 26 dez. 2006. Seção 1. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11428.htm. Acesso em: 27 mar. 2025.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União: Poder Executivo, Brasília, DF, ano 147, n. 147, p. 3, 3 ago. 2010. Seção 1. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 24 jan. 2025.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938/1981, 9.393/1996 e 11.428/2006; revoga as Leis nºs 4.771/1965 e 7.754/1989 e a Medida Provisória nº 2.166-67/2001. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 28 mai. 2012. Seção 1. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 22 mar. 2025.

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000.** Regulamenta o art. 225, §1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 19 jul. 2000. Seção 1. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm. Acesso em: 22 mar. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016. Dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, n. 98, p. 44–46, 24 maio 2016. Seção 1. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cns/2016/res0510_07_04_2016.html. Acesso em: 24 jan. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente; SOS Mata Atlântica. **Nove dos 17 estados da Mata Atlântica estão no nível do desmatamento zero, aponta estudo.** 2019. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/noticias/atlas-da-mata-atlantica>. Acesso em: 7 abr. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Mata Atlântica.** 2024. Governo do Brasil. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/biomas-e-ecossistemas/biomas/mata-atlantica#:~:text=A%20Mata%20Atl%C3%A2ntica%20%C3%A9%20composta,manguezais%2C%20vegeta%C3%A7%C3%B5es%20de%20restingas%2C%20campos>. Acesso em: 7 abr. 2025.

BRESOLIN, Antonio. Flora da restinga da Ilha de Santa Catarina Material Suplementar: carta chorographica do município de Florianópolis. **INSULA Revista de Botânica**, Santa Catarina, v. 10, p. 3-54, 1979. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/insula/article/view/13574>. Acesso em: 06 abr. 2025.

BURTET, Giani; FONTANELA, Cristiani; MAROCCO, Andréa de Almeida Leite. A proteção dos conhecimentos tradicionais: uma abordagem a partir da agenda 2030 da ONU.

Revista Grifos, Chapecó, v. 31, n. 55, p. 141-156, 2022. DOI: <https://doi.org/10.22295/grifos.v31i55.6221>.

BUSTAMANTE, Juliana da Motta; PRATES, Rodolfo Coelho; CREMER, Marta Jussara. Percepção ambiental dos serviços ecossistêmicos e impactos degradantes ao manguezal pela população urbana, Baía Babitonga-Brasil. **Ambiente & Sociedade**, [s. l.], v. 27, p. e00052, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc00501vu27L3AO>.

CALLOU, Maria Auxiliadora Macedo *et al.* Impacto da intervenção para o consumo de frutas e hortaliças em escolas públicas no Brasil: revisão sistemática com meta-análise e metarregressão. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 4, p. 37921-37932, 2021. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n4-313>.

CÂMARA, Carlos Piffero *et al.* Ethnobotanical perception associated with beekeeping: plant species with honey potential for the Potiguar Semiarid, Caatinga region, Rio Grande do Norte State, Brazil. **Hoehnea**, São Paulo, v. 48, p. e102021, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/2236-8906-10/2021>.

CANAFÍSTULA, Francisco Pereira *et al.* Pescadores artesanais da foz do Rio Amazonas, Amazônia, Brasil. **Desenvolvimento Socioeconômico em Debate**, [s. l.], v. 7, n. 2, p. 102-121, 2021. DOI: <https://doi.org/10.18616/rdsd.v7i2.6361>.

CAPRETZ, Robson; MADALOSSO, Simone. Conexão oceano, ciência e sociedade. **Ciência e Cultura**, [s. l.], v. 73, n. 2, p. 19-23, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.21800/2317-66602021000200006>.

CARLUCCI, Marcos Bergmann; MARCILIO-SILVA, Vinícius; TOREZAN, José Marcelo. The southern Atlantic Forest: use, degradation, and perspectives for conservation. *In*: MARQUES, Marcia C. M; GRELE, Carlos E. V (Org.). **The Atlantic Forest: History, biodiversity, threats and opportunities of the mega-diverse Forest**, Rio de Janeiro: Editora Springer, 2021. p. 91-111. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-55322-7>.

CARVALHO, Cecília de Souza *et al.* Levantamento etnobotânico na Comunidade Rural de Santa Marta, Município de Corrente, Estado do Piauí, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, Florianópolis, v. 7, n. 17, p. 1483-1498, 2020a. DOI: [https://doi.org/10.21438/rbgas\(2020\)071728](https://doi.org/10.21438/rbgas(2020)071728).

CARVALHO, Elena Almeida de *et al.* Usos sociais do manguezal por comunidades tradicionais no estado do Pará, Brasil. **Biota Amazônia**, Amapá, v. 9, n. 2, p. 43-46, 2019. DOI: <http://orcid.org/0000-0002-7589-8084>.

CASARIN, Sidnéia Tessmer *et al.* Tipos de revisão de literatura: considerações das editoras do Journal of Nursing and Health. **Journal of Nursing and Health**, Pelotas, v. 10, n. 5, p. e20104031, 2020. DOI: <https://doi.org/10.15210/jonah.v10i5.19924>.

CASTILLO-SANTIAGO, Miguel Ángel; MONDRAGÓN-VÁZQUEZ, Edith; DOMÍNGUEZ-VERA, Roberto. Sample data for thematic accuracy assessment in QGIS. *In*: García - Álvarez, M. T. *et al.* (Org.), **Land Use Cover Datasets and Validation Tools**. Springer, Cham. p. 85-96, 2022. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-90998-7_6.

CAVALCANTE, Felipe Sant'Anna *et al.* Ethnobotanical studies in Brazil: an analysis of the man-sustainable development relationship. **Contribuciones a Las Ciencias Sociales**, [s. l.], v. 16, n. 8, p. 8302-8319, 2023. DOI: <https://doi.org/10.55905/revconv.16n.8-006>.

CAVALCANTE, Felipe Sant'Anna; SCUDELLER, Veridiana Vizoni. A etnobotânica e sua relação com a sustentabilidade ambiental. **Revista Valore**, Rio de Janeiro, v. 7, p. e-7050, 2022. DOI: <https://doi.org/10.22408/revva7020221065e-7050>.

CAVALCANTI, Livia Brandão Mota A proteção da zona costeira e a conservação da biodiversidade marinha no contexto de planejamento integrado urbano sustentável. **Revista do Ministério Público de Contas do Estado do Paraná**, Paraná, v. 9, n. 16, p. 125-137, 2022. Disponível em: <https://revista.mpc.pr.gov.br/index.php/RMPCPR/article/view/112/97>. Acesso em: 02 mar. 2025.

CEBRIÁN-PIQUERAS, Miguel A. *et al.* Scientific and local ecological knowledge, shaping perceptions towards protected areas and related ecosystem services. **Landscape Ecology**, [s. l.], v. 35, n. 11, p. 2549-2567, 2020. DOI: <http://doi.org/10.1007/s10980-020-01107-4>.

CONCEIÇÃO, Laíse Carla Almeida da *et al.* A pesca artesanal e a sucessão geracional no município de Maracanã, estado do Pará, Brasil. **Guaju**, Paraná, v. 6, n. 1, p. 70-85, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5380/guaju.v6i1.71232>.

CONGALTON, Russell Gongalton. A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. **Remote Sensing of Environment**, [s. l.], v. 49, n. 12, p. 1671-1678, 1991. DOI: [https://doi.org/10.1016/0034-4257\(91\)90048-b](https://doi.org/10.1016/0034-4257(91)90048-b).

CONGEDO, Luca. Semi-Automatic Classification Plugin: A Python tool for the download and processing of remote sensing images in QGIS. **Journal of Open Source Software**, [s. l.], v.6, n.64, p. 1-6, 2021. DOI: <https://doi.org/10.21105/joss.03172>.

CORRÊA, André Micaldas *et al.* Organizando os usos e funções dos vegetais: a etnobotânica auxiliando na prevenção e diminuição da Cegueira Botânica. **Educação**, Santa Maria, v. 46, n. 1, p. 1-26, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5902/1984644440631>.

COSTA NETO, Leão Xavier. Fácies sedimentares dos canais de despesca de uma fazenda de carcinicultura no município de Galinhos/RN, Brasil. 2012. In: VII CONNEPI - Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação, 2012, Palmas. **Anais [...]**. Palmas: IFTO, 2012. Disponível em: <https://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/view/3137>. Acesso em: 31 mar. 2025.

COSTA, Breno Gustavo Bezerra *et al.* Mercury distribution in a mangrove tidal creek affected by intensive shrimp farming. **Bulletin of environmental contamination and toxicology**, [s. l.], v. 90, p. 537-541, 2013. DOI: <http://doi.org/10.1007/s00128-012-0957-4>.

COSTA, Diógenes Félix da Silva *et al.* Serviços ecossistêmicos prestados pelas áreas úmidas do sistema estuarino Galinhos-Guamaré (RN), Nordeste do Brasil. **Revista da ANPEGE**, Dourados, v. 16, n. 31, p. 115-135, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5418/ra2020.v16i29.8585>.

COSTA, Diógenes Félix Silva da *et al.* Mapping and Assessment of Landscape's Capacities to Supply Ecosystem Services in the Semi-Arid Coast of Brazil—A Case Study of Galinhos-

Guamaré Estuarine System. **Coasts**, [s. l.], v. 2, n. 3, p. 244-258, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/coasts2030012>.

CRUZ, Sávio de Sá Leitão; SILVA, Ricardo Gilson da Costa. Território pesqueiro artesanal no estado de Rondônia: análise e reflexões. **Contribuciones a Las Ciencias Sociales**, [s. l.], v. 16, n. 2, p. 818-843, 2023. DOI: <https://doi.org/10.55905/revconv.16n.2-023>.

DÁGOLA, Pedro Henrique Castello Branco; PINTO, Augusto Eduardo Miranda; MOREIRA, Marcos Antonio Cruz. Empreendimentos na zona costeira brasileira: proteção legal e impactos ambientais. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, Pernambuco, v. 10, n. 2, 2022. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7321694>.

DANTAS, Fernanda Raphaela Alves; SONAGLIO, Kerlei Eniele. Governança do Turismo e Áreas Naturais Protegidas: Análise do Polo Turístico Costa das Dunas-RN, Brasil. **Rosa dos Ventos**, Caxias do Sul, v. 13, n. 1, p. 177-189, 2021. DOI: <https://doi.org/10.18226/21789061.v13i1p177>.

DAS, Saudamini. Does mangrove plantation reduce coastal erosion? Assessment from the west coast of India. **Regional Environmental Change**, [s. l.], v. 20, n. 2, p. 58, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10113-020-01637-2>.

DEPRÁ, Mariana Scaramussa; EVANS, Darren Mark; GAGLIANONE, Maria Cristina. Pioneer herbaceous plants contribute to the restoration of pollination interactions in restinga habitats in tropical Atlantic Forest. **Restoration Ecology**, [s. l.], v. 30, n. 4, p. e13544, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1111/rec.13544>.

DIAS, Eduardo JR; ROCHA, Carlos F. D. Habitat structural effect on Squamata Fauna of the restinga ecosystem in Northeastern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 86, n. 1, p. 359-371, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/0001-3765201420130006>.

DIAS, Henrique Machado; SOARES, Mario Luiz Gomes; NEFFA, Elza. Espécies florestais de restingas como potenciais instrumentos para gestão costeira e tecnologia social em Caravelas, Bahia (Brasil). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 3, p. 727-740, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/1980-509820142403020>.

DIEGUES, Antonio Carlos Sant'Ana. **Conhecimento e manejo tradicionais: ciência e biodiversidade**. São Paulo: NUPAUB, 2000. Disponível em: <https://nupaub.fflch.usp.br/sites/nupaub.fflch.usp.br/files/color/cienciabio.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2025.

DINIZ, Marco Túlio Mendonça; FERREIRA, Anderson de Souza; MARIA, Girleany Kelly Macêdo de. Análise integrada da paisagem e formas de uso do solo no litoral de Galinhos/RN: subsídios à gestão integrada da zona costeira. **Caderno de Geografia**, Minas Gerais, v. 25, n. 44, p. 49-69, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5752/P.2318-2962.2015v25n44p49>.

DONATO, Helena; DONATO, Mariana. Stages for Undertaking a Systematic Review. **Acta medica portuguesa**, Portugal, v. 32, n. 3, p. 227-235, 2019. DOI: <https://doi.org/10.20344/amp.11923>.

DUAVÍ, Wersângela Cunha *et al.* Are pesticides only a problem from rural areas? The case of a highly urbanised tropical mangrove (Fortaleza, CE, Brazil). **International Journal of Environmental Analytical Chemistry**, Reino Unido, v. 103, n. 17, p. 5868–5886, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1080/03067319.2021.1946524>.

EID, Ebrahim M. *et al.* Evaluation of carbon stock in the sediment of two mangrove species, *Avicennia marina* and *Rhizophora mucronata*, growing in the Farasan Islands, Saudi Arabia. **Oceanologia**, [s. l.], v. 62, n. 2, p. 200-213, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.oceano.2019.12.001>.

FABRICANTE, Juliano Ricardo *et al.* Biological invasion in Restinga sites in northeastern Brazil. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 10, n. 6, p. e484106159422021, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i6.15942>.

FABRICANTE, Juliano Ricardo *et al.* Invasive alien plants in Sergipe, north-eastern Brazil. **Neotropical Biology and Conservation**, Rio Grande do Sul, v. 16, n. 1, p. 89-104, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3897/neotropical.16.e56427>.

FARIA, Michel Barros; RIBEIRO, Maria Clara Santos; FERRAZ, Daniel da Silva. Effects of habitat fragmentation on the geographic distribution of *Chrysocyon brachyurus* Illiger, 1815 (Carnivora, Canidae) in the State of Minas Gerais. **Acta Biologica Brasiliensia**, Minas Gerais, v. 3, n. 1, p. 5-13, 2020. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/342464114>. Acesso em: 02 jun. 2025.

FARIAS, Pedro Levy Costa Catunda *et al.* Análise cienciométrica sobre o ensino de etnobotânica no Brasil (2009-2019). **Revista Praxis**, [s. l.], v. 13, n. 1, p. 28-35, 2021. DOI: <https://doi.org/10.47385/praxis.v13.n1sup.3633>.

FAWZI, N. I.; HUSNA, V. N. **Aquaculture development monitoring on mangrove forest in Mahakam Delta, East Kalimantan**. In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. [s. l.]: IOP Publishing, 2021. p. 12002. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/750/1/012002>.

FAZITO, Mozart Rezende Filho; LOCATEL, Celso Donizete. **Second Homes Tourism, Land Market and Social Inequalities in the Brazilian Northeastern Coast**. In: International Critical Tourism Studies 2015, Opatija, 2015. 20p. Disponível em: <https://bpb-us-e1.wpmucdn.com/wp.nyu.edu/dist/b/657/files/2015/06/Fazito-and-Locatel.pdf?bid=657>. Acesso em: 05 abr. 2025.

FERNANDES, Rogério Taygra Vasconcelos *et al.* An evaluation of the economic viability of environmental offsets in the saltworks industry. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 50, n. 5, p. e20180985, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20180985>.

FERNANDES, Rogério Taygra Vasconcelos *et al.* Capacidade de diluição de efluentes da indústria salineira em estuários de regiões semiáridas. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Santa Catarina, v. 9, n. 3, p. 217-234, 2020. DOI: <https://doi.org/10.19177/rgsa.v9e32020217-234>.

FERNANDES, Rogério Taygra Vasconcelos *et al.* Estuaries Environmental Monitoring Associated with Solar Salt Production in the Brazilian Semiarid. **Brazilian Archives of**

Biology and Technology, [s. l.], v. 65, p. e22210117, 2022b. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4324-202210117>.

FERNANDES, Rogério Taygra Vasconcelos *et al.* Impacto da carcinicultura no manguezal do rio das Conchas, Porto do Mangue, Rio Grande do Norte. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 30, n. 3, p. 64-84, 2018. DOI: <https://doi.org/10.14393/SN-v30n3-2018-4>.

FERNANDES, Rogério Taygra Vasconcelos *et al.* Monitoramento ambiental das águas do estuário do rio das conchas (RN) próximo a uma unidade de extração de sal. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Santa Catarina, v. 8, n. 2, p. 361-385, 2019. DOI: <https://doi.org/10.19177/rgsav8e22019361-385>.

FERNANDES, Rogério Taygra Vasconcelos *et al.* Ocupação de áreas de preservação permanente pela indústria salineira e potenciais impactos econômicos da recuperação de manguezais. **Revista Ibero-americana de Ciências Ambientais**, [s. l.], v. 13, p. 1-20, 2022a. DOI: <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2022.011.0018>.

FERNÁNDEZ-LLAMAZARES, Álvaro *et al.* Rapid ecosystem change challenges the adaptive capacity of local environmental knowledge. **Global Environmental Change**, [s. l.], v. 31, p. 272-284, 2015. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.02.001>.

FERREIRA, Alexander Cesar *et al.* Mangrove Recovery in Semiarid Coast Shows Increase of Ecological Processes from Biotic and Abiotic Drivers in Response to Hydrological Restoration. **Wetlands**, [s. l.], v. 42, n. 7, p. 80, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13157-022-01603-0>.

FERREIRA, Alexander Cesar; LACERDA, Luiz Drude. Degradation and conservation of Brazilian mangroves, status and perspectives. **Ocean & Coastal Management**, [s. l.], v. 125, p. 38-46, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2016.03.011>.

FERREIRA, André Luís de Souza; PASA, Maria Corette; NUNEZ, Cecília Verônica. A etnobotânica e o uso de plantas medicinais na Comunidade Barreirinho, Santo Antônio de Leverger, Mato Grosso, Brasil. **Interações (Campo Grande)**, Campo Grande, v. 21, p. 817-830, 2020. DOI: <https://doi.org/10.20435/inter.v21i4.1924>.

FERREIRA, Bruno *et al.* Patrimônio Geológico do Litoral da Região Metropolitana de Maceió—RMM, Estado de Alagoas, Nordeste do Brasil. **Revista de Geociências do Nordeste**, Rio Grande do Norte, v. 5, n. 2, p. 108-130, 2019. DOI: <https://doi.org/10.21680/2447-3359.2019v5n2ID18737>.

FERREIRA, Sandra Farias Miranda de; MIRANDA, Antonio Carlos de; GOMES, Haroldo Pereira. Um estudo de uma comunidade de trabalhadores em salinas: o impacto ambiental e uma proposta em educação ambiental. **Revista Científica ANAP Brasil**, São Paulo, v. 8, n. 10, p. 65-81, 2015. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/0615/46c80d58dd420ac10e96cf4ebfc823c8c0d7.pdf>. Acesso em: 06 abr. 2025.

FITZGERALD, R. W.; LEES, B. G. Assessing the classification accuracy of multisource remote sensing data. **Remote Sensing of Environment**, [s. l.], v. 47, n. 3, p. 362-368, 1994. DOI: [https://doi.org/10.1016/0034-4257\(94\)90103-1](https://doi.org/10.1016/0034-4257(94)90103-1).

FÖEGER, Tarcisio José. Da pesca do alimento às zonas de exclusão: o conflito territorial entre a pesca tradicional, os empreendimentos portuários e a preservação ambiental no litoral brasileiro. **Geografares**, Vitória, n. 25, p. 374-395, 2018. DOI: <https://doi.org/10.7147/GEO25.17520>.

FONSECA-KRUEL, Viviane Stern da *et al.* **Plantas úteis da restinga**: o saber dos pescadores artesanais de Arraial do Cabo, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas-Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: https://www.gov.br/jbrj/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/plantas_uteis.pdf. Acesso em: 07 abr. 2025.

FORTI, Lucas Rodriguez; SOLINO, Luiz A.; SZABO, Judit K. Trade-off between urgency and reduced editorial capacity affect publication speed in ecological and medical journals during 2020. **Humanities and Social Sciences Communications**, [s. l.], v. 8, n. 1, p. 1-9, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1057/s41599-021-00920-9>.

FREITAS, Ana Valeria Lacerda *et al.* Farmers homegardens in São João da Varzea, Rio Grande do Norte, Brazil. **Journal of Global Biosciences**, Uberlândia, v. 9, n. 2, p. 6819-6841, 2020. Disponível em: <https://www.mutagens.co.in/jgb/vol.09/02/090207.pdf>. Acesso em: 02 out. 2024.

FRIESS, Daniel A. *et al.* Ecosystem services and disservices of mangrove forests and salt marshes. In: HAWKINS, A, L. *et al.* (Org). **Oceanography and Marine Biology: An Annual Review**. London: CRC Press, 2020, p. 1- 141. Disponível em: <https://www.taylorfrancis.com/chapters/oa-edit/10.1201/9780429351495-3/ecosystem-services-disservices-mangrove-forests-salt-marshes-daniel-friess-erik-yando-jahson-alemu-lynn-wei-wong-sasha-soto-natasha-bhatia>. Acesso em: 06 abr. 2025.

GALVÃO, Madson Lucas *et al.* Traditional ecological knowledge of mangrove wood use on the Brazilian Amazon coast. **Ethnobiology and Conservation**, Brasil, v. 13, n. 3, 2024. DOI: <https://doi.org/10.15451/ec2024-01-13.03-1-19>.

GALVÃO, Maria Cristiane Barbosa; RICARTE, Ivan Luiz Marques. Revisão sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação. **Logeion: Filosofia da informação**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, p. 57-73, 2019. DOI: <https://doi.org/10.21728/logcion.2019v6n1.p57-73>.

GAMEIRO, Samuel *et al.* Multitemporal Spatial Analysis of Land Use and Land Cover Changes in the Lower Jaguaribe Hydrographic Sub-Basin, Ceará, Northeast Brazil. **Land**, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 103, 2022. DOI: <http://doi.org/10.3390/land11010103>.

GANDOLFO, Elisa Serena; HANAZAKI, Natália. Etnobotânica e urbanização: conhecimento e utilização de plantas de restinga pela comunidade nativa do distrito do Campeche (Florianópolis, SC). **Acta botânica brasílica**, Brasil, v. 25, n. 1, p. 168-177, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062011000100020>.

GERLING, Cynthia *et al.* **Manual de ecossistemas marinhos e costeiros para educadores**. Santos, SP: Editora Comunicar, 2016. 35p. Disponível: <https://projetoalbatroz.org.br/upload/midia/2016/8/646/download/original/8.pdf>. Acesso: 15 jun. 2025.

GIANNELLA, Letícia de Carvalho; TORRES, Rafael Barsotti. Produção do espaço urbano e populações tradicionais: um olhar sobre os pescadores artesanais da zona costeira brasileira. **Revista de Geografia (Recife)**, Recife, v. 37, n. 2, p. 343-364, 2020. DOI: <https://doi.org/10.51359/2238-6211.2020.244199>.

GODOY, Mario Duarte Pinto; MEIRELES, Antônio Jeovah de Andrade; LACERDA, Luiz Drude de. Mangrove response to land use change in estuaries along the semiarid coast of Ceará, Brazil. **Journal of Coastal Research**, [s. l.], v. 34, n. 3, p. 524-533, 2018. DOI: <https://doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-16-00138.1>.

GOLDENBERG, Dov. Scientometrics and its positive consequences. **Revista Brasileira de Cirurgia Plástica**, São Paulo, v. 32, n. 4, p. 471-471, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5935/2177-1235.2017RBCP0077>.

GOMES, Luiz Eduardo de Oliveira *et al.* Ecosystem carbon losses following a climate-induced mangrove mortality in Brazil. **Journal of Environmental Management**, [s. l.], v. 297, p. 113381, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113381>.

GRILLI, Mariana; CALDAS, Léo. **Poluição do mar desafia pesca artesanal no Brasil e causa escassez de peixes**. Globo Rural, 2021. Disponível em: <https://globorural.globo.com/Um-So-Planeta/noticia/2021/02/poluicao-do-mar-desafia-pesca-artesanal-no-brasil-e-causa-escassez-de-peixes.html>. Acesso em: 23 jun. 2025.

GUIMARÃES, Ariana Silva *et al.* Impact of aquaculture on mangrove areas in the northern Pernambuco Coast (Brazil) using remote sensing and geographic information system. **Aquaculture Research**, [s. l.], v. 41, n. 6, p. 828-838, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2009.02360.x>.

GUIMARÃES, Édson Avelar *et al.* Avaliação espaço-temporal da variação da vegetação de restinga: o caso do bairro Lagomar, Macaé-RJ. **Revista Espaço e Geografia**, Brasília, v. 24, n. 2, p. 114-133, 2021. DOI: <https://doi.org/10.26512/2236-56562021e40270>.

GUTERRES, Aryana Vasque Frota *et al.* Levantamento florístico e fisionômico da restinga da praia da Guia, São Luís, Maranhão. **Biodiversidade**, Mato Grosso, v. 19, n. 4, p. 57-72, 2020. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/biodiversidade/article/view/11312>. Acesso em: 02 out. 2024.

HAMMER, O. **PAST - PAleontological STatistics**, version 4.13. Natural History Museum – University of Oslo, 2023.

HAYASHI, Sanae N. *et al.* The effect of anthropogenic drivers on spatial patterns of mangrove land use on the Amazon coast. **PloS one**, [s. l.], v. 14, n. 6, p. e0217754, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217754>.

HONG, Huynh Thi Cam; AVTAR, Ram; FUJII, Masahiko. Monitoring changes in land use and distribution of mangroves in the southeastern part of the Mekong River Delta, Vietnam. **Tropical ecology**, [s. l.], v. 60, p. 552-565, 2019. DOI: <http://doi.org/10.1007/s42965-020-00053-1>.

HOROKOSKI, Gisele Francisca; SANTOS, Aretusa Porcionato; OLIVEIRA, Monique Andressa. Saberes etnobotânicos: à beira do esquecimento ou rumo à resiliência? **Divers@Revista Eletrônica Interdisciplinar**, Matinhos, v. 13, n. 2, p. 233-239, 2021. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/diver/article/view/76918/42993>. Acesso em: 02 jul. 2025.

IBGE. **Galinhos**. [s. l.]: IBGE, 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/galinhos/panorama>. Acesso em: 05 jan. 2025.

IBGE. **Cidades e Estados: Município de Galinhos**. [s. l.]: IBGE, 2021. Disponível em: <https://ibge.gov.br/cidades-e-estados/rn/galinhos.html>. Acesso em: 10 jan. 2025.

IDEMA. **Plano de Manejo da RDS Estadual Ponta do Tubarão**. [s. l.]: FUNCITERN, 2018. Disponível em: <http://www.adcon.rn.gov.br/acervo/idema/doc/doc000000000276346.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2023.

ILHA, Elisa Berlitz *et al.* Pescadores e botos: histórias de uma conexão em rede. **Ambiente & Educação**, Rio Grande, v. 25, n. 2, p. 512-535, 2020. DOI: <https://doi.org/10.14295/ambeduc.v25i2.8536>.

JIMENEZ, Laís Coutinho Zayas *et al.* Soil organic matter responses to Mangrove restoration: A replanting experience in Northeast Brazil. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 18, n. 17, p. 8981, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph18178981>.

JONG, Steven M. *et al.* Mapping mangrove dynamics and colonization patterns at the Suriname coast using historic satellite data and the LandTrendr algorithm. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, [s. l.], v. 97, p. 102293, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jag.2020.102293>.

KINNEY, Rodney *et al.* **The semantic scholar open data platform**. arXiv preprint arXiv:2301.10140, 2023. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2301.10140>.

LACERDA, Luiz Drude de *et al.* 20-years cumulative impact from shrimp farming on mangroves of Northeast Brazil. **Frontiers in Forests and Global Change**, Lausanne, v. 4, p. 653096, 2021. DOI: <http://doi.org/10.3389/ffgc.2021.653096>.

LACERDA, Luiz Drude de; MARINS, Rozane Valente. Anthropogenic mercury emissions to the atmosphere in Brazil: The impact of gold mining. **Journal of Geochemical Exploration**, [s. l.], v. 58, n. 2-3, p. 223-229, 1997. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0375-6742\(96\)00068-4](https://doi.org/10.1016/S0375-6742(96)00068-4).

LANDIS, J. Richard; KOCH, Gary G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, [s. l.], v. 33, n.1, p.159-174, 1977. DOI: <https://doi.org/10.2307/2529310>.

LEITER, Christoph *et al.* Chatgpt: A meta-analysis after 2.5 months. **Machine Learning with Applications**, [s. l.], v. 16, p. 100541, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mlwa.2024.100541>.

LENCI, Flávia Silveira; RABINOVICI, Andrea. Contradições e dilemas do turismo de voluntariado: a experiência na comunidade do Lago do Acajatuba, na Amazônia Brasileira. **Revista Brasileira de Ecoturismo (RBecotur)**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 4, p. 809-827, 2022. DOI: <https://doi.org/10.34024/rbecotur.2022.v15.13876>.

LI, Jing *et al.* Fungi drive soil multifunctionality in the coastal salt marsh ecosystem. **Science of the Total Environment**, [s. l.], v. 818, p. 151673, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.151673>.

LI, Rongyu *et al.* Effects of conversion of mangroves into gei wai ponds on accumulation, speciation and risk of heavy metals in intertidal sediments. **Environmental geochemistry and health**, [s. l.], v. 41, p. 159-174, 2019. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10653-018-0130-z>. Acesso em: 5 abr. 2025.

LIMA, Diego Santos; SILVA, Maria Simone Correia da. Avaliação do projeto de recuperação de áreas degradadas de manguezal no município de Barra de São Miguel, Alagoas, Brasil, utilizando como instrumento de Educação Ambiental. **Rebena-Revista Brasileira de Ensino e Aprendizagem**, Alagoas, v. 9, p. 175-181, 2024. Disponível em: <https://rebena.emnuvens.com.br/revista/article/view/236>. Acesso em: 1 abr. 2025.

LIMA, Gabriela Viana *et al.* Ecossistema manguezal: vivências de Educação Ambiental no município de Piúma (ES). **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, [s. l.], v. 15, n. 3, p. 179-196, 2020. DOI: <https://doi.org/10.34024/revbea.2020.v15.9601>.

LIMA, Thaís Bezerril Brandão de; SILVA, Márcia Regina Farias da; CARVALHO, Rodrigo Guimarães de. Pesca artesanal, carcinicultura e manguezal: perspectivas da Lei nº 12.651/2012 e o uso de apicuns e salgados em Canguaretama/RN. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 31, p. e37481, 2023. DOI: <https://doi.org/10.14393/SN-v31n1-2019-37481>.

LIMA, Zuleide Maria Carvalho *et al.* Evolução da Linha de Costa do Esporão de Galinhos (NE Brasil) Utilizando Fotografias Aéreas e Imagens Landsat TM. **Pesquisas em Geociências**, Rio Grande do Sul, v. 28, n. 2, p. 497-507, 2001. DOI: <https://doi.org/10.22456/1807-9806.20324>.

LLANO, X. C. **AcATaMa - QGIS plugin for accuracy assessment of thematic maps, version 19.11.21**. 2019. Disponível em: <https://plugins.qgis.org/plugins/AcATaMa/>. Acesso em: 23 jan. 2025.

LOBATO, Rafael Santos; FERNANDES, Jackellynne Fernanda Farias. Aspectos legais do seguro defeso sobre a atividade da pesca. **Mares: Revista de Geografia e Etnociências**, Rio Grande, v. 2, n. 1, p. 123-126, 2020. Disponível em: <https://revistamares.com.br/index.php/files/article/view/68/81>. Acesso em: 02 out. 2024.

LOPES, Elfany Reis do Nascimento; REUSS-STRENZEL, Gil Marcelo. Geoprocessamento aplicado ao monitoramento da ocupação de unidades de conservação—um olhar sobre a Área de Proteção Ambiental de Guaibim. **Revista de Geografia**, Pernambuco, v. 32, n. 3, p. 43-59, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/revistageografia/article/view/229160>. Acesso em: 5 abr. 2025.

LOUREIRO, Caroline Vitor; OLIVEIRA, Camila França de. Os aspectos socioeconômicos do manguezal do rio Coreau e sua relação com a sustentabilidade ambiental. **Conexões-Ciência e Tecnologia**, Ceará, v. 13, n. 5, p. 78-83, 2019. DOI: <https://doi.org/10.21439/conexoes.v13i5.1812>.

LUZ, Gustavo Caldas Barbosa da; TEIXEIRA, Simone Ferreira. Importância do manguezal e das barreiras físicas na contenção de resíduos sólidos nas margens de um estuário urbano. **Ciência Geográfica**, Bauru, v. 23, n. 2, p. 790-803, 2019. Disponível em: https://www.agbbauru.org.br/publicacoes/revista/anoXXIII_2/agb_xxiii_2_web/agb_xxiii_2-33.pdf. Acesso em: 01 out. 2024.

MACENA, Luzinete; VILA, Nhaára. Etnobotânica e a adoção de práticas agroecológicas segundo a percepção dos assentados do Assentamento Palmares. **Biodiversidade**, Mato Grosso, v. 19, n. 1, p. 50-66, 2020. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/biodiversidade/article/view/9991>. Acesso em: 02 out. 2024.

MACHADO, Gustavo Carvalhaes Xavier Martins Pontual; MACIEL, Tania Maria de Freitas Barros; THIOLLENT, Michel. Uma abordagem integral para saneamento ecológico em comunidades tradicionais e rurais. **Ciência & Saúde Coletiva**, [s. l.], v. 26, n. 4, p. 1333-1344, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-81232021264.08242019>.

MAGAROTTO, Mateus Georgenes; COSTA, Monica Ferreira da. Mangrove Park of Recife: A century of extreme uses and abuses (?). **Regional Studies in Marine Science**, [s. l.], v. 42, p. 101654, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2021.101654>.

MAGNAGO, Luiz Fernando Silva; MARTINS, Sebastião Venâncio; PEREIRA, Oberdan José. Heterogeneidade florística das fitocenoses de restingas nos estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo, Brasil. **Revista Árvore**, Minas Gerais, v. 35, p. 245-254, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/NKJP6fHD6HKy34ngg7MJdHL/?lang=pt>. Acesso em: 7 abr. 2025.

MAIA, Rafaela Camargo *et al.* Impactos ambientais em manguezais no Ceará: causas e consequências. **Conexões - Ciência e Tecnologia**, Ceará, v. 13, n. 5, p. 69-77, 2019. DOI: <https://doi.org/10.21439/conexoes.v13i5.1797>.

MARCELINO, Ana Maria Teixeira; PINHEIRO, Lívian Rafaely de Santana Gomes; COSTA, Juliana Rayssa Silva. Planejamento participativo para a gestão da orla marítima de Galinhos/RN, nordeste brasileiro, com apoio de sensores remotos e modelagem costeira. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Paraná, v. 44, p. 118-139, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5380/dma.v44i0.55034>.

MARCHI, Cristina Maria Dacach Fernandez; PIMENTEL, Patrícia Carla Barbosa; NASCIMENTO, Márcia Cristina Pinheiro. Os resíduos sólidos no contexto da educação ambiental, do ecossistema manguezal e da fotografia. **Ambiente & Sociedade**, [s. l.], v. 25, p. 1-23, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc20210102r2L5AO>.

MARIANO, Erich de Freitas *et al.* Bird assembly in restinga reforested areas. **Acta Brasiliensis**, Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 91-98, 2020. DOI: <https://doi.org/10.22571/2526-4338305>.

MARENGO, J. A.; SCARANO, F. R. (Org.). **Impacto, vulnerabilidade e adaptação das cidades costeiras brasileiras às mudanças climáticas: Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas**. Rio de Janeiro: PBMC; COPPE–UFRJ, 2016. 184 p. DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.36042.16329>.

MARTELLI, Anderson. Uma proposta de erradicação da espécie exótica invasora denominada *Leucena* em uma área do município de Itapira-SP e o favorecimento da biodiversidade local. **Revista Verde Grande: Geografia e Interdisciplinaridade**, Montes, Claros, v. 4, n. 2, p. 275-287, 2022. DOI: <https://doi.org/10.46551/rvg2675239520222275287>.

MARTINS, Adriana de Magalhães Chaves; MING, Lin Chau. Caracterização socioambiental da XXVI Região de Guaratiba/RJ: aproximações necessárias a um estudo etnobotânico. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 8, n. 4, p. 25585-25605, 2022. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv8n4-194>.

MEDEIROS, Daniel Portela Wanderley de *et al.* Riqueza e caracterização da estrutura lenhosa da vegetação de restinga de Baía Formosa, RN, Brasil. **Pesquisas Botânica**, [s. l.], v. 65, p. 183-199, 2014. Disponível em: https://lebufma.com.br/wp-content/uploads/2022/11/2014_Medeiros-et-al_Riqueza-e-caracterizacao-da-estrutura-lenhosa-restinga-Baia-Formosa-RN.pdf. Acesso em: 29 mar. 2025.

MEDEIROS, Iara S. *et al.* Effectiveness of Federal Protected Areas in the Preservation of Mangrove Forests on the Coast of the State of Paraíba, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 95, n. 1, p. e20211079, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/0001-3765202320211079>.

MEIRELES, Antonio Jeovah de Andrade *et al.* Impactos ambientais decorrentes das atividades da carcinicultura ao longo do litoral cearense, nordeste do Brasil. **Mercator-Revista de Geografia da UFC**, Ceará, v. 6, n. 12, p. 83-106, 2007. Disponível em: <http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/48>. Acesso em: 1 abr. 2025.

MEIRELES, Jeovah de Andrade Meireles *et al.* Socio-environmental impacts of wind farms on the traditional communities of the western coast of Ceará, in the Brazilian Northeast. **Journal of Coastal Research**, [s. l.], v. 65, p. 81-86, 2013. DOI: <https://doi.org/10.2112/SI65-015.1>.

MEIRELES, Victor de Jesus Silva *et al.* Conhecimento botânico tradicional e conservação de espécies na RESEX Delta do Parnaíba, Nordeste do Brasil. **Espacios**, [s. l.], v. 39, n. 45, p. 4, 2018. Disponível em: <http://es.revistaespacios.com/a18v39n45/a18v39n45p04.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2025.

MELO, Anderson Tavares de; SIERRA, Eduardo Juan Soriano; VEADO, Ricardo Wagner ad-Víncula. Biogeografia dos manguezais. **Geográfica**, [s. l.], v. 36, n. 2, p. 311–334, 2011. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/view/5130/5128>. Acesso em: 27 mar. 2025.

MENDES, Nauana Teixeira; MOREIRA, Gilsélia Lemos. Análise e diagnóstico dos problemas decorrentes de uma urbanização desurbanizante. **Revista do Laboratório de**

Ensino de História e Geografia da UESC, Santa Cruz, v. 2, n. 2, p. 55-83, 2022. DOI: <https://doi.org/10.36113/rlahige.v2i2.3512>.

MENDES, Rita Ferreira Rocha; CASTRO, Darcy Ribeiro. Diversidade vegetal do riacho Canabrava no município de Uibaí/BA, a partir do etnoconhecimento da comunidade local. **Revista Conhecimento Online**, [s. l.], n. 12, v. 1, p. 168-190, 2020. DOI: <https://doi.org/10.25112/rco.v1i0.1641>.

MENEZES, Luis Fernando Tavares de; ARAUJO, Dorothy Sue Dunn de. Regeneração e riqueza da formação arbustiva de Palmae em uma cronosequência pós-fogo na restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Brasil, v. 18, n. 4, p. 771-780, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062004000400007>.

MENEZES, Vanderlaine Amaral; ROCHA, Carlos Frederico Duarte. Geographic distribution, population densities, and issues on conservation of whiptail lizards in restinga habitats along the eastern coast of Brazil. **North-Western Journal of Zoology**, Romênia, v. 9, n. 2, p. 337-344, 2013. Disponível em: <https://biozoojournals.ro/nwjz/content/v9n2/nwjz.131515.Menezes.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2024.

MIOLA, Brígida; MORAIS, Jäder Onofre de; PINHEIRO, Lidriana de Souza. Trace metal concentrations in tropical mangrove sediments, NE Brazil. **Marine pollution bulletin**, [s. l.], v. 102, n. 1, p. 206-209, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.11.039>.

MITRA, Rajarshi; SIKDER, Varsha. Impact of brackish water aquaculture and mangrove degradation on global carbon balance: a review. **The holistic approach to environment**, [s. l.], v. 13, n. 2, p. 76-82, 2023. DOI: <https://doi.org/10.33765/thate.13.2.4>.

MOHER, David *et al.* Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. **Annals of internal medicine**, [s. l.], v. 151, n. 4, p. 264-269, 2009. DOI: <https://doi.org/10.7326/0003-4819-151-4-200908180-00135>.

MONTEIRO, Adriana Roseno. Educação ambiental: um itinerário para a preservação do meio ambiente e a qualidade de vida nas cidades. **Revista de Direito da Cidade**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p. 830-850, 2020. DOI: <https://doi.org/10.12957/rdc.2020.42078>.

MORALES, Helda. Pest management in traditional tropical agroecosystems: Lessons for pest prevention research and extension. **Integrated Pest Management Reviews**, [s. l.], v. 7, p. 145-163, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1023/B:IPMR.0000027502.91079.01>.

MOREIRA, Eduardo; PINHO, Leandro Garcia; TIMÓTEO, Geraldo Márcio. Entre direitos costumeiros e saberes e fazeres: o subcircuito da pesca artesanal de rio em Gargaú, RJ. **Revista Interface**, Minas Gerais, v. 34, n. 1, p. 136-160, 2024. DOI: <https://doi.org/10.60001/riela.v34.n1.7>.

MOURA, Cristiane de Carvalho Ferreira Lima *et al.* The impact of a biomanipulation experiment on the ichthyofauna diet from a neotropical reservoir in Brazilian semiarid. **Acta Limnologica Brasiliensia**, [s. l.], v. 30, p. e107, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/S2179-975X2817>.

MOURA, Victor Lacerda; LACERDA, Luiz Drude de. Mercury Sources, Emissions, Distribution and Bioavailability along an Estuarine Gradient under Semiarid Conditions in Northeast Brazil. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 19, n. 24, p. 17092, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph192417092>.

MURRAY, Nicholas J. *et al.* The role of satellite remote sensing in structured ecosystem risk assessments. **Science of the Total Environment**, [s. l.], v. 619, p. 249-257, 2018. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.11.034>.

NASCIMENTO, Daniele Vasconcelos *et al.* Evolução espacial de apicuns: fatores antrópicos e naturais na Baía de Todos os Santos, costa nordeste do Brasil. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, Paraná, v. 53, p. 116-139, 2022. DOI: <https://doi.org/10.5380/raega.v53i0.79573>.

NASCIMENTO, Louize *et al.* Ecoturismo e turismo comunitário em uma reserva de desenvolvimento sustentável no Nordeste Brasileiro. **Caderno Pedagógico**, Lageado, v. 21, n. 5, p. e4174, 2024. DOI: <https://doi.org/10.54033/cadpedv21n5-148>.

NASCIMENTO, Louize *et al.* Importância das restingas e os instrumentos legais de proteção diante da crescente flexibilização da legislação ambiental. **REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA**, Paraíba, v. 15, n. 2, p. 72-80, 2022. DOI: <https://doi.org/1022411/rede2021.1502.07>.

NEHEMIA, Alex *et al.* Ecological impact of salt farming in mangroves on the habitat and food sources of *Austruca occidentalis* and *Littoraria subvittata*. **Journal of Sea Research**, [s. l.], v. 146, p. 24-32, 2019. DOI: <http://doi.org/10.1016/J.SEARES.2019.01.004>.

NOBRE, Paulo *et al.* The 2019 northeast Brazil oil spill: scenarios. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 94, p. e20210391, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/0001-376520220210391>.

NOBREGA, Débora Nascimento da *et al.* Estudos de Etnozoologia Realizados nas Comunidades Pesqueiras no Nordeste do Brasil: Revisão Sistemática. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, [s. l.], v. 9, n. 3, p. 146-164, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.5703362>.

NOGUEIRA, Tadeu Maia Portela *et al.* Proteção legal de ecótonos e restingas contíguas a manguezais na ilha de Santa Catarina. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 44, p. e214489-e214489, 2024. DOI: <https://doi.org/10.11606/eISSN.2236-2878.rdg.2024.214489>.

OLIVEIRA, Beatriz Goulart *et al.* Patrimônio etnobotânico: Plantas medicinais em Mogi das Cruzes-SP. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 11, n. 5, p. e55411528341, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i5.28341>.

OLIVEIRA, Deloar Duda de *et al.* Toxicity of sediments from a mangrove forest patch in an urban area in Pernambuco (Brazil). **Ecotoxicology and Environmental Safety**, [s. l.], v. 104, p. 373-378, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2014.02.004>.

OLIVEIRA, Francisco Pereira de *et al.* Os saberes tradicionais dos pescadores de caranguejo-uçá e o manguezal: o caso de Tamatateua Bragança-Pará, costa Amazônica brasileira. **Nova Revista Amazônica**, Bragança, v. 7, n. 3, p. 109-128, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.18542/nra.v7i3.7938>.

OLIVEIRA, Halysen Almeida de; DINIZ, Marco Túlio Mendonça. Análise dimensional dos impactos ambientais da instalação de uma salina em Galinhos–RN. **Revista do CERES**, Rio Grande do Norte, v. 1, n. 1, p. 20-25, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/Revistadoceres/article/view/15078>. Acesso em: 12 jun. 2025.

OLIVEIRA, Jônната Fernandes de *et al.* Caracterização da pesca e percepção de pescadores artesanais em uma Reserva de Desenvolvimento Sustentável no Nordeste brasileiro. **Natureza On line**, Espírito Santo, v. 14, n. 1, p. 48-54, 2016. Disponível em: <https://www.naturezaonline.com.br/revista/article/view/100>. Acesso em: 10 jun. 2025.

OLIVEIRA, Jônната Fernandes de *et al.* Desafios do turismo: estudo de caso em Carolina - MA, Parque Nacional da Chapada das Mesas, Brasil. **Revista Geotemas**, Pau dos Ferros, v. 13, p. e02314, 2023. DOI: <https://doi.org/10.33237/2236-255X.2023.4666>.

OLIVEIRA, Marcos Vinicius Sousa de; SOUZA, Ana Paula Vieira e. Discurso de crianças sobre a pesca artesanal e trabalho na comunidade da Pontinha do Bacuriteua na Amazônia Bragantina. **Revista Cocar**, Pará, v. 14, n. 30, p.1-21, 2020. Disponível em: <https://periodicos.uepa.br/index.php/cocar/article/view/2923>. Acesso em: 30 mar. 2025.

OLIVEIRA, Paula Maria Correa de *et al.* Natural resources used in the traditional medicine of the Marinaú community, Caxiuanã forest, Brazil. **Frontiers in Pharmacology**, Lausanne, v. 15, p. 1443360, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3389/fphar.2024.1443360>.

OLIVEIRA, Ticiano Rodrigo Almeida; COSTA, Jailton de Jesus; ALMEIDA, Gênisson Lima de. Pesca artesanal, políticas públicas e a pandemia de COVID-19: desafios para as comunidades costeiras de Sergipe. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 2, p. 15952-15970, 2021. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n2-290>.

OPOLSKI-NETO, Thadeu; MELO JR, João Carlos Ferreira. Influência das condições edáficas na composição florística e estrutural de uma comunidade de restinga sobre costão rochoso no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 15, n. 2, p. 1108-1127, 2022. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v15.2.p1108-1127>.

OTTONI, Felipe Polivanov *et al.* Brazilian mangroves at risk. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 21, p. e20201172, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2020-1172>.

PAIVA, Brenda Hellen Izidio de; ALMEIDA JR, Eduardo Bezerra DE. Diversidade, análise estrutural e serviços ecossistêmicos da vegetação lenhosa da restinga da praia da Guia, São Luís, Maranhão, Brasil. **Biodiversidade**, Rondonópolis, v. 19, n. 2, p. 46-60, 2020. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/biodiversidade/article/view/10412>. Acesso em: 02 abr. 2025.

PAIVA, Brenda Hellen Izidio de; ALMEIDA JR, Eduardo Bezerra de. Diversidade, análise estrutural e serviços ecossistêmicos da vegetação lenhosa da restinga da praia da Guia, São

Luís, Maranhão, Brasil. **Biodiversidade**, Mato Grosso, v. 19, n. 2, p. 46-60, 2020. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/biodiversidade/article/view/10412>. Acesso em: 18 jul. 2025.

PANIZZA, Andrea de Castro; FONSECA, Fernanda Padovesi. Técnicas de interpretação visual de imagens. **GEOUSP Espaço e Tempo (online)**, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 30-43, 2011. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2011.74230>.

PASSOS, Tiago *et al.* Assessment of the temporal retention of mercury and nutrient records within the mangrove sediments of a highly impacted estuary. **Environmental Research**, [s. l.], v. 206, p. 112569, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.112569>.

PASSOS, Tiago *et al.* Mangrove carbon and nutrient accumulation shifts driven by rapid development in a tropical estuarine system, northeast Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, [s. l.], v. 166, p. 112219, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112219>.

PAULA, Meriane dos Santos; ROCHA, Marcelo Borges; RUTA, Christine. Etnoconhecimento e percepção ambiental dos pescadores artesanais de camarão sobre a pesca e a fauna acompanhante no norte do estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Etnobiologia**, [s. l.], v. 20, n. 1, p. 188-205, 2022. Disponível em: <https://revistaetnobiologia.mx/index.php/etno/article/view/455/431>. Acesso em: 2 out. 2024.

PAWAR, Prabhakar R. Species diversity of birds in mangroves of Uran (Raigad), Navi Mumbai, Maharashtra, West coast of India. **Journal of Experimental Sciences**, [s. l.], v. 2, n. 10, p. 73-77, 2011. Disponível em: <https://updatepublishing.com/journal/index.php/jes/article/view/1892>. Acesso em: 06 abr. 2025.

PELAGE, Latifa *et al.* Coastal land use in Northeast Brazil: mangrove coverage evolution over three decades. **Tropical Conservation Science**, [s. l.], v. 12, p. 1940082918822411, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1177/1940082918822411>.

PENDLETON, Linwood *et al.* Estimating Global “Blue Carbon” Emissions from Conversion and Degradation of Vegetated Coastal Ecosystems. **PLoS ONE**, [s. l.], v. 7, 2012. DOI: <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0043542>.

PILLON, Clarissa Ferreira *et al.* Composition and diversity of crabs (Decapoda, Brachyura) of Brazilian northeast mangrove. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, Portugal, v. 19, n. 1, p. 27-41, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5894/rgci-n212>.

PINHEIRO, Rafael Martins; SILVA, Marcelo Dutra da. Paisagens ameaçadas da restinga da lagoa dos patos (RS): ecologia da paisagem como contribuição para o zoneamento ecológico econômico do litoral médio. **Geographia Meridionalis**, Pelotas, v. 4, n. 2, p. 269-299, 2018. DOI: <https://doi.org/10.15210/gm.v4i2.14483>.

PINHO, Thays Regina Rodrigues; DANTAS, Eustógio Wanderley Correia; SANTOS, Jader de Oliveira. Turismo e sustentabilidade em comunidades costeiras: reflexões sobre mudanças socioambientais em Jericoacoara (CE) e Barreirinhas (MA). **Revista Brasileira de Ecoturismo (RBEcotur)**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 4, p. 531-562, 2019. DOI: <https://doi.org/10.34024/rbecotur.2019.v12.6698>.

PRICE, Derek J. de Solla. **Little science, big science**. [s. l.]: Columbia University Press, 1963.

QUEIROZ, Luciana de Souza *et al.* Neglected ecosystem services: Highlighting the socio-cultural perception of mangroves in decision-making processes. **Ecosystem Services**, [s. l.], v. 26, p. 137-145, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.06.013>.

QUEIROZ, Luciana de Souza *et al.* Shrimp aquaculture in the federal state of Ceará, 1970–2012: trends after mangrove forest privatization in Brazil. **Ocean & Coastal Management**, [s. l.], v. 73, p. 54-62, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2012.11.009>.

QUEIROZ, Romilda Narciza Mendonça *et al.* Reproduction and population dynamics of the invasive bivalves *Mytilopsis sallei* and *Isognomon bicolor* on the Northeast coast of Brazil. **Zoology**, [s. l.], v. 153, p. 126028, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.zool.2022.126028>.

R Core Team. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Viena: R Foundation for Statistical Computing, 2023. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 17 de jan. 2025.

RABELO, Samuel T.; FERNANDES, Moabe F.; MORO, Marcelo F. Biogeography of restinga vegetation in Northern and Northeastern Brazil and their floristic relationships with adjacent ecosystems. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 96, n. 2, p. e20230925, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/0001-3765202420230925>.

RAHMAN, M. R.; BEGUM, S. Land cover change analysis around the Sundarbans Mangrove Forest of Bangladesh using remote sensing and GIS application. **Journal of Science Foundation**, [s. l.], v. 9, n. 1-2, p. 95-107, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.3329/jsf.v9i1-2.14652>.

RAHMAN, Md Mizanur *et al.* Co-benefits of protecting mangroves for biodiversity conservation and carbon storage. **Nature Communications**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 3875, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/s41467-021-24207-4>.

RAMALHO, Cristiano Wellington N. A formação histórica da pesca artesanal: origens de uma cultura do trabalho apoiada no sentimento de arte e de liberdade. **Cadernos de Estudos Sociais**, Recife, v. 24, n. 2, p. 261-285, 2008. Disponível em: <https://fundaj.emnuvens.com.br/CAD/article/view/1409>. Acesso em: 30 mar. 2025.

REBELLO, Thiago José Jesus; MEIRELLES, Rosane Moreira Silva de. Etnobotânica nas pesquisas em ensino e seu potencial pedagógico: Saber o quê? Saber de quem? Saber por que? Saber como?. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 27, n. 1, p. 52-84, 2022. DOI: <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2022v27n1p52>.

RÊGO, J. C. L.; SOARES-GOMES, A.; SILVA, F. S. Loss of vegetation cover in a tropical island of the Amazon coastal zone (Maranhão Island, Brazil). **Land Use Policy**, [s. l.], v. 71, p. 593-601, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.10.055>.

REIMER, Klaus Donadel Costa. Análise Dos Impactos Socioambientais Provocados Pela Expansão Agrícola No Bioma Da Mata Atlântica. **ESG Studies Review**, São Paulo, v. 6, n. 1, p. e01615-e01615, 2023. DOI: <https://doi.org/10.37497/esg.v6i1.1615>.

REIS, Hélio Souza dos *et al.* Plantas medicinais da caatinga: uma revisão integrativa dos saberes etnobotânicos no semiárido nordestino. **Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR**, Paraná, v. 27, n. 2, p. 874-900, 2023. DOI: <https://doi.org/10.25110/arqsaude.v27i2.2023-020>.

REIS-NETO, Armando Soares dos; MEIRELES, Antonio Jeovah de Andrade; CUNHA-LIGNON, Marília. Natural regeneration of the mangrove vegetation on abandoned salt ponds in Ceará, in the semi-arid region of northeastern Brazil. **Diversity**, [s. l.], v. 11, n. 2, p. 27, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/D11020027>.

RBMA. **Revisão da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica Fase VI/2018 Parte 3:** Detalhamento da proposta por estados e regiões - A mata atlântica no estado do Rio Grande do Norte. 2018. Disponível em: https://www.rbma.org.br/rbma/rbma_fase_vi_06_estados_rn.asp. Acesso em: 07 abr. 2024.

RICHETTI, Everton *et al.* Anatomical adaptations of plants within the Southern Brazil coastal sand dunes. **Flora**, [s. l.], v. 323, p. 152661, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.flora.2024.152661>.

RIST, Lucy *et al.* The use of traditional ecological knowledge in forest management: an example from India. **Ecology and Society**, [s. l.], v. 15, n. 1, 2010. DOI: <http://doi.org/10.5751/ES-03290-150103>.

ROCHA, C. F. D. *et al.* The remnants of restinga habitats in the Brazilian Atlantic Forest of Rio de Janeiro state, Brazil: habitat loss and risk of disappearance. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 67, n. 2, p. 263-273, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-69842007000200011>.

ROCHA, C. F. D. *et al.* The remnants of restinga habitats in the Brazilian Atlantic Forest of Rio de Janeiro state, Brazil: habitat loss and risk of disappearance. **Brazilian Journal of Biology**, São Paulo, v. 67, p. 263-273, 2007. DOI: <http://doi.org/10.1590/S1519-69842007000200011>.

ROCHA, Dyego Freitas. **Análise da vulnerabilidade ambiental do município de Galinhos, RN, Brasil**. 2019. 158f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/27253>. Acesso em: 18 jan. 2025.

RODRIGUES, Renato Pinheiro *et al.* A pesca esportiva marinha no município de São Caetano de Odivelas, Estado do Pará, Amazônia, Brasil. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 9, n. 7, p. e835974701, 2020. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i7.4701>.

ROMERO, Fanny Longa. “O pescador é sofredor”: identidades e conflitos em torno da reprodução social da pesca artesanal na praia de Itapoã, Espírito Santo. **Estudos de Sociologia**, Pernambuco, v. 1, n. 20, 2014. Disponível em:

<https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/revsocio/article/view/235512>. Acesso em: 30 mar. 2025.

ROPPA, Cristiane *et al.* Análise de atributos físico-ambientais de ecossistemas perturbados com o uso de técnicas de geoprocessamento na Serra do Madureira-Mendanha, Nova Iguaçu-RJ. *In: Manejo e Conservação do solo e da água no contexto das mudanças ambientais*, 10., 2008. Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: UFRRJ, 2008. p. 1-4. Disponível em: https://www.academia.edu/30807984/An%C3%A1lise_de_Atributos_F%C3%ADsico_Ambienta_l_de_Ecossistemas_Perturbados_com_o_Uso_de_T%C3%A9cnicas_de_Geoprocessamento_na_Serra_do_Madureira_Mendanha_Nova_Igua%C3%A7u_RJ. Acesso em: 28 mar. 2025.

ROQUE, Alan de Araújo; ROCHA, Renato de Medeiros; LOIOLA, Maria Iracema Bezerra. Uso e diversidade de plantas medicinais da Caatinga na comunidade rural de Labinhas, município de Caicó, Rio Grande do Norte (Nordeste do Brasil). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Maringá, v. 12, n. 1, p. 31-42, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-05722010000100006>.

SALES, Abner Dias *et al.* A pesca e os pescadores artesanais no litoral amazônico brasileiro: os casos de Bragança e Augusto Corrêa. **Extensão Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 1, p. 1-26, 2022. DOI: <https://doi.org/10.5902/2318179670159>.

SAMPAIO, Alexandre Bonesso; RIBEIRO, Katia Torres; GUIMARÃES, Tainah Corrêa Seabra. **Plano de Prevenção, Controle, Erradicação e Monitoramento de espécies exóticas invasoras**. ICMBio/MMA, 2021. 44p. Disponível em: https://www.gov.br/icmbio/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/planos/Plano_de_EEI_MONA_Cagarras_15_06_21compactado.pdf. Acesso em: 26 jun. 2025.

SANTANA, Claudia Grace dos Santos; ALMEIDA, Inailde Corrêa de. O saber das amazônidas: o protagonismo das mulheres na atividade de pesca em Santarém, Pará. **Papers do NAEA**, Pará, v. 31, n. 1, p. 1-17, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.18542/papersnaea.v31i1.12636>.

SANT'ANNA PORTO, José Renato. Expansão do turismo, conflitos territoriais e resistência quilombola no Baixo Sul da Bahia. **Revista del CESLA. International Latin American Studies Review**, Varsóvia, n. 23, p. 301-332, 2019. Disponível em: <https://www.revistadelcesla.com/index.php/revistadelcesla/article/view/571/480>. Acesso em: 02 jun. 2025.

SANTOS JÚNIOR, Robério Satyro dos; SOUZA, Roberto Rodrigues de. Panorama dos impactos causados pelo descarte inadequado dos resíduos sólidos na biodiversidade. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, Pernambuco, v. 8, n. 2, p. 062-069, 2023. DOI: <https://doi.org/10.24221/jeap.8.2.2023.5284.062-069>.

SANTOS, Ana Paula Ribeiro dos; MONTEIRO, Lilyan Rosmery Luizaga de. Um olhar sobre a pesca artesanal e a gestão dos recursos naturais em Peixelândia, município de Couto Magalhães-Tocantins. **PRACS: Revista Eletrônica de Humanidades do Curso de Ciências Sociais da UNIFAP**, Amapá, v. 13, n. 3, p. 227-248, 2021. Disponível em: <https://periodicos.unifap.br/index.php/pracs/article/view/6115>. Acesso em: 02 abr. 2025.

SANTOS, Claudia Regina dos; FREITAS, Rodrigo Rodrigues de; MEDEIROS, João de Deus. Participação social e retrocessos na proteção da vegetação de restinga no Brasil no período entre 1965 e 2021. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Paraná, v. 61, 2023. DOI: <https://doi.org/10.5380/dma.v61i0.81531>.

SANTOS, Claudia Regina dos; FREITAS, Rodrigo Rodrigues de; MEDEIROS, João de Deus. Participação social e retrocessos na proteção da vegetação de restinga no Brasil no período entre 1965 e 2021. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Paraná, v. 61, 2023. DOI: <https://doi.org/10.5380/dma.v61i0.81531>.

SANTOS, Joana Farias dos; SILVA, Jeane Vieira. Dispersão, distribuição espacial e potencial de dominância da *Acacia Mangium* Willd. em remanescente de Mata Atlântica no distrito de Helvécia, Bahia. **Revista Mosaicum**, Bahia, v. 16, n. 31, p. 81-96, 2020. DOI: <https://doi.org/10.26893/RM31/jan/jun/2020/81-96>.

SANTOS, Luciana Cavalcanti Maia *et al.* Anthropogenic activities on mangrove areas (São Francisco River Estuary, Brazil Northeast): a GIS-based analysis of CBERS and SPOT images to aid in local management. **Ocean & coastal management**, [s. l.], v. 89, p. 39-50, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2013.12.010>.

SANTOS, Luciana Cavalcanti Maia *et al.* Socio-ecological assessment for environmental planning in coastal fishery areas: A case study in Brazilian mangroves. **Ocean & coastal management**, [s. l.], v. 138, p. 60-69, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.01.009>.

SANTOS, Marcelo Guerra *et al.* Recursos vegetais da restinga de Carapebus, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista de Biologia Neotropical/Journal of Neotropical Biology**, Goiás, v. 6, n. 1, p. 35-54, 2009. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/RBN/article/view/12628>. Acesso em: 05 abr. 2025.

SANTOS-FILHO, Francisco Soares *et al.* Fisionomias das restingas do delta do Parnaíba, Nordeste, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 3, n. 3, p. 218-227, 2010. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbfg.v3i3.232605>.

SAUER, Aline Vanessa *et al.* Cadastro Ambiental Rural – CAR. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, Brasil, v. 14, n. 3, p. 325–333, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.18378/rbga.v14i3.8445>.

SCHEEL-YBERT, Rita. Vegetation stability in the Southeastern Brazilian coastal area from 5500 to 1400 14C yr BP deduced from charcoal analysis. **Review of Palaeobotany and Palynology**, [s. l.], v. 110, n. 1-2, p. 111-138, 2000. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0034-6667\(00\)00004-X](https://doi.org/10.1016/S0034-6667(00)00004-X).

SCHLICKMANN, Monique Bohora *et al.* Fitossociologia de um fragmento de restinga herbáceo-subarbusciva no sul do Estado de Santa Catarina, Brasil. **Hoehnea**, São Paulo, v. 46, n. 2, p. e292018, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/2236-8906-29/2018>.

SGANZERLA, Camila Mabel *et al.* Revisão integrativa aplicada a levantamentos etnobotânicos de plantas medicinais no Brasil. **Revista Acta Ambiental Catarinense**, Chapecó, v. 19, n. 1, p. 01-16, 2022. DOI: <https://doi.org/10.24021/raac.v19i1.6365>.

SILVA COELHO, Leonardo Oliveira da *et al.* Os transtornos causados pelo aumento do lixo na cidade turística de Carolina–Maranhão. **Acta Tecnológica**, Açailândia, v. 16, n. 1, p. 11-23, 2021. DOI: <https://doi.org/10.35818/acta.v16i1.890>.

SILVA JÚNIOR, José Luiz Pontes da; PEDLOWSKI, Marcos Antonio. Percepção de agricultores familiares sobre os impactos socioambientais causados pelo Porto do Açú em São João da Barra-RJ. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 34, p. e63123, 2022. DOI: <https://doi.org/10.14393/SN-v34-2022-63123>.

SILVA, Decaunita Poliana Peixoto *et al.* Percepção dos ribeirinhos da colônia de pescadores Z-9 sobre impactos ambientais no rio Ji-Paraná-RO. **Acta Geográfica**, Roraima, v. 16, n. 40, p. 154-178, 2022. Disponível em: <https://revista.ufrr.br/actageo/article/view/6703/3522>. Acesso em: 02 fev. 2025.

SILVA, Derivaldo Machado da *et al.* Aplicação da análise SWOT no planejamento turístico de Tucuruí-PA. **Revista Portuguesa de Gestão Contemporânea**, [s. l.], v. 1, n. 2, p. 35-52, 2020. Disponível em: <https://revistas.editoraenterprising.net/index.php/rpgc/article/view/309/485>. Acesso em: 02 out. 2024.

SILVA, Edilma Fernandes da. Etnociências como subsídios ao ordenamento da pesca artesanal no nordeste do Brasil. **PRACS: Revista Eletrônica de Humanidades do Curso de Ciências Sociais da UNIFAP**, Amapá, v. 14, n. 2, p. 381-411, 2021. Disponível em: <https://periodicos.unifap.br/pracs/issue/archive>. Acesso em: 01 abr. 2025.

SILVA, Edson Vicente da; CESTARO, Luiz Antonio; RABELO, Francisco Davy Braz. Biogeography and ecology of the mangroves ecosystem from the semi-arid coast of Brazil. **RAEGA - O Espaço Geográfico em Análise**, Paraná, v. 49, n. 2, p. 22–41, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5380/raega.v49i0.65811>.

SILVA, Hugo Juliano Hermogenes da; PIERRI, Naína. A retomada da carcinicultura no Brasil (2012–2020): flexibilização das normativas e impactos socioambientais. **Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente (DMA)**, Paraná, v. 60, p. 182-205, 2022. DOI: <https://doi.org/10.5380/dma.v60i0.80348>.

SILVA, Lucas Espindola Florêncio da; TROVÓ, Marcelo. A família Eriocaulaceae nas restingas do estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 65, n. 4, p. 871-883, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-7860201465405>.

SILVA, Maria das Vitórias da; LIMA, Zuleide Maria Carvalho; NASCIMENTO, Marcos Antônio Leite do. Avaliação qualitativa do patrimônio geomorfológico do spit de Galinhos, porção norte da zona costeira do Rio Grande do Norte. **Revista de Geociências do Nordeste**, Caicó, v. 6, n. 2, p. 309-318, 2020. DOI: <https://doi.org/10.21680/2447-3359.2020v6n2ID19834>.

SILVA, Sandro Menezes. **Diagnóstico das restingas no Brasil**. Avaliação e ações prioritárias para a conservação da zona costeira e marinha, 1999. 30p. Disponível em: https://www.rmpceecologia.com/atlas/literatura/ART/Art_63.pdf. Acesso em: 06 abr. 2025.

SILVA, Wesley Alves; SANTOS, Carlos Alberto Batista dos; ANDRADE, Wbaneide Martins de. Que fatores socioeconômicos influenciam a dinâmica da Ecologia Humana nos saberes etnobotânicos de comunidades circunscritas no Semiárido Mineiro?

Desenvolvimento em Questão, Rio Grande do Sul, v. 21, n. 59, p. e13281, 2023. DOI: <https://doi.org/10.21527/2237-6453.2023.59.13281>.

SIQUEIRA, Deis Elucy. Civilização do mangue: biodiversidade e populações tradicionais.

Horizonte: revista de Estudos de Teologia e Ciências da Religião, Minas Gerais, v. 11, n. 30, p. 509-544 2013. DOI: <https://doi.org/10.5752/P.2175-5841.2013v11n30p509>.

SOARES, Marcelo de Oliveira *et al.* Challenges and perspectives for the Brazilian semi-arid coast under global environmental changes. **Perspectives in Ecology and Conservation**, [s. l.], v. 19, n. 3, p. 267-278, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.PECON.2021.06.001>.

SOARES, Marcelo Oliveira; BARROS, Eduardo Lacerda; GUERRA, Renan Gonçalves Pinheiro. Not just sand: The folly of dismantling the environmental protection of dunes in Brazil. **Land Use Policy**, [s. l.], v. 112, p. 105803, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105803>.

SOARES, Marlene Yara Tenório; CARVALHO, Rodrigo Guimarães de; RABELO, Francisco Davy Braz. Análise socioambiental da “restinga” na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão, Rio Grande do Norte. **AMBIENTES**: Revista de Geografia e Ecologia Política, [s. l.], v. 6, n. 2, p. 134-165, 2024. DOI: <https://doi.org/10.48075/amb.v6i2.31444>.

SOLEIMANI-SARDO, Mojtaba; KHANJANI, Mohammad Hossein. Utilization of unconventional water resources (UWRS) for aquaculture development in arid and semi-arid regions—a review. **Annals of Animal Science**, [s. l.], v. 23, n. 1, p. 11-23, 2023. DOI: <https://doi.org/10.2478/aoas-2022-0069>.

SOUSA, Plínio Guimarães de; MATIAS, Esdras Matheus; SELVA, Vanice Santiago Fragoso. From residential tourism to tourist real estate complexes: the appropriation of the coastal zone in the northeast of Brazil by tourist real estate activities. **Ambiente & Sociedade**, [s. l.], v. 19, n. 03, p. 177-198, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC141673V1932016>.

SOUSA, Wandicleia Lopes de; SERRÃO, Elizabete de Matos; VIEIRA, Thiago Almeida. Condições socioeconômicas de pescadoras artesanais e agricultoras familiares: o caso do lago Maicá, Santarém, Brasil. **Novos Cadernos NAEA**, Pará, v. 24, n. 2, p. 83-102, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/ncn/article/view/7646/7507>. Acesso em: 02 jan. 2025.

SOUZA FILHO, José Rodrigues; SILVA, Iracema Reimão; NUNES, F. N. Avaliação qualitativa dos serviços ecossistêmicos oferecidos pelas praias da APA Lagoa Encantada/Rio Almada, Bahia, Brasil. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 20, n. 72, p. 15-32, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.14393/RCG207241182>.

SOUZA, Ana Caroline Damasceno; SILVA, Fernando Eduardo Borges; DINIZ, Marco Túlio Mendonça. Unidades de paisagem das planícies costeiras do litoral oriental do Rio Grande do Norte, Nordeste-Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 16, n. 1, p. 443-465, 2023. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v16.1.p443-465>.

SOUZA, Caroline Damasceno; SILVA, Fernando Eduardo Borges da; DINIZ, Marco Túlio Mendonça. Unidades de paisagem das planícies costeiras do litoral oriental do Rio Grande do Norte, Nordeste–Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 16, n. 1, p. 443-465, 2023. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v16.1.p443-465>.

SOUZA, Marco Aurélio Alves de. Preservação dos estoques pesqueiros: ações e intervenções dos pescadores artesanais. **REVES - Revista Relações Sociais**, Viçosa, v. 5, n. 1, p. 1-09, 2022. Disponível em: <https://beta.periodicos.ufv.br/reves/article/view/13494/6984>. Acesso em: 02 fev. 2025.

SU, Zhinan *et al.* Conversion of earthen aquaculture ponds to integrated mangrove-aquaculture systems significantly reduced the emissions of CH₄ and N₂O. **Journal of Hydrology**, [s. l.], v. 652, p. 132692, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2025.132692>.

TCHAMBA, José João; CAMONGUA, José. As plantas-usos e costumes dos povos da província da Huíla, um estudo exploratório com *Securidaca longipedunculata* e *Uapaca kirkiana*. **Transversos: Revista de História**, Rio de Janeiro, n. 15, p. 417-432, 2019. DOI: <https://doi.org/10.12957/transversos.2019.42163>.

TEHRANI, Nadia Abbaszadeh *et al.* Remotely-Sensed Ecosystem Health Assessment (RSEHA) model for assessing the changes of ecosystem health of Lake Urmia Basin. **International Journal of Image and Data Fusion**, [s. l.], v. 13, n. 2, p. 180-205, 2021. DOI: <http://doi.org/10.1080/19479832.2021.1924880>.

TEIXEIRA, Beatriz Félix *et al.* Locations Reached by Oil in 2019 and Subsequent Impacts in Environmental Protection Area of Costa dos Corais. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 15, n. 3, p. 1402-1416, 2022. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v15.3.p1402-1416>.

TORRES, Rafael Barsotti; GIANNELLA, Letícia de Carvalho. Políticas públicas e conflitos socioambientais: problematizando o Seguro-Defeso da pesca artesanal. **Revista de Políticas Públicas**, Maranhão, v. 24, n. 1, p. 170-189, 2020. DOI: <https://doi.org/10.18764/2178-2865.v24n1p170-189>.

TORRES, Vladimir Stolzenberg. Ocorrência, dispersão e invasão de *Citrus X limonia* (L.) Osbeck (Rutaceae) em área de mata nativa na região da Faxina, Viamão-RS. **Unisanta BioScience**, [s. l.], v. 10, n. 4, p. 199-207, 2021. Disponível em: <https://periodicos.unisanta.br/index.php/bio/article/view/2824/2115>. Acesso em: 02 out. 2024.

TREVIÑO, Melva; MURILLO-SANDOVAL, Paulo J. Uneven consequences: Gendered impacts of shrimp aquaculture development on mangrove dependent communities. **Ocean & Coastal Management**, [s. l.], v. 210, p. 105688, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.105688>.

TXICÃO, Kavisgo; LEÃO, Marcelo Franco. A pesca coletiva com timbó praticada pelos Ikpeng: ensinamentos dessa relação respeitosa com a natureza. **Ambiente & Educação**, Rio Grande, v. 24, n. 1, p. 195-222, 2019. DOI: <https://doi.org/10.14295/ambeduc.v24i1.8300>.

UFC. **UFC avança 10 posições e é a 23ª melhor da América Latina e a 1ª do Norte e Nordeste, aponta ranking britânico**. 2023. Disponível em: <https://www.ufc.br/noticias/17966-ufc-avanca-10-posicoes-e-e-a-23-melhor-da-america-latina-e-a-1-do-norte-e-nordeste-aponta-ranking-britanico>. Acesso em: 10 nov. 2024.

ULE, E. Die vegetation von Cabo Frio an der Küste von Brasilien. **Botanische Jahrbucher**, [s. l.], v. 28, p. 511-528, 1901. Disponível em: <https://archive.org/details/Bot-Jber-Syst-Pflanzengesch-Pflanzengeogr-28-0511-0528/mode/2up>. Acesso em: 07 abri. 2025.

USMAN, Muhammad; HO, Yuh-Shan. COVID-19 and the emerging research trends in environmental studies: a bibliometric evaluation. **Environmental Science and Pollution Research**, [s. l.], v. 28, p. 16913-16924, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13098-z>.

VAN LUIJK, Nicky *et al.* Mulheres e a pesca artesanal: salvaguardando conhecimentos tradicionais sobre plantas da restinga em Arraial do Cabo, Brasil. **Ethnoscintia - Brazilian Journal of Ethnobiology and Ethnoecology**, Pará, v. 6, n. 2, p. 166-181, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.18542/ethnoscintia.v6i2.10371>.

VAN VLIET, Jasper. Direct and indirect loss of natural area from urban expansion. **Nature Sustainability**, Londres, v. 2, n. 8, p. 755-763, 2019. DOI: <http://doi.org/10.1038/s41893-019-0340-0>.

VASCONCELOS, Michele de Freitas Faria de *et al.* Mulheres e mariscagem: invenções de si no (in) mundo mangue. **Psicologia em Revista**, Minas Gerais, v. 26, n. 1, p. 325-245, 2020. Disponível em: <https://periodicos.pucminas.br/psicologiaemrevista/article/view/22752>. Acesso em: 08 abr. 2025.

VEIVERBERG, Cátia Aline; PIRES, Cinthia Bonilha; BERGAMIN, Giovani Taffarel. Comercialização e processamento dos produtos da pesca artesanal na fronteira oeste do Rio Grande do Sul. **Extensão Rural**, Santa Maria, v. 28, n. 2, p. 1-26, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5902/2318179666498>.

VIDAL, Maria de Fátima. Carcinicultura. **Caderno Setorial ETENE**. 222. ed. Caderno Setorial ETENE: Banco do Nordeste, 2022. Disponível em: https://bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1210/3/2022_CDS_222.pdf. Acesso em: 06 abr. 2025.

VIDIGAL, Rochelle Cruz de Araujo Bezerra *et al.* Inovações para a pesca artesanal: subsídios para o desenvolvimento da atividade no Estado do Ceará. **Sistemas & Gestão**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 3, p. 229-241, 2021. DOI: <https://doi.org/10.20985/1980-5160.2021.v16n3.1650>.

VIEIRA-SERRA, Flávia Cristina; ALMEIDA-JR. Eduardo Bezerra. Phytosociology, successional level, and conservation of the woody component in a “restinga” of Maranhão island, Brazil. **Revista de Biologia Tropical**, Costa Rica, v. 69, n. 2, p. 743-754, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v69i2.42265>.

VIKOU, Sidney Vincent de Paul *et al.* Análise da Pressão Antrópica sobre Manguezais Urbanos: Subsídios à Proteção Ambiental e ao Ordenamento Territorial. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 35, p. e67515, 2023. DOI: <https://doi.org/10.14393/SN-v35-2023-67515>.

XAVIER, Reinato Andrade Tembo; SILVA, Viviane Vidal da; LIMA, Renato Abreu. Etnobotânica e a comunidade: saberes locais de plantas medicinais no Brasil. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, Rio Branco, v. 8, n. 2, p. 165-180, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufac.br/index.php/sajebtt/article/view/3641>. Acesso em: 02 out. 2024.

XIE, Zunyi *et al.* Using Landsat observations (1988–2017) and Google Earth Engine to detect vegetation cover changes in rangelands-A first step towards identifying degraded lands for conservation. **Remote Sensing of Environment**, [s. l.], v. 232, p. 111317, 2019. DOI: <http://doi.org/10.1016/J.RSE.2019.111317>.

ZENG, Sen *et al.* Microbial-Mediated Carbon Metabolism in the Subtropical Marine Mangroves with the Impact of Shrimp Pond Discharge. **Marine Environmental Research**, [s. l.], p. 106980, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2025.106980>.

ZHU, Yuanshan *et al.* Conversion of coastal marshes to croplands decreases organic carbon but increases inorganic carbon in saline soils. **Land Degradation & Development**, [s. l.], v. 31, n. 9, p. 1099-1109, 2020. DOI: <http://doi.org/10.1002/ldr.3538>.

APÊNDICE A - ROTEIRO DA ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA SOBRE ETNOBOTÂNICA (ECOSSISTEMA DE RESTINGA E MANGUEZAL)

Município: _____ **Data da entrevista:** ____/____/____

Comunidade: _____

Nome do entrevistado: _____

Sexo: _____ **Idade:** _____ **Local de nascimento:** _____

Tempo de residência neste município: _____

Profissão: _____ **Principal fonte de renda:** _____

Estado Civil: () solteiro () casado () viúvo () separado () outro. Qual? _____

Escolaridade			
Analfabeto	Sim ()		
Ensino fundamental	Completo ()	Incompleto ()	Última série cursada? _____
Ensino médio	Completo ()	Incompleto ()	Última série cursada? _____
Ensino superior	Completo ()	Incompleto ()	Último semestre cursado? _____
Pós-graduação	Completo ()	Grau? _____	

Renda Mensal (salário mínimo): () até um () um () dois () três () mais de três, quantos? _____

CONHECIMENTO LOCAL SOBRE RESTINGA

1. O que é restinga para você?

2. Quais atividades econômicas são desenvolvidas nesse ambiente e como você interage com a restinga?

3. O que a restinga representa para você? Quais outras importâncias você consegue atribuir à restinga? Ex.: Trabalho, lazer, tradições, pesca.

4. Como era a ocupação dessa área há 30 anos, e como se dá hoje?

5. Quais os usos dados para as plantas do ambiente de restinga?

Nome da planta	Categoria								6. Qual a frequência de uso da vegetação de manguezal no passado e no presente? *	
	Alimentícia	Combustível	Construção	Ecológico	Medicinal	Ornamental	Sem utilização	Outros, quais?	Passado	Presente

*raramente; esporadicamente; frequentemente; quando necessário; quando frutifica.

7. Qual a relação entre o Turismo e o ambiente de restinga nos dias atuais?

8. Quais os impactos você observa na restinga?

CONHECIMENTO LOCAL SOBRE MANGUEZAL

1. O que é manguezal para você?

2. Quais atividades econômicas são desenvolvidas nesse ambiente e como você interage com o manguezal?

3. O que o manguezal representa para você? Quais outras importâncias você consegue atribuir ao manguezal? Ex.: Trabalho, lazer, tradições, pesca.

4. Como era a ocupação dessa área há 30 anos, e como se dá hoje?

5. Quais os usos dados para as plantas do manguezal?

Nome da planta	Categoria								6. Qual a frequência de uso da vegetação de manguezal no passado e no presente? *	
	Alimentícia	Combustível	Construção	Ecológico	Medicinal	Ornamental	Sem utilização	Outros, quais?	Passado	Presente

*raramente; esporadicamente; frequentemente; quando necessário; quando frutifica.

7. Qual a relação entre o Turismo e o ambiente de mangue nos dias atuais?

8. Quais os impactos você observa no manguezal?

9. Poderia indicar outra pessoa da comunidade que tenha algum conhecimento sobre as plantas de restinga e manguezal, para ser entrevistada?

APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado por Louize Nascimento para participar da pesquisa de tese intitulada “**RELAÇÃO SOCIEDADE E NATUREZA EM ECOSSISTEMAS COSTEIROS (RESTINGA E MANGUEZAL) NO LITORAL SETENTRIONAL DO RIO GRANDE DO NORTE, BRASIL**”. Vale salientar, que você não deve participar contra a sua vontade. Portanto, é necessária a leitura atenta das informações abaixo e que você faça qualquer pergunta que desejar, evitando qualquer dúvida sobre os procedimentos desta pesquisa.

Esse projeto está sendo realizado para obtenção do título de Doutorado da pesquisadora supracitada no curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente na Universidade Federal do Ceará, sob supervisão do professor orientador Dr. Antônio Jeovah de Andrade Meireles e do professor coorientador Dr. Rodrigo Guimarães de Carvalho. O objetivo geral da presente pesquisa é analisar as relações que se estabelecem entre sociedade e natureza a partir do uso e ocupação de áreas de restinga e manguezal.

Este roteiro de entrevista foi elaborado a fim de subsidiar dados para esta pesquisa, buscando levantar informações acerca da percepção da comunidade local em relação aos conceitos de restinga e manguezal e sobre a importância sociocultural desses ecossistemas em suas vidas, seus usos e impactos.

A pesquisadora deverá responder todas as suas dúvidas antes de você decidir participar. Vale mencionar que você possui liberdade para desistir a qualquer momento ou retirar seu consentimento, se caso julgar necessário, sem que isso traga nenhum prejuízo a você. Sua participação implica em responder a um questionário com 17 perguntas referentes a esta pesquisa.

Diante do atual cenário da COVID-19 são adotadas medidas de segurança visando à proteção da pesquisadora e do entrevistado. Para evitar aglomeração, a entrevista será realizada de forma individual, seja nas residências dos entrevistados ou no seu local de trabalho, dando preferência a locais abertos. A pesquisadora portará os seguintes equipamentos de proteção individual: Máscara de proteção facial e álcool 70% para higienização das mãos antes, durante e após cada entrevista. Será adotada distância mínima de 2 metros entre a pesquisadora e o entrevistado. E disponibilizada máscara de proteção individual descartável para o entrevistado para ser utilizada no decorrer da entrevista.

É importante ressaltar que todas as informações fornecidas pelo entrevistado serão anônimas, ou seja, os entrevistados não serão identificados, mesmo quando os resultados da pesquisa forem divulgados nos meios científicos. Este termo de consentimento contém duas vias iguais, das quais uma ficará com o entrevistado e outra com a pesquisadora.

Local de coleta de dados: Município de Galinhos, Rio Grande do Norte, Brasil.

<p>Nome: Louize Nascimento - Instituição: Universidade Federal do Ceará Endereço: Av. Mister Hull, S/N, Campus do Pici, Bloco 902. CEP: 60455970. Fortaleza, CE – Brasil. E-mail para contato: louizenscmt@gmail.com</p>

<p>ATENÇÃO: Se você tiver alguma consideração ou dúvida, sobre a sua participação na pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da UFC/PROPESQ – Rua Coronel Nunes de Melo, 1000 - Rodolfo Teófilo, fone: 3366-8344/46. Horário: 08:00 - 12:00 horas de segunda a sexta-feira. O CEP/UFC/PROPESQ é a instância da Universidade Federal do Ceará responsável pela avaliação e acompanhamento dos aspectos éticos de todas as pesquisas.</p>

O entrevistado _____, de ____anos, RG: _____, declara que é de livre e espontânea vontade que está como participante desta pesquisa. Eu declaro que li atentamente este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e que, após sua leitura, tive a oportunidade de fazer questionamentos sobre o seu conteúdo e também sobre a pesquisa, recebendo explicações que responderam minhas dúvidas. E declaro ainda que estou recebendo uma via assinada deste termo.

_____, ____ / ____ / ____.

Nome do participante da pesquisa

Data

Assinatura

Nome da pesquisadora

Data

Assinatura

Nome da testemunha
(se o voluntário não souber ler).

Data

Assinatura
