



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

VITÓRIA CAVALCANTE COUTINHO DE MORAIS

**PARQUE NATURAL MUNICIPAL DAS DUNAS DE SABIAGUABA (FORTALEZA,
CEARÁ): DIAGNÓSTICO E PLANEJAMENTO AMBIENTAL USANDO O
MÉTODO DPSIR**

FORTALEZA

2025

VITÓRIA CAVALCANTE COUTINHO DE MORAIS

PARQUE NATURAL MUNICIPAL DAS DUNAS DE SABIAGUABA (FORTALEZA,
CEARÁ): DIAGNÓSTICO E PLANEJAMENTO AMBIENTAL USANDO O MÉTODO
DPSIR

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação em Ciências Ambientais do Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR) da Universidade Federal do Ceará (UFC), como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharela em Ciências Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Soares.

FORTALEZA

2025

VITÓRIA CAVALCANTE COUTINHO DE MORAIS

PARQUE NATURAL MUNICIPAL DAS DUNAS DE SABIAGUABA (FORTALEZA,
CEARÁ): DIAGNÓSTICO E PLANEJAMENTO AMBIENTAL USANDO O MÉTODO
DPSIR

Monografia apresentada ao curso de
Graduação em Ciências Ambientais da
Universidade Federal do Ceará como requisito
parcial para obtenção do Grau de Bacharelado
em Ciências Ambientais.

Aprovada em: // .

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Soares (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Me.^a Lais Belmino Regis
Associação de Pescadores e Marisqueiras da Reserva Extrativista do Batoque (APMRB)

Dr. Nayrisson de Jesus Prado da Silva
Secretaria de Meio Ambiente e Mudança do Clima (SEMA)

Prof. Dr. Tommaso Giarrizzo
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

A minha mãe, Célia, que abdicou de muitas coisas em sua vida para que eu chegasse onde cheguei.

AGRADECIMENTOS

A minha família, especialmente minha mãe, Célia Cavalcante, às minhas tias, Antônia Cavalcante, Eurides Cavalcante, Sueli Cavalcante e Zélia Cavalcante, e às minhas primas Isabelly Cavalcante e Mariane Cavalcante, por sempre acreditarem em mim, mesmo em momentos em que nem eu acreditava.

As minhas companhias de quatro patas, que me trouxeram conforto nos momentos mais difíceis: meus cachorros de estimação, Guerreiro, Luna, Nina, Pula-pula e Soneca.

Aos meus colegas de graduação, Anny Beatriz, Douglas Lima, Kaio César, Lucas Barreto, Maria Isadora, Rayssa Oliveira e Vitória Bernardo, que se tornaram parte essencial da minha formação.

Ao meu orientador, professor Dr. Marcelo Soares, este que tenho grande admiração e apreço, no qual me espelho como pesquisadora.

Aos membros da banca avaliadora, Me. Laís Belmino, Dr. Nayrisson de Jesus e Dr. Tommaso Giarrizzo, por terem aceitado o convite. Para mim é uma honra ter a contribuição de vocês para com este trabalho.

A Universidade Federal do Ceará, sobretudo ao Instituto de Ciências do Mar, por fornecer minha formação como cientista ambiental.

Aos professores do LABOMAR, principalmente às professoras Dr.^a Cristina Rocha e Dr.^a Kamila Viana, pelos ensinamentos e acolhimentos ao longo da minha jornada acadêmica.

“A natureza é muito generosa, mas também é muito justa. Se você a destruir, você será destruído.” - Wangari Maathai

RESUMO

O fenômeno do *baby boom* pós-Segunda Guerra Mundial impulsionou um acelerado crescimento populacional, que, por sua vez, promoveu intensa urbanização e a expansão desordenada das cidades. Nesse cenário, surgiram os parques naturais como resposta à necessidade de conservação da biodiversidade e das paisagens. Contudo, a expansão das áreas urbanas em direção às unidades de conservação tem gerado pressões significativas, que comprometem sua integridade ecológica. Sendo assim, foi visto a necessidade de avaliar os impactos ambientais negativos no Parque Natural Municipal das Dunas de Sabiaguaba, no município de Fortaleza - CE. Para isso, foi utilizada a metodologia DPSIR, que consiste na avaliação dos impactos ambientais quanto às suas Forças Motrizes (Drivers), Pressão (Pressures), Estado (State), Impactos (Impacts) e Resultados (Responses). Além dos demais, também foram utilizados sistemas como o Google Earth Pro e QGis (elaboração de mapas), Google Acadêmico e Scite.AI (dados secundários) e estudos em campo (dados primários). Dentre os resultados obtidos, destacam-se a poluição, ocupações irregulares, perda da biodiversidade e fragmentação dos habitats. Sendo assim, o Parque Natural Municipal das Dunas da Sabiaguaba, em Fortaleza (CE), ilustra bem essa problemática. A área de estudo é cenário de eventos como a expansão imobiliária, surgimento da CE-010 e proliferação de um turismo de massa. Estes causando sérias pressões no ambiente, tais como o aumento de população e fluxo de veículos na localidade. Atualmente, o parque possui um bioma costeiro dunar rico em fauna e flora, com importantes serviços ecossistêmicos. No entanto, estes são frágeis quanto a mudanças no ambiente, estando a mercê dos impactos ambientais presentes na unidade. Dentre eles cabe citar, Redução da área da unidade, acúmulo excessivo de lixo, queimadas, atividade turísticas não sustentáveis, poluição de corpos hídricos, deslizamentos de dunas móveis, degradação do sítio arqueológico, risco de diminuição no abastecimento do lençol freático, desculturalização da comunidade local, poluição sonora e atmosférica. Dessa forma, se faz necessária a inserção de políticas públicas eficazes e gestão ambiental integrada para mitigação, como a implementação de atividades de educação ambiental, fiscalização através de geoprocessamento e atualizações de planos diretor e de manejo que levem em consideração a realidade deste ambiente. Por fim, o despreparado da cidade para com a preservação e conservação dos ambientes naturais é evidente, uma vez que não há gestão e controle suficiente dos habitantes e visitantes.

Palavras chave: Geoprocessamento; educação ambiental; degradação.

ABSTRACT

The post-World War II baby boom spurred rapid population growth, which in turn led to intense urbanization and the disorderly expansion of cities. In this context, natural parks emerged as a response to the need for biodiversity and landscape conservation. However, the expansion of urban areas toward conservation units has generated significant pressures, compromising their ecological integrity. Therefore, the need arose to assess the negative environmental impacts on the Sabiaguaba Dunes Municipal Natural Park, in the municipality of Fortaleza, Ceará. To this end, the DPSIR methodology was used, which consists of assessing environmental impacts based on their Driving Forces, Pressures, State, Impacts, and Responses. In addition to other systems, systems such as Google Earth Pro and QGIS (map creation), Google Scholar and Scite.AI (secondary data), and field studies (primary data) were also used. Among the findings, pollution, illegal occupation, biodiversity loss, and habitat fragmentation stand out. The Sabiaguaba Dunes Municipal Natural Park in Fortaleza, Ceará, illustrates this issue well. The study area is the scene of events such as real estate expansion, the emergence of the CE-010 highway, and the proliferation of mass tourism. These are causing serious environmental pressures, such as population growth and vehicle traffic. Currently, the park has a coastal dune biome rich in fauna and flora, providing important ecosystem services. However, these are fragile when it comes to environmental changes and are at the mercy of the environmental impacts present in the park. These include reduction in the park's area, excessive accumulation of garbage, fires, unsustainable tourism activities, water pollution, shifting dune landslides, degradation of the archaeological site, risk of reduced groundwater supply, deculturalization of the local community, and noise and air pollution. Therefore, the implementation of effective public policies and integrated environmental management are necessary for mitigation, such as the implementation of environmental education activities, monitoring through geoprocessing, and updates to master and management plans that take into account the realities of this environment. Finally, the city's lack of preparation for the preservation and conservation of natural environments is evident, as there is insufficient management and oversight of residents and visitors.

Keywords: Geoprocessing; environmental education; degradation.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Parque Natural Municipal das Dunas da Sabiauba.....	32
FIGURA 2	Modelo DPSIR de análise de impacto ambiental.....	35
FIGURA 3	Modelo DPSIR com destaque para as forças motrizes.....	38
FIGURA 4	Modelo DPSIR com destaque para as pressões.....	44
FIGURA 5	Modelo DPSIR com destaque para o estado.....	48
FIGURA 6	Faixa de praia do PNMDs.....	49
FIGURA 7	<i>Beachrocks</i>	50
FIGURA 8	Planície de deflação eólica do PNMDs.....	51
FIGURA 9	Vegetação do tipo gramínea.....	51
FIGURA 10	Tartarugas do litoral brasileiro ameaçadas de extinção, segundo o IUCN..	52
FIGURA 11	Dunas móveis do PNMDs.....	53
FIGURA 12	Dunas semifixas do PNMDs.....	54
FIGURA 13	Duna fixa do PNMDs.....	55
FIGURA 14	Geomorfologia do PNMDs.....	57
FIGURA 15	Modelo DPSIR com destaque para os impactos.....	58
FIGURA 16	Localização das áreas afetadas ao longo da rota.....	59
FIGURA 17	Construções dentro do PNMDs nos anos 2007 e 2025.....	61
FIGURA 18	Retirada de areia da duna do Por-do-Sol na CE-010.....	62
FIGURA 19	Depósito de areia da duna do Por-do-Sol próximo ao corpo hídrico.....	62
FIGURA 20	Ponto de descarte de areia próximo ao corpo hídrico.....	63
FIGURA 21	Cadela alimentando-se de carcaça não identificada.....	64
FIGURA 22	Fezes de animal não identificado.....	65
FIGURA 23	Construção abandonada.....	65
FIGURA 24	Entulho.....	66
FIGURA 25	Cachorro-do-mato atropelado na CE.....	66
FIGURA 26	Propaganda de atividades erosivas.....	67
FIGURA 27	Marca de pneu na faixa de praia.....	67
FIGURA 28	Marca de pneu nas dunas fixas e semifixas.....	68
FIGURA 29	Marca de pneu próxima a sinalização.....	68
FIGURA 30	Acúmulo de lixo próximo a CE-010.....	69
FIGURA 31	Detritos de asfalto próximo a CE-010.....	70

FIGURA 32	Pedaço de pneu próximo a CE-010.....	71
FIGURA 33	Local de queimada próximo a CE-010.....	72
FIGURA 34	Embalagem de desodorante <i>Roll-on</i>	73
FIGURA 35	Desodorante em aerosol na faixa de praia (lixo estrangeiro).....	73
FIGURA 36	Ferramenta de pesca na faixa de praia.....	74
FIGURA 37	Lixo na margem do corpo hídrico.....	75
FIGURA 38	Garrafa plástica com líquido escuro não identificado na duna do Por-do-Sol.....	75
FIGURA 39	Garrafa de bebida e resquícios de resíduos não identificados na duna do Por-do-Sol.....	76
FIGURA 40	Resquícios de carvão e garrafas de vidro na duna do Por-do-Sol.....	76
FIGURA 41	Estrutura metálica de lixeira queimada e restos de carvão em duna móvel.....	77
FIGURA 42	Embalagem de picolé na duna do Por-do-Sol.....	77
FIGURA 43	Fragmento de cerâmica reconstituída com superfície erodida.....	79
FIGURA 44	Formas das vasilhas reconstituídas.....	79
FIGURA 45	Modelo DPSIR com destaque para as respostas.....	83
FIGURA 46	Exemplificação visual da interferência da educação ambiental como medida mitigadora dos impactos ambientais do PNMDs.....	85
FIGURA 47	Exemplificação visual da interferência do corredor ecológico como medida mitigadora dos impactos ambientais do PNMDs.....	86
FIGURA 48	Modelo de câmara (Bairro de Messejana).....	89
FIGURA 49	Exemplificação visual da interferência das câmeras pontuais como medida mitigadora dos impactos ambientais do PNMDs.....	89
FIGURA 50	Sugestão para os pontos de implementação das câmeras.....	90
FIGURA 51	Exemplificação visual da interferência do monitoramento por satélites como medida mitigadora dos impactos ambientais do PNMDs.....	91
FIGURA 52	Exemplificação visual da interferência do plano diretor atualizado como medida mitigadora dos impactos ambientais do PNMDs.....	93

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1	Mudança das áreas naturais e antrópicas na cidade de Fortaleza ao longo dos anos.....	23
QUADRO 2	Unidades de conservação do tipo integral, segundo o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) (Lei 9985/2000).....	25
QUADRO 3	Unidades de conservação do tipo sustentável, segundo o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) (Lei 9985/2000).....	26
QUADRO 4	Ranking dos estados brasileiros quanto a quantidade de unidades de conservação segundo o CNUC.....	27
QUADRO 5	Ranking dos estados nordestinos quanto a quantidade de unidades de conservação segundo o CNUC.....	27

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1	Índice pluviométrico entre os meses de janeiro a junho no bairro Caça e Pesca.....	33
-----------	--	----

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABREMA	Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente
AEA	Agência Europeia do Ambiente
AIM	Associação para Gestão Inteligente da Informação
APA	Área de Proteção Ambiental
APP	Área de Proteção Permanente
CA	Pavimento de betão asfáltico
CBUQ	Concreto Betuminoso Usinado a Quente
CDB	Convenção sobre Diversidade Biológica
CE	Ceará
CH4	Metano
CNUC	Cadastro Nacional de Unidades de Conservação
CO	Monóxido de carbono
CO2	Gás carbônico
COFECO	Colônia de Férias dos Empregados da Coelce
COP	Conferência das Partes
CPA	Pavimento poroso asfáltico
DER	Departamento Estadual de Rodovias
DPSIR	Força Motriz, Pressão, Estado, Impactos e Respostas
EUA	Estados Unidos
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
IBGE	Índice Brasileiro de Geografia e Estatística
IMD	Instituto Marcos Daniel
IUCN	Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais

KML	Keyhole Markup Language
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NPS	Nível de pressão sonora
N2O	Nitroso de oxigênio
OCDE	Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OMS	Organização Mundial da Saúde
OMT	Organização Mundial do Turismo
ONG	Organização Não Governamental
ONU	Organização das Nações Unidas
PNMDS	Parque Natural Municipal das Dunas da Sabiaguaba
PNRS	Plano Nacional de Resíduos Sólidos
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
Seinfra	Secretaria de Infraestrutura
SEMAM	Secretaria Municipal do Meio Ambiente e Controle Urbano
SEUMA	Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
SOP	Superintendência de Obras Públicas
UC	Unidade de Conservação
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
VCAN	Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis
WGS	World Geodetic System 1984
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical
ZIA	Zona de Interesse Ambiental
ZPA	Zona de Preservação Ambiental
ZIA	Zona de Interesse Ambiental

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	JUSTIFICATIVA	19
3	OBJETIVOS	20
3.1	Objetivo Geral	20
3.2	Objetivos Específicos	20
4	REFERENCIAL TEÓRICO	21
4.1	O Crescimento Urbano: conceito e origem	21
4.2	As Unidades de Conservação	23
4.2.1	<i>Parque Nacional</i>	28
4.2.2	<i>Plano de Manejo do Parque Natural Municipal das Dunas de Sabiaguaba...</i>	29
5	METODOLOGIA	31
5.1	Parque Natural Municipal das Dunas de Sabiaguaba	31
5.2	Dados Primários	33
5.2.1	<i>Estudo de Campo</i>	33
5.3	Dados Secundários	34
5.3.1	<i>DPSIR</i>	34
5.3.2	<i>Dados Georreferenciados</i>	35
5.3.3	<i>Consulta de Literatura</i>	36
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
6.1	Forças Motrizes	38
6.1.1	<i>Expansão Imobiliária</i>	38
6.1.2	<i>O Porto de Fortaleza e sua influência no surgimento da CE-010</i>	39
6.1.3	<i>Turismo</i>	41
6.2	Pressões	43
6.2.1	<i>Aumento populacional, de residências, estabelecimentos comerciais e turísticos</i>	44
6.2.2	<i>Aumento do fluxo de veículos</i>	46
6.3	Estado	48
6.3.1	Geomorfologia	48
6.3.1.1	<i>Faixa de Praia</i>	48
6.3.1.2	<i>Planície de Deflação Eólica</i>	50

6.3.1.3	<i>Dunas Móveis, Fixas e Semifixas</i>	53
6.3.1.4	<i>Planície Fluviomarinha</i>	55
6.3.1.5	<i>Tabuleiro Costeiro</i>	56
6.4	Impactos	58
6.4.1	<i>Invasão de áreas e redução da área protegida do parque</i>	58
6.4.2	<i>Acúmulo de lixo e poluição de corpos hídricos</i>	69
6.4.3	<i>Potencial risco de degradação do sítio arqueológico</i>	78
6.4.4	<i>Perda da proteção e risco de diminuição no abastecimento do lençol freático</i>	80
6.4.5	<i>Desculturalização de comunidades locais</i>	80
6.4.6	<i>Poluição sonora e atmosférica</i>	81
6.5	Respostas	83
6.5.1	<i>Educação ambiental</i>	83
6.5.2	<i>Corredor ecológico</i>	85
6.5.3	<i>Câmeras pontuais</i>	86
6.5.4	<i>Monitoramento por satélites</i>	91
6.5.5	<i>Atualização do Plano Diretor de Fortaleza</i>	92
7	CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	94
	REFERÊNCIAS	95
	ANEXO A - LEVANTAMENTO FAUNÍSTICO E FLORÍSTICO	108

1 INTRODUÇÃO

O "baby boom" pós-Segunda Guerra Mundial, fenômeno marcado pelo aumento significativo na taxa de natalidade, gerou um desenfreado crescimento populacional e urbano. Esse processo, que envolveu uma rápida urbanização e a expansão das cidades, trouxe consigo o aumento na demanda por moradias, infraestrutura e serviços básicos (Sánchez-Barricarte; Jesus J., 2018). Conseqüentemente, surgiram novos bairros e subúrbios, alterando substancialmente a paisagem urbana e transformando a dinâmica desses ambientes. As áreas urbanas passaram a se expandir de forma descontrolada, avançando sobre espaços, antes preservados, e ameaçando ecossistemas naturais (Simkin *et al.*, 2023; Da Mata *et al.*, 2021). Esse crescimento desordenado tem desafiado as cidades a encontrar um equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a preservação ambiental.

No contexto do crescimento urbano, os parques naturais surgiram como uma resposta à crescente preocupação com a preservação de paisagens e biodiversidade. O primeiro parque nacional do mundo, Yellowstone, criado em 1872 nos Estados Unidos, exemplifica a emergência dessas áreas como um esforço de conservação da natureza frente ao avanço do homem sobre os espaços naturais (Dilsalver; Lary M., 2005). Desde então, a criação de parques e unidades de conservação tem se mostrado fundamental para a manutenção da integridade dos ecossistemas, protegendo a flora e fauna, além de promover o lazer e a educação ambiental. Esses espaços têm o papel de conciliar a necessidade humana de desenvolvimento com a responsabilidade de preservar os recursos naturais para as gerações futuras (Brasil, 2000).

Entretanto, à medida que as cidades se expandem, a pressão sobre as unidades de conservação aumenta consideravelmente. A proximidade entre as áreas urbanas e os parques naturais gera uma série de desafios relacionados à manutenção da integridade ecológica desses espaços. A degradação do meio ambiente causada pela urbanização desenfreada, como a poluição, a ocupação irregular do solo, a perda da biodiversidade e a fragmentação dos habitats, afeta diretamente a qualidade dos ecossistemas protegidos (Sarges Filho; Leudes, 2024). A convivência entre a expansão urbana e a conservação da natureza exige medidas de gestão eficientes, que possam minimizar os impactos negativos e garantir a preservação dos recursos naturais.

No caso do Parque Natural Municipal das Dunas da Sabiaguaba, localizado em Fortaleza, no estado do Ceará, a realidade segue a mesma tendência. Este parque, que abrange uma área de grande importância ecológica, enfrenta o impacto de um crescimento urbano desordenado nas áreas adjacentes à capital do estado e sua região metropolitana. O avanço da

urbanização nas proximidades das dunas, lagoas, matas e a falta de um planejamento adequado têm gerado sérios problemas para a preservação da biodiversidade local e dos serviços ecossistêmicos. Além disso, a pressão por novos empreendimentos e a expansão dos núcleos urbanos podem comprometer a integridade do ecossistema, se não forem implementadas ações de fiscalização e controle adequadas.

Tendo isso em mente, se faz necessário investigar os impactos ambientais negativos causados pelo crescimento urbano no Parque Natural Municipal das Dunas da Sabiaguaba, analisando como a expansão urbana tem afetado a integridade do parque e identificando as medidas necessárias para mitigá-lo.

Por fim, a pesquisa busca contribuir para a melhoria da gestão e fiscalização das unidades de conservação, propondo alternativas para o uso de tecnologias e a implementação de ações de preservação mais eficazes. As conclusões deste estudo pretendem contribuir não só para a área analisada, mas também para outras unidades de conservação que enfrentam desafios semelhantes, promovendo uma integração mais sustentável entre urbanização e meio ambiente.

2 JUSTIFICATIVA

O Parque Natural Municipal da Sabiaguaba apresenta alguns poucos trabalhos, entre eles artigos, monografias e dissertações (Santos Neto, 2022; Mello, 2023), realizados com a unidade. Os estudos encontrados são antigos (Souza, 2011; Souza, 2009; Sales, 2013; Lopes, 2019) e com metodologias muito semelhantes, como o caso do georreferenciamento. Tendo isso em mente, até o momento, não foram encontrados trabalhos que abordam os impactos ambientais negativos no PNMDs utilizando-se do método DPSIR, sendo esta a principal razão por trás da escolha da abordagem desta monografia.

No caso do estado do Ceará foram realizados estudos utilizando essa metodologia. No entanto, a maioria se restringe ao uso com bacias hidrográficas, sem implementação com unidades de conservação (Landim Neto, 2016). Ademais, são trabalhos que seguem a mesma problemática encontrada com os estudos da Sabiaguaba, ou seja, são antigos e desatualizados (Giovanelli, 2016). Seguindo a mesma linha de raciocínio, no Brasil, existem trabalhos voltados para unidades de conservação que utilizam o DPSIR, porém são poucos quando comparados com outros países (Abalansa, 2020; Yu, 2020; Geng, 2020; Tetelepta, 2020).

A compreensão das dinâmicas entre sociedade e meio ambiente exige modelos conceituais capazes de integrar múltiplas dimensões. Nesse contexto, o modelo DPSIR surge como uma abordagem robusta para avaliar impactos ambientais, ao articular fatores sociais, econômicos e ecológicos. Estruturado em cinco componentes, esse modelo oferece uma leitura sistêmica dos processos que desencadeiam a degradação ambiental e das estratégias de gestão correspondentes.

Sua origem está vinculada ao modelo PSR (Pressão-Estado-Resposta), elaborado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), nos anos 1990, cuja estrutura simplificada foi posteriormente expandida pela Agência Europeia do Ambiente (AEA) (Bouchkara, 2021). A evolução do PSR para o DPSIR reflete a necessidade de incorporar variáveis mais complexas às análises ambientais, tornando-o uma ferramenta estratégica tanto para diagnósticos ambientais quanto para a formulação de políticas públicas.

Em suma, essa monografia tem como justificativa o uso de uma metodologia inovadora e pouco utilizada com unidades de conservação no país, sobretudo no estado do Ceará e da área de estudo. Vale salientar também a importância desses estudos para a orientação da gestão dessas unidades de conservação.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Realizar o diagnóstico e propor diretrizes de planejamento ambiental para o Parque Natural Municipal das Dunas de Sabiaguaba, em Fortaleza (CE), por meio da aplicação do método DPSIR.

3.2 Objetivos Específicos

- Identificar os responsáveis pelos impactos no Parque Natural Municipal das Dunas de Sabiaguaba;
- Apresentar o estado atual de conservação do Parque Natural Municipal das Dunas de Sabiaguaba;
- Identificar as principais pressões antrópicas sobre Parque Natural Municipal das Dunas de Sabiaguaba;
- Propor respostas que visem reduzir os impactos e pressões ocorridas no Parque Natural Municipal das Dunas da Sabiaguaba.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 O Crescimento Urbano: conceito e origem

A urbanização é um complexo processo de evolução de uma cidade, abrangendo diferentes fatores, como o econômico, social, político e ambiental. Já o crescimento urbano segue como sendo um aspecto tangível da urbanização, associado à expansão territorial da cidade, atrelada à história da evolução humana desde o momento em que deixamos as atividades nômades e passamos a praticar a agricultura. Dessa forma, para uma compreensão mais clara acerca desse processo, é necessário retroceder no tempo. Como afirma o historiador Lewis Mumford, em seu livro *A Cidade na História* (2004):

Se quisermos identificar a cidade, devemos seguir a trilha para trás, partindo das mais completas estruturas e funções urbanas conhecidas, para os seus componentes originários, por mais remotos que se apresentem no tempo, no espaço e na cultura [...].

Entre os anos 10 mil e 2 mil a.C. (Neolítico), surgiram os primeiros indícios do sentimento de pertencimento a um determinado local pelos povos nômades, marcado pela criação de rebanhos e pelo cultivo do próprio alimento, em diferentes partes do globo, como Europa, China, Mesopotâmia e Egito, entre outros. Foi nesse período que se estabeleceram as primeiras aldeias. A divisão do trabalho era baseada em atividades diferenciadas por gênero, idade e força (Sposito, [s.d.]). No entanto, apesar de representar os primeiros indícios de crescimento urbano, ainda era necessário um maior grau de evolução da sociedade e do espaço para que se chegasse às características de cidade. De acordo com o economista brasileiro Paul Singer, acerca dos povos da época, em seu trabalho *Economia Política da Urbanização* (1998):

Uma comunidade de agricultores, por mais densamente aglomerados que vivam seus habitantes e por maior que ela seja (de fato, ela não pode ser muito grande, devido ao caráter extensivo das atividades primárias) não pode ser considerada uma cidade.

"Atualmente, o *Homo sapiens* está presente em grande parte do globo terrestre, tornando-se uma das espécies mais abundantes do planeta, com aproximadamente 8,2 bilhões

de indivíduos (ONU, 2024). No Brasil, há cerca de 212,6 milhões de habitantes (IBGE, 2024), distribuídos entre 26 estados e o Distrito Federal. As cidades brasileiras, sobretudo as litorâneas, apresentam grande potencial para o desenvolvimento urbano em função de suas praias, principal atrativo turístico. Entre elas, destaca-se a cidade de Fortaleza, no estado do Ceará. Localizada na região Nordeste do Brasil, possui uma área de aproximadamente 314,93 km² e 121 bairros.

A capital cearense é marcada por inúmeras batalhas pela conquista da região, como a construção do forte holandês Schoonenborch, que, após sua queda em 1654, passou a ser chamado de Fortaleza de Nossa Senhora de Assunção, nome que posteriormente inspirou a denominação da cidade (Bruno, 2011).

Com o passar do tempo, um pequeno povoado se estabeleceu ao redor do forte. Entretanto, como a principal atividade econômica da época era a pecuária, a futura cidade de Fortaleza permaneceu sem grande relevância para Portugal, que concentrou seus esforços na colonização do sertão cearense. Foi em 1713 que se criou a primeira vila do Ceará, localizada em Aquiraz. No século XVIII, durante a Revolução Industrial e o comércio de algodão entre Inglaterra e Portugal, a economia cearense passou por transformações: o cultivo e a exportação do algodão tornaram-se o principal foco dos colonizadores (Bruno, 2011).

Apesar de ainda pouco desenvolvida, a região foi elevada à categoria de vila em 13 de abril de 1769, em razão de sua localização geográfica privilegiada para o comércio com a Europa. Somente em 1823, com o apoio do Ceará à Independência do Brasil, D. Pedro I reconheceu a vila de Fortaleza como cidade. A partir desse período, a capital passou a se expandir estruturalmente. No século XX, entretanto, o crescimento urbano trouxe consigo diversos problemas sociais devido à sua velocidade. Segundo o historiador e geógrafo Artur Bruno (2011, p. 4):

As sucessivas gestões de Fortaleza, efetivamente, não conseguiram controlar a explosão que a cidade viveu a partir dos anos 50, com o desordenamento urbano, crescimento das favelas, verticalização, especulação imobiliária, e muito menos atender satisfatoriamente às crescentes demandas da população por serviços públicos e infraestrutura. A municipalidade sofria com a abertura financeira, sendo comuns os atrasos do pagamento dos salários dos funcionários públicos.

Tais problemas, como a perda de áreas naturais, intensificaram-se ao longo do tempo até os dias atuais. Considerando esse contexto, apresenta-se, na tabela a seguir, a evolução do crescimento urbano na cidade de Fortaleza, referente ao aumento territorial da área urbanizada nos anos de 1985, 1993, 2003, 2013 e 2023, com base na plataforma MapBiomias:

QUADRO 1 - Mudança das áreas naturais e antrópicas na cidade de Fortaleza ao longo dos anos.

Classes	Área (ha)				
	1985	1993	2003	2013	2023
1. Natural	12.013 (38,46%)	9.428 (30,18%)	7.483 (23,96%)	6.656 (21,31%)	5.881 (18,83%)
2. Antrópico	19.222 (61,54%)	21.793 (69,77%)	23.738 (76,00%)	24.564 (78,64%)	25.352 (81,17%)
3. Não identificadas	-	15,61 (00,05%)	12,49 (00,04%)	15,61 (00,05%)	-

Fonte: adaptado do MapBiomias, elaborado pelo autor.

Na tabela apresentada, observa-se que, já em 1985, a maior parte da cidade encontrava-se ocupada por construções, enquanto apenas 38,46% permaneciam como áreas naturais. Nos anos seguintes, essa disparidade continuou aumentando, chegando a apenas 18,83% em 2023. As áreas verdes de Fortaleza vêm desaparecendo progressivamente. Em dados mais recentes, de 2024, foram contabilizados cerca de 16% de vegetação, o que representa uma diminuição de quase 3% em apenas um ano (Xavier-Sampaio, 2024).

4.2 As Unidades de Conservação

Foi apenas em 1987 que o conceito de sustentabilidade foi apresentado pela primeira vez no Relatório Brundtland. De acordo com esse documento, sustentabilidade refere-se à satisfação das necessidades presentes sem comprometer a capacidade das futuras gerações de suprirem as suas próprias. Segundo Guimarães (1995), sustentabilidade consiste em preservar os recursos naturais e a qualidade do meio ambiente de forma a garantir que tanto as gerações atuais quanto as futuras possam atender às suas necessidades básicas.

Em outras palavras, a sustentabilidade busca a utilização racional dos recursos naturais pela sociedade, de modo que não falem para as gerações futuras. O desenvolvimento sustentável também foi amplamente discutido em 1992, durante a ECO-92, realizada na cidade do Rio de Janeiro, que evidenciou a situação alarmante enfrentada por diversos países em crise de planejamento governamental e de gestão estatal (Guimarães, 1995, p. 113).

Anos mais tarde, o Banco Mundial criou o Programa 21, com 10 capítulos e 115 áreas temáticas, com o objetivo de orientar a transição desses países rumo à sustentabilidade. Nesse contexto, torna-se evidente a relevância da sustentabilidade no que se refere às questões socioambientais. A partir desse período, consolidou-se o entendimento sobre a necessidade de implementação de áreas protegidas, sobretudo das Unidades de Conservação, para a preservação dos ecossistemas e, conseqüentemente, dos recursos naturais.

No Brasil, foram criadas diversas unidades com diferentes objetivos e finalidades; no entanto, não havia um modelo definido para sua criação ou gestão, tampouco critérios que considerassem os distintos aspectos de caracterização dos tipos de UCs. Dessa forma, não se conheciam os níveis variados de fragilidade de cada local.

Com isso em mente, nos anos 2000 foi instituído o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), por meio da Lei Federal n.º 9.985, com o objetivo de atender à demanda do país pela conservação dos recursos naturais. O SNUC passou a padronizar as diferentes categorias e objetivos de criação, além de apresentar estratégias de preservação (Fonseca, 2010). De acordo com o SNUC (2000), Unidade de Conservação é:

Espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção.

Em outras palavras, as Unidades de Conservação são espaços naturais, dotados de certo nível de beleza cênica, delimitados com a finalidade de serem preservados, garantindo a manutenção de seus serviços ecossistêmicos. De acordo com Fonseca (2010), acerca da importância das Unidades de Conservação:

Hoje, essas áreas representam também um importante instrumento para manutenção dos serviços ambientais, que são os benefícios concedidos às sociedades humanas pelos ambientes naturais bem preservados, como proteção de reservas de água, conservação dos solos e mitigação dos efeitos das mudanças climáticas que estão em curso.

Criada pela UNESCO em 1965, a União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais (IUCN) é um dos organismos internacionais mais importantes no que se refere à definição e categorização de áreas protegidas. Dessa forma, o SNUC possibilitou que as unidades brasileiras se enquadrassem nos critérios estabelecidos pela IUCN, facilitando a criação de quase 700 novas Unidades de Conservação apenas entre os anos de 2000 e 2010 (Brito, 2008).

Entre as divisões das unidades, distinguem-se dois grupos: as de Proteção Integral, que permitem o uso dos recursos naturais apenas de forma indireta, e as de Uso Sustentável, que buscam conciliar a preservação da unidade com o uso racional de seus recursos naturais (SNUC, 2000). Nos quadros a seguir, apresentam-se as diferentes Unidades de Conservação, separadas de acordo com seu uso sustentável ou integral (Quadros 1 e 2):

QUADRO 2 - Unidades de conservação do tipo integral, segundo o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) (Lei 9985/2000).

PROTEÇÃO INTEGRAL	
NOME	SIGLA
Reserva Biológica	REBIO
Estação Ecológica	ESEC
Parque Nacional	PARNA
Monumento Natural	MONA
Refúgio de Vida Silvestre	REVIS

Fonte: adaptado do SNUC, elaborado pelo autor.

QUADRO 3 - Unidades de conservação do tipo sustentável, segundo o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) (Lei 9985/2000).

SUSTENTÁVEL	
NOME	SIGLA
Área de Proteção Ambiental	APA
Área de Relevante Interesse Ecológico	ARIE
Floresta Nacional	FLONA
Reserva Extrativista	RESEX
Reserva de Desenvolvimento Sustentável	RDS
Reserva de Fauna	REFAUSO
Reserva Particular do Patrimônio Natural	RPPN

Fonte: adaptado do SNUC, elaborado pelo autor.

É importante destacar o papel do Ceará na criação de Unidades de Conservação (UCs). Atualmente, o estado conta com 102 unidades, dos tipos sustentável e de proteção integral, ocupando a 10.^a posição entre os estados brasileiros com maior número de UCs e a 3.^a posição entre os estados nordestinos (CNUC, 2025).

No entanto, apesar dessa colocação considerável no Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC), o estado cearense ainda precisa aprimorar sua posição, sobretudo quando comparado a outras regiões do país. Em ambos os rankings, observa-se uma grande disparidade quanto à quantidade de UCs criadas em relação ao Ceará, conforme demonstram os quadros a seguir.

QUADRO 4 - Ranking dos estados brasileiros quanto a quantidade de unidades de conservação segundo o CNUC.

POSIÇÃO	ESTADO	UNIDADES DE CONSERVAÇÃO
1º	Bahia	275
2º	Pernambuco	106
3º	Ceará	102
4º	Alagoas	73
5º	Maranhão	42
6º	Paraíba	33

7º	Rio Grande do Norte	29
8º	Piauí	25
9º	Sergipe	18

Fonte: adaptado do Painel Unidades de Conservação Brasileiras do CNUC, elaborado pelo autor.

QUADRO 5 - Ranking dos estados nordestinos quanto a quantidade de unidades de conservação segundo o CNUC.

Posição	Estado	Unidades de Conservação
1º	Rio de Janeiro	495
2º	Minas Gerais	363
3º	São Paulo	306
4º	Bahia	275
5º	Santa Catarina	174
6º	Goiás	162
7º	Espírito Santo	134
8º	Paraná	117
9º	Pernambuco	106
10º	Mato Grosso	102
	Ceará	
11º	Amazonas	100
12º	Rio Grande do Sul	98
13º	Pará	95
	Mato Grosso do Sul	
14º	Rondônia	81
15º	Alagoas	73
16º	Maranhão	42
17º	Distrito Federal	35
18º	Paraíba	33
19º	Tocantins	30
20º	Rio Grande do Norte	29
21º	Piauí	25
22º	Acre	20
23º	Sergipe	18

	Amapá	
24°	Roraima	15

Fonte: adaptado do Painel Unidades de Conservação Brasileiras do CNUC, elaborado pelo autor.

Quanto às metas estabelecidas pela Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), vale destacar que o Brasil, assim como muitos outros países membros, até 2010, não conseguiu alcançar os objetivos de redução da perda de biodiversidade instituídos pela própria CDB (Fonseca, 2010).

Tendo isso em mente, foram criadas, durante a COP10, no Japão, as Metas de Aichi 2011-2020, com o objetivo de atender às exigências não cumpridas anteriormente (Amin, 2021). De acordo com essas novas metas, seria necessária a existência de 25% de áreas protegidas continentais e 15% de áreas protegidas marinhas (Mittermeier, 2010). No entanto, esses objetivos também não foram atingidos.

Diante desse histórico de insucesso global na contenção da perda de biodiversidade, foi lançado um novo plano durante a COP15 da CDB, em 2022: o Marco Global da Biodiversidade de Kunming-Montreal, com metas para 2030, que enfatiza a necessidade de conservação de 30% das áreas terrestres, das águas continentais e das zonas costeiras e marinhas (Albuquerque, 2023), popularmente conhecido como “metas 30x30”.

4.2.1 Parque Nacional

Nos anos de 1968 e 1969, ocorreram a Convenção de Algeiras e a X Assembleia Geral da IUCN (União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais), nas quais foi discutida a necessidade e a importância da proteção integral dos recursos naturais.

Dessa forma, foram estabelecidas diretrizes para a criação e o manejo dos Parques Naturais, utilizadas posteriormente, em 1972, no II Congresso Mundial de Parques Nacionais, realizado em Yellowstone, nos Estados Unidos, para a criação do primeiro Parque Nacional, o Parque Nacional de Yellowstone.

No Brasil, a primeira iniciativa aconteceu em 1937, por meio do engenheiro André Rebouças, precursor do surgimento do Parque Nacional de Itatiaia, no estado do Rio de Janeiro (Fonseca, 2010). Os Parques Nacionais, segundo o SNUC:

Tem como objetivo básico a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o

desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico.

Dessa forma, diferentemente das Unidades de Conservação de Uso Sustentável, o Parque Nacional apresenta restrições mais rigorosas quanto ao uso dos recursos naturais, em virtude de sua frágil biodiversidade. Cabe destacar também as regras específicas para unidades do tipo Parque Nacional, que vão além daquelas aplicáveis às unidades de proteção integral.

As edificações privadas localizadas dentro dos limites do Parque devem ser desapropriadas, especialmente aquelas construídas após a criação da unidade. No que se refere às atividades de visitação, seja para turismo ou para pesquisa científica, estas devem ser previamente analisadas no contexto do Plano de Manejo do Parque, mediante solicitação de autorização ao órgão responsável.

Quanto à nomenclatura, esta pode variar conforme a esfera do poder governamental responsável pelo Parque. No caso das unidades estaduais, são denominadas Parques Estaduais, enquanto as de âmbito municipal recebem a denominação de Parques Naturais Municipais.

4.2.2 Plano de Manejo do Parque Natural Municipal das Dunas de Sabiaguaba

Criado em 2010, o presente documento visa estabelecer normas para o uso e a ocupação da unidade de conservação, levando em consideração seus aspectos socioeconômicos e sua biodiversidade. Nesse sentido, o Plano de Manejo do Parque Natural Municipal das Dunas de Sabiaguaba (PNMDS) tem como objetivo atender às exigências estipuladas pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). Segundo o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), art. 27:

As unidades de conservação devem dispor de um Plano de Manejo.

§ 1º O Plano de Manejo deve abranger a área da unidade de conservação, sua zona de amortecimento e os corredores ecológicos, incluindo medidas com o fim de promover sua integração à vida econômica e social das comunidades vizinhas.

§ 2º Na elaboração, atualização e implementação do Plano de Manejo das Reservas Extrativistas,

das Reservas de Desenvolvimento Sustentável, das Áreas de Proteção Ambiental e, quando couber, das Florestas Nacionais e das Áreas de Relevante Interesse Ecológico, será assegurada a ampla participação da população residente.

§ 3º O Plano de Manejo de uma unidade de conservação deve ser elaborado no prazo de cinco anos a partir da data de sua criação.

Assim sendo, cabe à Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente (SEUMA), antes denominada Secretaria Municipal do Meio Ambiente e Controle Urbano (SEMAM), conforme previsto no Plano de Manejo, fiscalizar a APA das Dunas de Sabiaguaba e o PNMDS. Essa fiscalização tem como objetivo garantir o cumprimento das normas estabelecidas no documento, assegurando a conservação da unidade de conservação. De acordo com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), art. 2º, inciso XVII:

[...] documento técnico mediante o qual, com fundamento nos objetivos gerais de uma unidade de conservação, se estabelece o seu zoneamento e as normas que devem presidir o uso da área e o manejo dos recursos naturais, inclusive a implantação das estruturas físicas necessárias à gestão da unidade.

A elaboração do Plano de Manejo contou com a participação de técnicos, pesquisadores e membros da comunidade, por meio de seminários de planejamento, atividades de campo e propostas de monitoramento e recuperação de áreas degradadas, além da definição de um Plano de Uso Público.

5 METODOLOGIA

5.1 Parque Natural Municipal das Dunas de Sabiaguaba

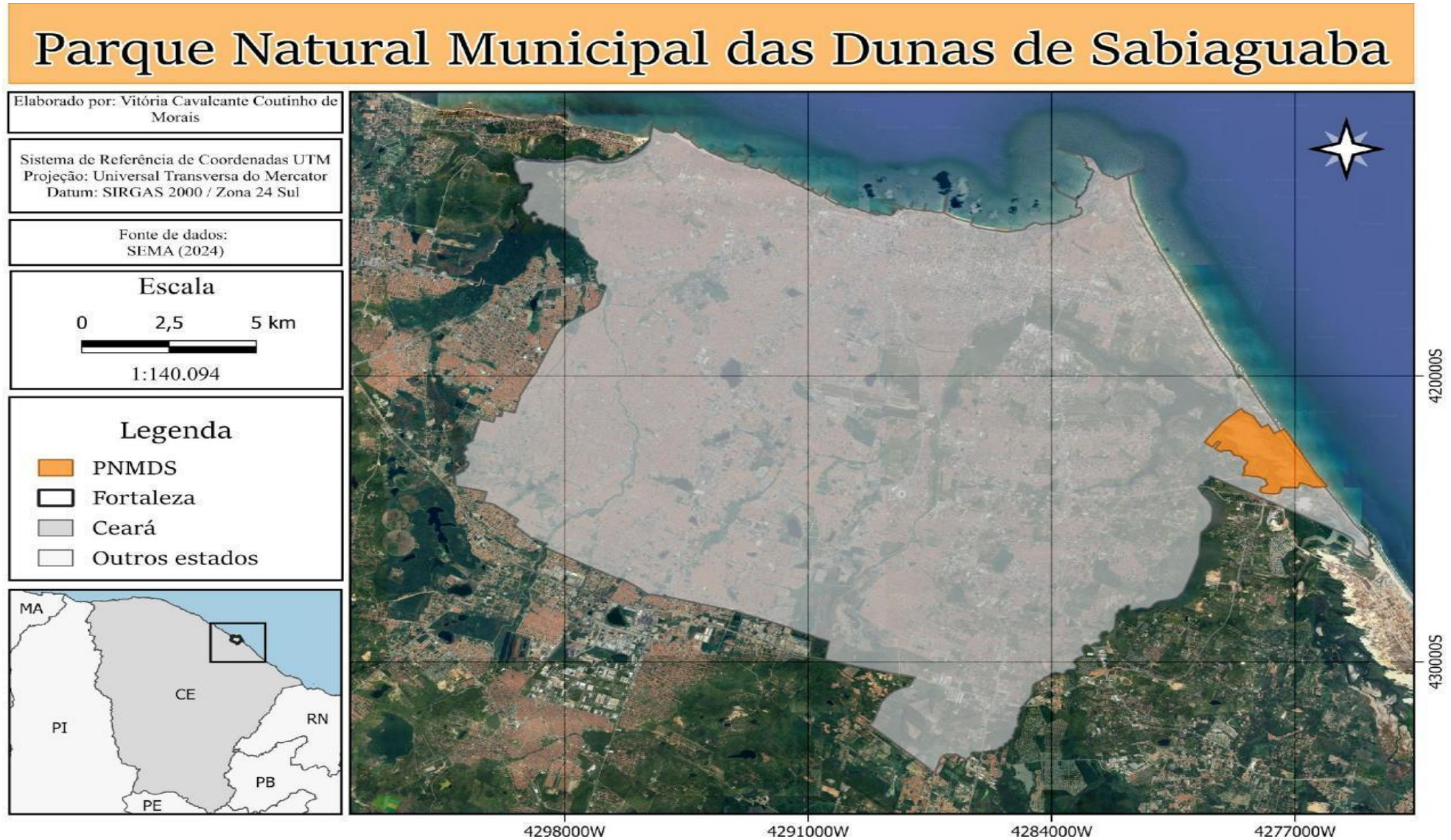
O litoral brasileiro tem mais de 8.500 km de extensão, abrangendo mais de 400 municípios de 17 estados litorâneos e o mar territorial, com largura de mais de 12 milhas náuticas (BRASIL, 2008).

Situado no litoral leste da cidade de Fortaleza, o Parque Natural Municipal das Dunas de Sabiaguaba (PNMDS) faz parte do bairro da Sabiaguaba, um dos bairros mais preservados ambientalmente da cidade (Souza; Silva; Vasconcelos, 2011). Com uma área de 467,6 hectares, foi criado em 20 de fevereiro de 2006 pelo Decreto n.º 11.986, conforme a Lei Federal n.º 9.985/2000, do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC).

De solo predominantemente arenoso, este território está subdividido em dunas móveis, semifixas e fixas, cujas características variam de acordo com a vegetação presente. Esta desempenha um papel crucial ao aumentar a aderência do solo por meio de suas raízes. Além das dunas, a região inclui uma faixa de praia e lagoas costeiras e interdunares (FORTALEZA, 2010). O Parque está localizado dentro da Área de Proteção Ambiental (APA) das Dunas da Sabiaguaba, que serve como zona de amortecimento, delimitando-se a nordeste e sudeste pelo PNMDS, a norte pelo manguezal e desembocadura do rio Cocó, ao sudoeste e noroeste pelo bairro Sabiaguaba e, ao sul, pelo manguezal do rio Pacoti e pela praia da Cofeco.

A criação do PNMDS deu-se devido à presença de Áreas de Preservação Permanente (APPs), sítios arqueológicos, características paisagísticas marcantes e um ecossistema frágil. Além disso, sua riqueza em fauna e flora confere-lhe significativa importância socioambiental e científica (FORTALEZA, 2010).

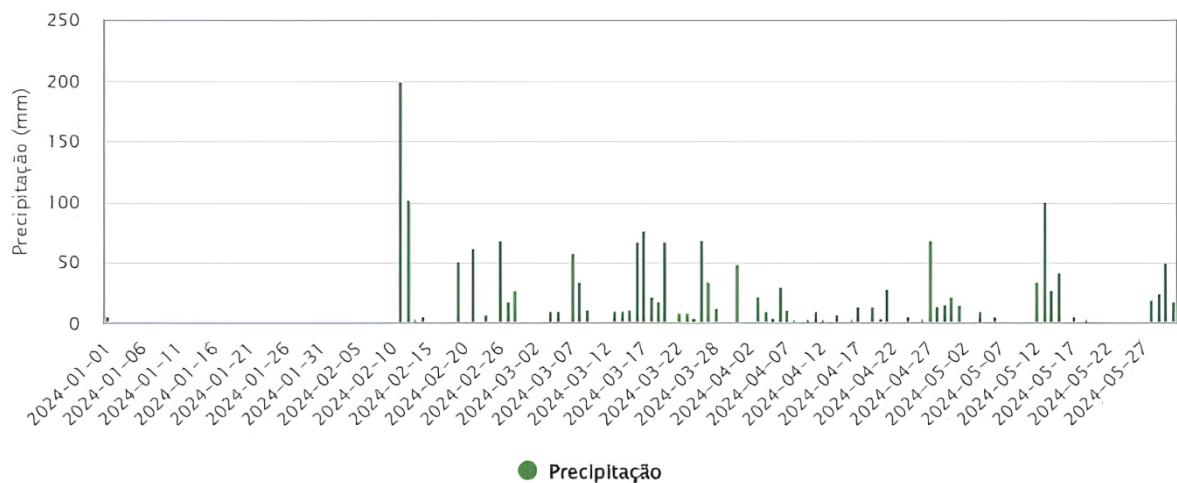
FIGURA 1



Fonte: autor.

Segundo dados da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), não há registros pluviométricos na área de estudo. Dessa forma, neste subitem, serão levados em consideração os dados obtidos nas regiões adjacentes, como o bairro Caça e Pesca, onde é possível observar níveis de até 200 mm de precipitação anual em 2024. Ademais, os meses chuvosos se estendem de janeiro a junho (FUNCEME, 2024), como pode ser identificado no gráfico a seguir.

GRÁFICO 1 - Índice pluviométrico entre os meses de janeiro a junho no bairro Caça e Pesca.



Fonte: FUNCEME.

Com média de 26°C ao longo do ano, o PNMDs é considerado uma unidade de altas temperaturas, com poucas oscilações. Os períodos mais quentes ocorrem nos meses de novembro a janeiro, enquanto os de menores temperaturas situam-se entre junho e agosto.

O clima variável ao longo do ano é resultado da interferência, no estado, de alguns fenômenos atmosféricos, como, principalmente, a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), frentes frias, vórtices ciclônicos de altos níveis (VCAN) (Uvo; Berndtsson, 1996) e brisas marítima e terrestre (Ferreira; Mello, 2005).

5.2 Dados Primários

5.2.1 Estudo de Campo

O estudo de campo, realizado a pé em 28 de novembro de 2024, foi uma etapa essencial deste trabalho, permitindo a coleta de dados primários diretamente no ambiente de pesquisa. Essa abordagem proporcionou a observação e o registro, por meio de aparelho celular, in loco, dos fenômenos estudados, contribuindo para uma compreensão mais profunda e detalhada do objeto de estudo.

As atividades de campo incluíram visitas ao Parque Natural Municipal das Dunas de Sabiaguaba, onde foi analisada a dinâmica ecossistêmica. Para registrar as observações, foram utilizados sistemas como o aplicativo de georreferenciamento Avenza Maps, para implementação dos pontos de interesse e do trajeto percorrido.

A realização do estudo de campo mostrou-se indispensável para a validação das hipóteses levantadas, contribuindo para a construção de uma análise mais abrangente e fundamentada sobre o tema abordado.

5.3 Dados Secundários

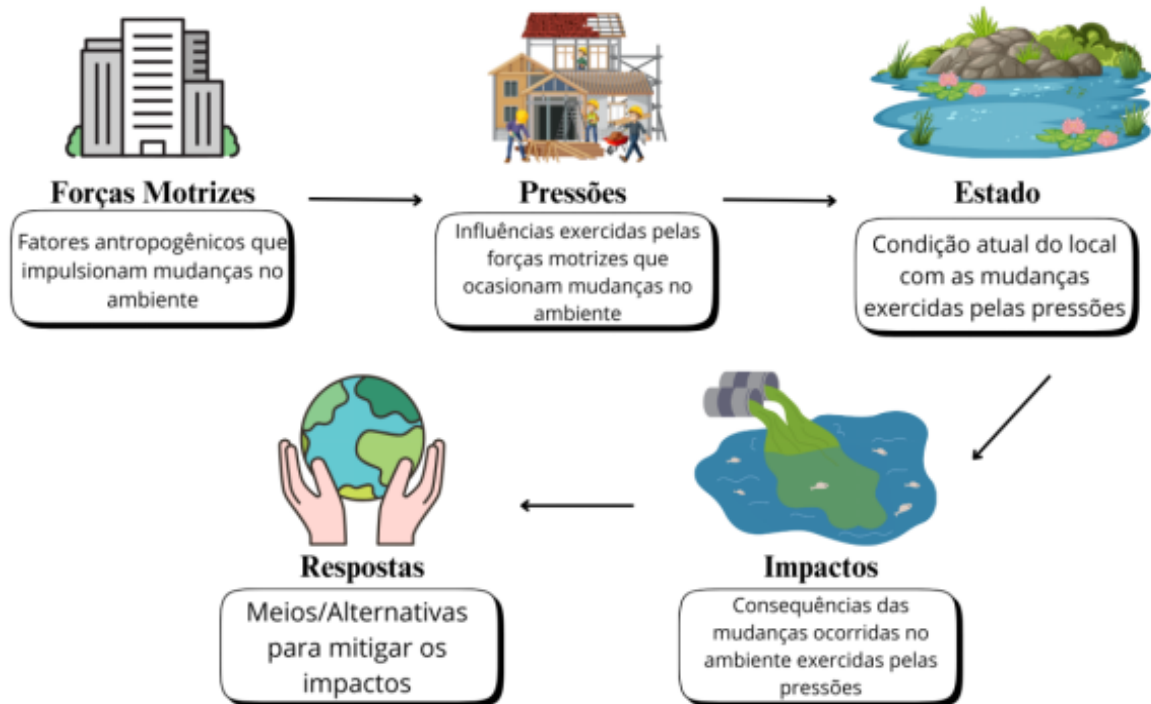
5.3.1 DPSIR

Para a avaliação dos impactos ambientais no Parque da Sabiaguaba, foram estudadas algumas possibilidades metodológicas, como a Matriz de Impacto e o Check List. No entanto, essas ferramentas restringiam a análise dos impactos apenas a empreendimentos no local. Sendo assim, o método escolhido foi o DPSIR, elaborado pela European Environmental Agency (EEA) como modelo de avaliação integrada do meio ambiente, a fim de abranger os demais impactos existentes no Parque.

Essa estrutura é uma metodologia que proporciona uma análise sequencial das relações entre as atividades humanas e seus impactos no meio ambiente, sendo ainda pouco utilizada no Brasil e no Estado do Ceará. Dividida em Driving Forces (Forças Motrizes), Pressure (Pressão), State (Estado), Impacts (Impactos) e Responses (Respostas), ela permite entender como as ações humanas geram transformações ambientais, ajudando a identificar causas e consequências de forma clara (Bartu; Asencios, 2022). A seguir, será apresentada, de forma visual, a estrutura DPSIR, focando no conceito de cada divisão (Figura 1).

A análise dentro do modelo DPSIR começa identificando as forças motrizes, ou seja, os fatores que impulsionam mudanças no ambiente, como o crescimento populacional, a urbanização e o desenvolvimento econômico (Bartu; Asencios, 2022). Esses fatores estão diretamente ligados às necessidades humanas, como a demanda por alimentos, tecnologias e serviços, que acabam gerando pressões sobre o meio ambiente. Por exemplo, a industrialização pode resultar em poluição ou em mudanças no uso da terra, gerando pressões que afetam a qualidade ambiental. Essas pressões levam à alteração do estado natural do ambiente, gerando impactos que podem exigir respostas, como políticas públicas, estratégias de gestão ou novas tecnologias para mitigar os efeitos (Bartu; Asencios, 2022).

FIGURA 2 - Modelo DPSIR de análise de impacto ambiental.



Fonte: Adaptado de BARTU, G; ASECICIOS, Y..

Além disso, a metodologia DPSIR é valiosa porque permite uma análise mais abrangente das atividades humanas e seus efeitos socioambientais e econômicos. A ferramenta ajuda a identificar como as atividades antrópicas afetam o meio ambiente, modificando o estado dos recursos naturais e gerando impactos ambientais, sociais e econômicos. Ela também possibilita que sejam formuladas respostas adequadas para mitigar esses impactos, envolvendo ações políticas ou sociais. Como argumentado por Kemerich (2014), o modelo DPSIR tem como objetivo fornecer uma compreensão integrada das relações entre suas partes, avaliando a eficácia das respostas a partir dessa visão holística (Silva Júnior; Silveira, 2020).

5.3.2 Dados Georreferenciados

Este estudo utilizou ferramentas de geoprocessamento com datum geodésico WGS 84 (World Geodetic System 1984) e o satélite Landsat-8 para a realização da análise espacial do Parque Natural Municipal das Dunas da Sabiaguaba quanto às suas dimensões e aos impactos ambientais sofridos devido a ações antrópicas.

O processo de elaboração dos mapas foi dividido em duas etapas. A primeira consiste no uso do Google Earth Pro, ferramenta que possibilita a visualização detalhada da área de estudo para a criação de dados espaciais. Após a criação dos pontos e polígonos, os dados

foram exportados para o formato KML (Keyhole Markup Language). Segundo Vilanova (2019):

...é um programa desenvolvido e distribuído pela empresa estadunidense do Google, cuja função é apresentar um modelo tridimensional do globo terrestre, construído a partir de mosaico de imagens de satélite obtidas de fontes diversas, tais como imagens aéreas (fotografadas de aeronaves) e GIS 3D.

A segunda etapa da elaboração dos mapas consiste na integração desses dados KML às camadas de dados geoespaciais de outra plataforma, o QGIS. Os mapas foram elaborados considerando diferentes camadas de informações, como o uso do solo e os impactos ambientais. Esses mapas serviram como ferramenta visual para representar as informações e facilitar a interpretação dos resultados.

A precisão dos dados geoespaciais é fundamental para garantir a qualidade da análise. Para validar os dados e ajustar possíveis distorções, foram realizadas verificações de consistência utilizando pontos de controle geográficos e comparações com outras fontes de dados disponíveis. Essa etapa foi essencial para garantir a precisão dos shapefiles criados e dos mapas gerados para o Parque.

5.3.3 Consulta de Literatura

Para a elaboração desta monografia, foram utilizados materiais didáticos provenientes de bases de dados e ferramentas digitais amplamente reconhecidas na comunidade acadêmica. Estes materiais foram fundamentais para embasar teoricamente o estudo, orientar a formulação da metodologia e subsidiar as discussões dos resultados obtidos. O Scite.ai foi a principal ferramenta utilizada na coleta de dados, desempenhando papel essencial na análise de citações e na avaliação do impacto de publicações acadêmicas. Por meio de sua capacidade de distinguir citações positivas, negativas e neutras, a plataforma permitiu uma identificação mais precisa dos estudos mais relevantes para a pesquisa, além de oferecer uma perspectiva crítica sobre a recepção desses trabalhos na comunidade científica. Esse recurso foi indispensável para verificar a confiabilidade das fontes consultadas e garantir uma base empírica sólida, contribuindo de maneira decisiva para a consistência e a qualidade dos dados utilizados na investigação.

Complementarmente, o Google Acadêmico foi utilizado como recurso para a busca e seleção de artigos científicos, teses, dissertações e demais documentos relevantes ao tema em

estudo. Sua ampla cobertura e acessibilidade possibilitaram o levantamento de publicações provenientes de diferentes áreas e instituições, ampliando significativamente a diversidade e a abrangência das fontes consultadas. Além disso, a qualidade dos materiais indexados pela plataforma contribuiu para a construção de um referencial teórico sólido, que dialoga diretamente com os dados analisados por meio do Scite.ai, fortalecendo a coerência e a robustez metodológica da pesquisa.

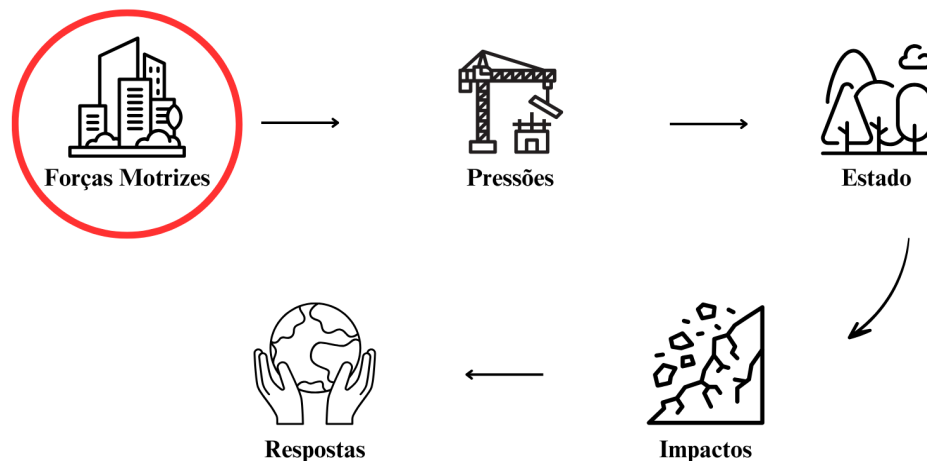
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção, apresentam-se os principais resultados, estruturados segundo o modelo DPSIR, com o objetivo de compreender de maneira sistemática os efeitos do crescimento urbano sobre o Parque Natural Municipal das Dunas da Sabiaguaba. A metodologia adotada permite correlacionar os fatores que impulsionam as mudanças ambientais com seus impactos e consequências.

6.1 Forças Motrizes

A complexidade do crescimento urbano na zona costeira está atrelada à pressão demográfica, à centralização de investimentos e à degradação ambiental em Fortaleza. Trazendo para o contexto ambiental, sobretudo no que se refere ao Parque Natural Municipal das Dunas da Sabiaguaba, esse processo vem acarretando algumas mudanças no ambiente. Esse resultado ocorre devido à expansão imobiliária, à construção da CE-010 e ao turismo de massa na região da Sabiaguaba, ameaçando a integridade do último campo de dunas ainda preservado na cidade (Lopes et al., 2019). As principais forças motrizes identificadas neste estudo seguem abaixo.

FIGURA 3 - Modelo DPSIR com destaque para as forças motrizes.



Fonte: autor.

6.1.1 Expansão imobiliária

A partir dos anos 1950, a cidade passou por algumas alterações. Dentre elas, cabe citar o aumento populacional decorrente do processo de êxodo rural, que consiste na migração da população da zona rural para a urbana. Como consequência, devido ao frágil planejamento urbano, a cidade culminou na precarização da qualidade de vida dos habitantes, como a falta de infraestrutura básica na área de estudo.

A centralização de recursos e investimentos na região central do município acentuou problemas já existentes na época, como a desigualdade social. Enquanto os bairros mais centrais eram mais urbanizados e, conseqüentemente, mais caros, as pessoas com menor poder aquisitivo, vindas do interior do estado, estavam restritas a moradias nas periferias, mais baratas (Palmeira C. R. et al., 2020).

Ao longo do tempo, a cidade continuou se urbanizando e crescendo. Atualmente, com pouco mais de 312 km² (IBGE, 2023) de área, a população de Fortaleza é de aproximadamente 2.500.000 habitantes (IBGE, 2022), o que equivale a cerca de 8.000 pessoas por km². Tendo isso em mente e levando em consideração a qualidade de vida das zonas centrais, cabe salientar que a maior parte da população encontra-se no núcleo da cidade. Esse adensamento populacional concentrado ocasiona problemas ambientais, como a perda de áreas verdes, mudanças no microclima e poluição atmosférica (Silva I. B. et al., 2016).

Na região da Sabiaguaba, a expansão imobiliária ocorre por meio da conversão de áreas naturais em loteamentos. Tendo isso em vista, esse processo é capaz de gerar diversos impactos negativos sobre o meio ambiente, como a degradação de áreas sensíveis, o afugentamento da fauna e a contaminação de corpos hídricos, como será visto mais adiante.

6.1.2 O Porto de Fortaleza e sua influência no surgimento da CE-010

Em primeiro lugar, para se entender a razão por trás da implementação da via CE-010, faz-se necessária a apresentação de um de seus principais motivadores. Com o advento da globalização, o mundo passou por grandes mudanças, dentre elas a forma como os produtos são produzidos e consumidos pela população global. Tendo isso em vista, ao longo de décadas, buscam-se técnicas e tecnologias mais avançadas a fim de atender aos fluxos mais intensos. Os portos surgem como estratégia para atender à necessidade de conexão entre os países, permitindo a inserção no comércio globalizado. De Oliveira (2016, p. 610) acreditava que, na busca constante de tornar os produtos manufaturados competitivos no mercado, as empresas encontravam nas infraestruturas portuárias, juntamente com rodovias e ferrovias, obstáculos para seu comércio exterior. Atualmente, o sistema portuário é o maior responsável pelo transporte de bens de consumo (De Oliveira; Lima, 2016). Segundo Monié (2006, p. 171), a crescente intensificação dos fluxos comerciais internacionais contribuiu para a centralidade dos portos nos dispositivos logísticos globais, posicionando-os como elementos estratégicos nas dinâmicas do comércio mundial.

Sendo assim, considerando o contexto do mundo globalizado, foi criado oficialmente, em 1953, o Porto de Fortaleza, também denominado Porto do Mucuripe devido à sua localização. Com 72 anos, atualmente o porto é responsável pela importação de cimento,

arroz, aço, sal, frutas, castanha de caju, farinha, trigo, pás eólicas, escória, gasolina, óleo diesel, petróleo bruto, gás liquefeito de petróleo e óleos vegetais, com destaque para os grãos de trigo, petróleo e derivados (Companhia Docas Ceará, 2025; De Oliveira; Lima, 2016). A alta demanda por gasolina no Brasil faz do petróleo um recurso de grande relevância no país. Dessa forma, foram realizados investimentos para a modernização do transporte e da refinaria do produto, a fim de minimizar tempo e custo, atendendo a várias regiões brasileiras (De Oliveira; Lima, 2016). Em uma sociedade impulsionada pela globalização, as empresas passam a enxergar o tempo como fonte de lucro e recurso mais precioso.

A atratividade voltada para empresas estrangeiras é um ponto importante dentro do mundo globalizado. De forma a atrair essas unidades produtivas, os governos investem massivamente em infraestrutura, como a portuária, a fim de contribuir com a circulação de capital. No Ceará, não é diferente, uma vez que sua localização privilegiada e de fácil acesso a outros continentes contribuiu para seu protagonismo. Desde meados dos anos 1980, o comércio de exportação do Brasil com países europeus, americanos e asiáticos vem crescendo gradativamente (De Oliveira; Lima, 2016). Sendo assim, o governo está sempre em busca de novas medidas, como a implementação da CE-010, para facilitar o comércio com a região leste.

Localizada entre a Ponte do Rio Cocó, na Sabiaguaba, e a CE-040, no município de Eusébio, a obra possibilitou que o tempo gasto com o transporte rodoviário fosse reduzido, uma vez que os veículos evitavam o trânsito de Fortaleza (Ceará, 2018). Com cerca de 13,18 km de extensão, a via foi inaugurada em 20 de maio de 2018 pelo governador da época, Camilo Santana, juntamente com a Secretaria de Infraestrutura (Seinfra) e o Departamento Estadual de Rodovias (DER). Para a criação da via, foi necessário o investimento de capital pelos governos federal e estadual, que contribuíram com cerca de R\$ 119.338.602,57 (Fortaleza, 2018). Segundo informações disponibilizadas pelo Governo Estadual (2018):

Foram realizados serviços de movimentação de terra, pavimentação asfáltica, drenagem, obras d'arte correntes e especiais (viadutos), sinalização horizontal e vertical, proteção ambiental e piso intertravados. A rodovia possui pistas de rolamento de 10,5 metros cada, totalizando 21m.

Ademais, em 2023 a CE-010 passou por uma restauração, contando com fresagem,

recapeamento com CBUQ (Concreto Betuminoso Usinado a Quente) e microrrevestimento asfáltico. De responsabilidade da Superintendência de Obras Públicas (SOP), em conjunto com o Programa de Ponta a Ponta, foram gastos R\$27.000.000,00 de reais com a revitalização da via (Ceará, 2023). No entanto, apesar do forte investimento na CE-010, ela acaba por ocasionar certas pressões no ambiente, uma vez que está localizada no entorno de uma unidade de conservação frágil, como é o caso do Parque Natural Municipal da Sabiaguaba. Por se tratar de um ambiente dinâmico, onde boa parte da sua área é composta por dunas móveis, o parque acaba por sofrer impactos negativos ocasionados após a criação da via em seu entorno. Dentre eles, cabe citar o assoreamento de corpos hídricos, erosão costeira, descartes indevidos de asfalto e atropelamento da fauna local que serão discutidos mais à frente.

6.1.3 Turismo

Há vários estudos que apresentam diferentes conceitos acerca do turismo. No entanto, o mais comumente seguido é apresentado pela ONU/OMT no *International Recommendations for Tourism Statistics*, de 2008 (Dartora, [S.n.]). Nele, afirma-se que turismo é um fenômeno social, cultural e econômico relacionado ao deslocamento de pessoas para lugares fora de seu local habitual. Seguindo essa lógica, pode-se dizer que os primeiros registros desse fenômeno remontam à época de inicialização dos Jogos Olímpicos, em 776 a.C., que são praticados até hoje (Casimiro Filho, 2002). Porém, foi após a Segunda Guerra Mundial que o turismo alavancou-se, uma vez que as tecnologias de transporte e comunicação provenientes da guerra o impulsionaram (Dartora, [S.n.]).

Atualmente, o turismo vem crescendo exponencialmente, visto que proporciona melhoria na qualidade de vida das populações por meio da geração de renda e emprego, além de contribuir para a infraestrutura da região (Dall’Agnol, 2012). Conforme Souza et al. (2015), o turismo funciona como uma economia interligada, em que os gastos realizados pelos visitantes favorecem o desenvolvimento do mercado de trabalho e incentivam a expansão de negócios. Isso possibilita o desenvolvimento de locais pouco estruturados, diminuindo a disparidade regional (Dall’Agnol, 2012). O Brasil é um dos países com maiores potenciais para o desenvolvimento do turismo, sendo suas praias e clima tropical características muito procuradas pelos turistas (Casimiro Filho, 2002; Pereira; Silva; Oliveira, 2023).

No caso das áreas protegidas, estas chamam atenção devido à sua beleza cênica. Vale salientar que os dados disponibilizados a seguir representam uma pequena parcela das unidades de conservação (UCs) do país, tendo em vista a falta de controle acerca da

quantidade de visitantes na maioria das UCs. Atualmente, essas unidades recebem anualmente cerca de 8 bilhões de visitantes ao longo do globo, gerando US\$ 250 bilhões de receitas internas e US\$ 600 bilhões em gastos diretos nos países (Alvarenga Junior et al., 2018). No Brasil, foram registrados, em 2016, 12 milhões de visitantes nas UCs do tipo parque, sendo 7 milhões nos nacionais e 5 milhões nos estaduais, acarretando um fluxo econômico de R\$ 4,9 bilhões (Alvarenga Junior et al., 2018). No caso dos Parques Municipais de Fortaleza, até o momento da realização deste trabalho (2025), não foram encontrados dados sobre os turistas do Parque Natural Municipal das Dunas da Sabiaguaba. No entanto, localizado próximo à área de estudo, situa-se o Parque Estadual do Rio Cocó, com 598.748 visitantes (SEMEIA, 2025).

Apesar das contribuições significativas para a economia, é importante salientar os impactos negativos provenientes de um turismo sem planejamento. Marinho et al. (2019) afirmam que é necessário levar em consideração a interação das atividades turísticas com os aspectos ambientais, dentre outros, do local em questão. Pereira, Silva e Oliveira (2023, p. 92) destacam que essa relação se torna ainda mais perceptível no setor turístico, pois a atividade utiliza diretamente os recursos naturais e as infraestruturas construídas. Sendo assim, dentre as pressões ocasionadas pelo turismo na região do PNMDs, cabe citar a presença de resíduos sólidos na área e entorno do parque, além de atividades irregulares que contribuem para a erosão da área e ameaçam a fauna.

Considerando que o turismo de massa depende diretamente de estruturas que viabilizem o deslocamento dos visitantes, é imprescindível compreender a relação entre o turismo e as vias de transporte, especialmente os aeroportos, que funcionam como principais portas de entrada para esses fluxos. O Aeroporto Internacional Pinto Martins de Fortaleza, em 2017 e 2018, recebeu investimentos em infraestrutura para facilitar a conexão com diversos países e continentes, aumentando o fluxo turístico. Grupos internacionais, como Air France-KLM e Fraport AG Frankfurt Airport Services, participaram desse movimento a fim de beneficiar-se da localização privilegiada da grande metrópole regional (Gonçalves; Lima; Araújo, 2021). Gonçalves, Lima e Araújo (2021) abordam em seu trabalho a influência do transporte aéreo no aumento do turismo, explicando essas relações supracitadas.

Um aeroporto deixou de ser apenas uma infraestrutura de apoio ao transporte aéreo, atualmente é vista como um polo de desenvolvimento local junto a outros setores, tanto do setor turístico quanto de outros setores de atividade, fazendo com que o destino se torne cada vez mais atrativo

e, conseqüentemente, mais procurado por investidores nacionais e estrangeiros.

A orla da capital cearense é o principal ponto turístico da cidade devido às suas praias, muito buscadas para atividades de lazer, como “recreação, entretenimento, descanso, distração ou contemplação da paisagem” (Gonçalves; Lima; Araújo, 2021). No entanto, ela também acaba sendo o principal fator de transformação na região, podendo ser encontrados restaurantes, hotéis e shoppings. Essas modificações no ambiente são resultado do turismo de massa, que ocorre devido à alta demanda de turistas, dificultando o controle da região (Gonçalves; Lima; Araújo, 2021).

A relação dos atores supracitados com os ambientes naturais é de dependência direta e indireta: direta, quando se trata da utilização dos serviços culturais vinculados à paisagem, à recreação e ao turismo; e indireta, no que se refere aos serviços de regulação e provisão, como a proteção da linha de costa frente à ação das ondas e a recarga de aquíferos utilizados para o abastecimento de água potável (Lima et al., 2016). A degradação desses ecossistemas acarreta prejuízos não apenas ambientais, mas também socioeconômicos, refletindo a fragilidade dos sistemas produtivos baseados em recursos naturais. Segundo os mesmos autores:

Pode-se conceber que com o crescimento do turismo o aumento das interferências geradas por esse setor será cada vez mais visível, as intervenções tanto podem ser negativas quanto positivas em diferentes níveis, de acordo com a natureza das suas causas e em esferas diferentes (urbano, social e cultural). Quando negativas, trazem danos às localidades, aos residentes e aos turistas que posteriormente irão consumir o produto turístico.

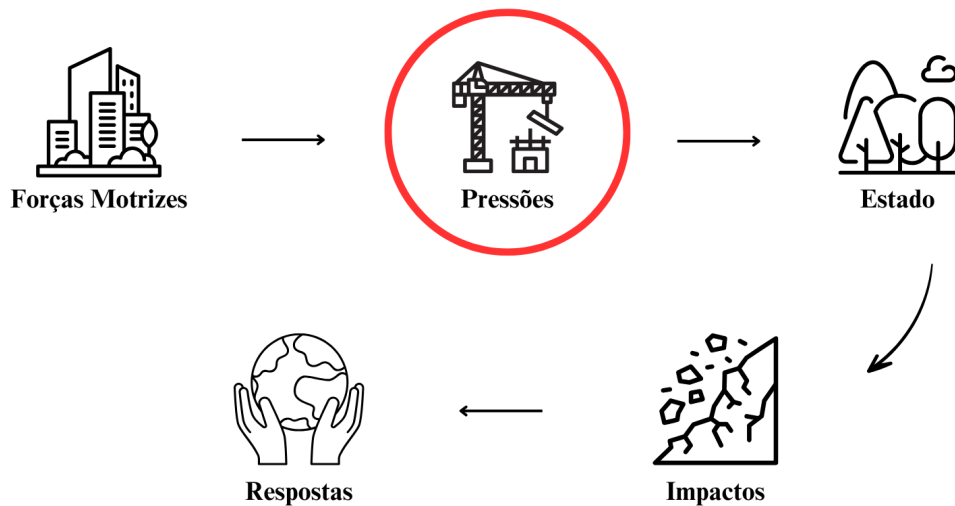
A intensificação das atividades turísticas nas zonas costeiras, especialmente quando desenvolvidas sem critérios técnicos e ambientais rigorosos, configura-se como um fator crítico na aceleração dos processos de degradação ambiental (Cristiano et al., 2017; Lima et al., 2016; Dias; Góis; Gomes, 2023). O turismo, ao atrair fluxos sazonais de visitantes e impulsionar a expansão da infraestrutura urbana em áreas ambientalmente sensíveis, contribui diretamente para o aumento da geração de resíduos sólidos, da especulação imobiliária, além de atividades ilegais, como o uso de carros 4x4 e a prática de sandboard.

6.2 Pressões

Em seguida, foram analisadas as pressões ambientais decorrentes dessas atividades das forças motrizes, incluindo a ocupação irregular, a intensificação do turismo não

sustentável e os efeitos da infraestrutura viária, como a CE-010, na modificação dos processos ecológicos. Essas pressões resultam em potenciais alterações significativas na integridade do ecossistema das dunas (impactos), intensificando processos erosivos e a perda da vegetação estabilizadora, como será visto mais à frente.

FIGURA 4 - Modelo DPSIR com destaque para as pressões.



Fonte: autor.

6.2.1 Aumento populacional , de residências, estabelecimentos comerciais e turísticos

O mundo atual já é considerado extremamente populoso, com seus bilhões de habitantes. No entanto, prevê-se que esses números aumentem ainda mais. Em uma pesquisa, constatou-se que, até 2050, a população global irá crescer para cerca de 10 bilhões de pessoas, com 78% vivendo em áreas urbanas (Pereira; Torres, 2023). Em 100 anos, de 2000 a 2100, os dados indicam um crescimento alarmante, no qual a população aumentará seis vezes mais (Li et al., 2022).

Dessa forma, estudos indicam que esse processo desenfreado é um dos principais responsáveis por impactos ambientais, como a perda de áreas naturais e desequilíbrios ecológicos, decorrentes do uso do solo para agricultura e expansão urbana (Li et al., 2022; Seto et al., 2011; Silva; Saraiva, 2024). Seu avanço rápido e sem planejamento adequado ocasiona problemas ao meio ambiente, principalmente em locais frágeis, como áreas próximas a unidades de proteção ambiental. Essas mudanças estão atreladas ao crescimento econômico e à ocupação intencional dos espaços naturais, enquanto esses ambientes não conseguem se recuperar (Lima; Lopes; Façanha, 2019).

Países como os EUA já vêm sofrendo com a perda de parte das áreas de proteção ambiental em decorrência dessa expansão urbana (Seto et al., 2011). No Brasil, a maioria das cidades passa por esse processo de forma descontrolada (Lima; Lopes; Façanha, 2019), gerando problemas sociais e ambientais em todo o país. Em Fortaleza, capital do Ceará, não seria diferente. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) apurou que Fortaleza é a 4ª cidade mais populosa do Brasil, com uma estimativa de 2.574.412 habitantes em 2024 (IBGE, 2024).

Lima, Lopes e Façanha (2019) apresentam a legislação urbana como o principal instrumento dos órgãos públicos para o planejamento das cidades. No entanto, os autores enfatizam a sua ineficácia quanto ao controle da perda de áreas naturais. Eles afirmam que:

No entanto, esse instrumento, de competência do governo municipal, nem sempre se mostra eficiente, provocando, muitas vezes, efeitos perversos, como áreas mais valorizadas que outras e terras estocadas para especulação imobiliária, empurrando a população mais carente para a periferia com infraestrutura e serviços precários ou para áreas ambientalmente inadequadas.

O crescimento desordenado não consegue acompanhar o ritmo de expansão das cidades, e isso se reflete no bem-estar da população. Embora relacionados, crescimento urbano e urbanização são processos distintos: uma localidade pode passar por expansão física e populacional sem, necessariamente, alcançar um nível adequado de urbanização, e o contrário também pode ocorrer. Além da perda de áreas naturais, essas regiões periféricas enfrentam outros problemas, como a produção de esgoto (devido à falta de saneamento básico), mobilidade, acesso à terra e moradia (Lima; Lopes; Façanha, 2019), além da criação de animais domésticos.

A Constituição Federal de 1988 atribui ao Plano Diretor a função de principal instrumento para orientar o crescimento e o desenvolvimento das áreas urbanas. De acordo com o Art. 182, cabe ao Poder Público municipal executar a política de desenvolvimento urbano, seguindo diretrizes gerais estabelecidas em lei, com a finalidade de garantir que a cidade cumpra suas funções sociais e proporcione bem-estar à população (BRASIL, 1988).

O Plano Diretor de Fortaleza foi oficialmente instituído pela Lei Complementar nº 62, de 2 de fevereiro de 2009, que criou o Plano Diretor Participativo do município (FORTALEZA, 2009). Nele, é apresentado o PNMDs e suas delimitações de áreas. O poder municipal é o responsável administrativo da unidade, seguindo as diretrizes estabelecidas pela

Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000, enfatizando as responsabilidades quanto à criação de um Plano de Manejo, proteção, implantação e controle do parque (FORTALEZA, 2009). Ademais, no documento, a UC está incluída dentro da Zona de Preservação Ambiental (ZPA), como ZPA3, enquanto a região da Sabiaguaba encontra-se inserida na Zona de Interesse Ambiental (ZIA). Dessa forma, foram atribuídas normas quanto às ocupações na região, restringindo o uso a 30% do espaço, com edificações de até 15 metros e área mínima de 300 m², sem limite máximo (FORTALEZA, 2009).

O turismo também é responsável por alterações ambientais, atribuídas ao aumento populacional na região. Ele é um importante impulsionador econômico e social, uma vez que gera bens e serviços que atendem às necessidades dos visitantes (Gonçalves; Lima; Araújo, 2021). É definido como o deslocamento de pessoas para regiões fora de seus locais habituais, por um curto período (menos de 1 ano), por diversas razões, como lazer, trabalho ou outros motivos (OMT, 2003). Entre os principais atores, destacam-se os moradores das comunidades locais e representantes do setor turístico, como hotéis, pousadas, restaurantes e empresas de ecoturismo (Lima et al., 2016).

O litoral de Fortaleza já é amplamente ocupado por residências, hotéis, pousadas e restaurantes, como na Av. Beira Mar. Esse padrão se repete ao longo da maior parte da costa fortalezense, chegando próximo à região da Sabiaguaba (Lopes, 2019). Estudos indicam que, apesar de a região ainda se manter majoritariamente conservada, há indícios de problemas ambientais decorrentes do aumento da demanda turística, como a substituição de áreas naturais por empreendimentos (Lopes, 2019; Lima, 2021). A especulação imobiliária, tanto residencial quanto turística, vem crescendo após a construção da ponte que liga a Praia do Futuro à Sabiaguaba (Lima, 2021), trazendo impactos ambientais significativos.

6.2.2 Aumento do fluxo de veículos

A expansão das cidades, como Fortaleza, necessita de estradas de acesso, como ruas, avenidas e rodovias. No entanto, apesar de essenciais, essas vias, quando implementadas sem planejamento adequado, podem acarretar inúmeros problemas para a população e para o ambiente (Almeida, 2017). Ou seja, as pressões ocasionadas pelo aumento do tráfego de veículos podem gerar impactos ambientais difíceis de mitigar, como poluição sonora e atropelamento da fauna. Em 2014, Guedes e Bertoli já afirmavam que:

Nesses espaços, o ruído do trânsito é influenciado pelas acelerações, fluxo, composição e velocidade dos veículos, forma urbana, distância em relação à fonte de ruído,

topografia, condições meteorológicas, além da própria postura do motorista.

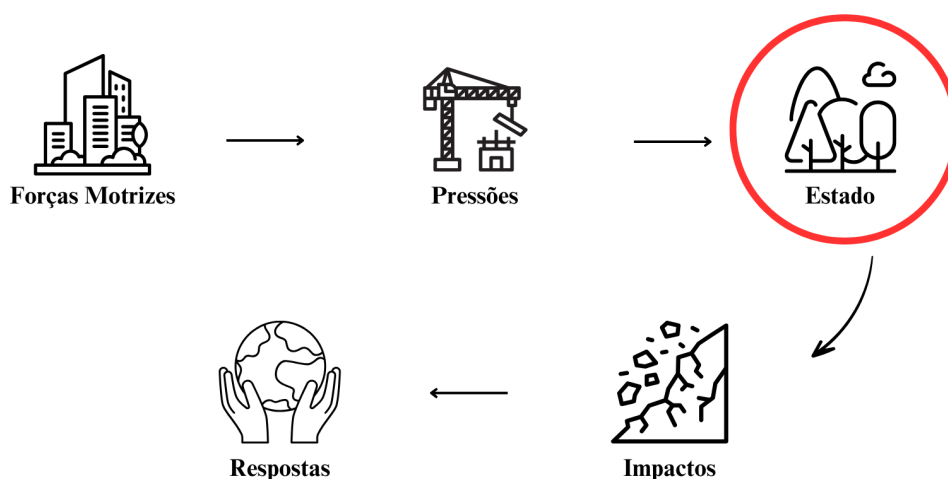
Em pesquisas realizadas no Brasil, foi identificada a influência do fluxo de veículos na quantidade de ruído gerado, apresentando valores proporcionais (Guedes; Bertoli, 2014; Ferreira; Peixoto; Monteiro, 2023). Ferreira, Peixoto e Monteiro (2023, p. 2) identificaram níveis médios de ruído próximos a rodovias e vias expressas, alcançando valores acima do permitido pela Organização Mundial da Saúde (OMS). Dessa forma, é de extrema importância o controle do tráfego veicular nas cidades, sobretudo em regiões sensíveis, como unidades de conservação. Entretanto, há alguns desafios que dificultam a implementação de vias urbanas de forma equilibrada e consciente, como a dificuldade de quantificação, variáveis do sistema desconhecidas e a complexidade e dimensão do modelo (Lopes, 2021). O aumento no fluxo de veículos está atrelado ao crescimento populacional ocorrido nas últimas décadas, consequentemente afetando os níveis de ruído ao redor do mundo (Pereira; Torres, 2023). Entre 2001 e 2012, no Brasil, houve um aumento veicular de cerca de 28,5 milhões de veículos (138,6%) (Almeida, 2017). No bairro de Irajá, na cidade do Rio de Janeiro, também foi constatado o impacto dos veículos, sobretudo os de grande porte, na emissão de ruído (Pereira; Torres, 2023).

Os campos de dunas também sofrem impactos decorrentes do aumento do fluxo de veículos, principalmente pela construção de vias de tráfego. Quando se trata de impactos ambientais negativos na zona costeira, as regiões dunares são as mais afetadas. Na região sul do país, por exemplo, verifica-se que essas áreas são ameaçadas por supressão e estabilização (Oliveira et al., 2018). As dunas móveis são bastante dinâmicas, encontrando-se em constante movimentação. Nesse contexto, a construção de ruas e rodovias próximas a elas pode acarretar sérios problemas ambientais. Esses campos dinâmicos seguem seu curso natural, “invadindo” pistas de tráfego (Guerra et al., 2020), tornando necessária sua remoção ou até mesmo sua fixação (Oliveira et al., 2018), a fim de evitar acidentes de trânsito. No entanto, esse processo impede a passagem de sedimentos para locais que dependem deles como fonte de nutrientes (De Queiroz; Meireles, 2022; Oliveira et al., 2018). No caso da CE-010, esta acaba funcionando como um meio de estabilização mecânica (Oliveira et al., 2018), impedindo a passagem da duna para regiões como o Cocó.

6.3 Estado

Nessa categoria, representa-se a condição atual dos componentes ambientais afetados por pressões antrópicas ou naturais. Diferentemente das categorias de "pressão" ou "impacto", que se referem às forças atuantes e às consequências geradas, respectivamente, o "estado" descreve a situação ecológica, física e química do ambiente em determinado momento. Isso inclui variáveis como a qualidade da água, do ar e do solo, cobertura vegetal, estrutura da fauna e demais características que permitem diagnosticar o grau de conservação ou degradação de um ecossistema. O estado ambiental atual do parque reflete essas dinâmicas, evidenciando mudanças na cobertura vegetal e a degradação de áreas sensíveis. Os dados levantados indicam que a conservação da biodiversidade local enfrenta desafios crescentes diante do avanço das atividades antrópicas.

FIGURA 5 - Modelo DPSIR com destaque para o estado.



Fonte: autor.

6.3.1 Geomorfologia

6.3.1.1 Faixa de Praia

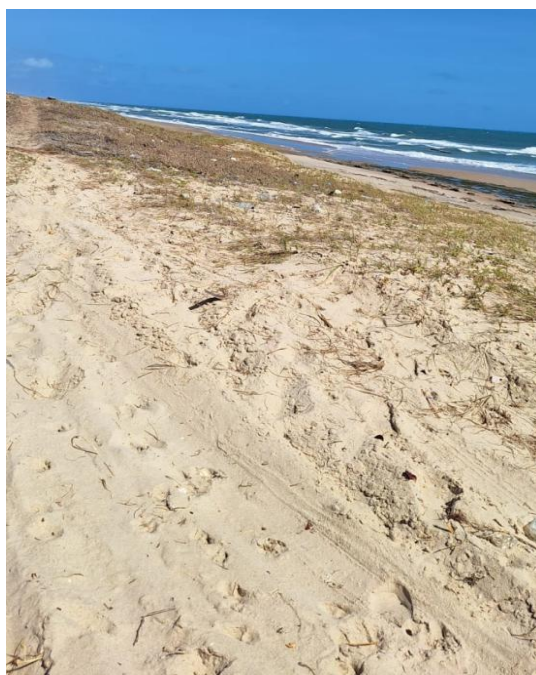
Exclusivas da planície litorânea, as faixas de praia se estendem por vários quilômetros de costa, podendo ser do tipo dissipativa (com pequena declividade, areia fina e larga faixa de arrebenção) ou refletiva (com alta declividade, forte ação das ondas e areia de média a grossa granulação), como é o caso da praia localizada no PNMDs (Vilanova, 2019). Segundo De Oliveira (p. 38):

As praias são aqui entendidas como depósitos acumulados pelos agentes de transportes fluviais e marinhos, como sedimentos granulares inconsolidados, comumente

arenosos e contendo teores variáveis de biodetritos que, por apresentarem mobilidade, se ajustam às condições de ondas e maré, representando, por essa razão, um importante elemento de proteção do litoral.

A sedimentação arenosa, formada por areias quartzosas, fragmentos de rochas e conchas (FORTALEZA, 2010), é originária de grãos trazidos pela força das ondas, provenientes do fundo oceânico — que exercem considerável influência sobre a faixa —, assim como da areia dos campos de dunas móveis próximos (Souza et al., 2011; Vilanova, 2019). Essas condições são favoráveis devido à posição geográfica, uma vez que a região (litoral leste) recebe diretamente as correntes de ar atmosféricas que seguem de leste a oeste. A faixa está dividida em diferentes zonas: sublitoral (infralitoral), intermareal (entremarés) e supralitoral.

FIGURA 6 - Faixa de praia do PNMDs.

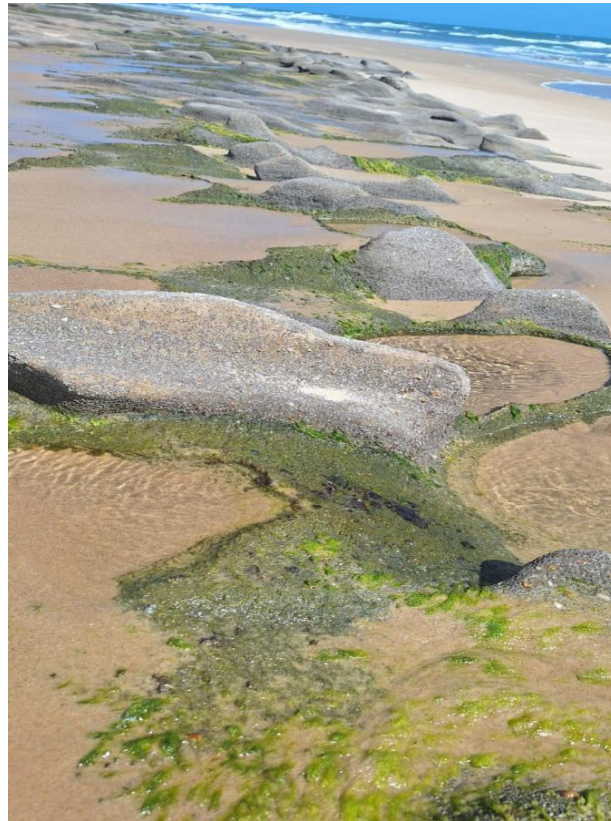


Fonte: Autor.

Também denominada infralitoral, a Zona Sublitoral está situada desde a maré baixa até a quebra das ondas. Diferentemente das demais zonas da faixa praias, essa encontra-se sempre submersa e sofre pouca interferência de fatores ambientais, como variação de marés, ventos e radiação solar. Como principal característica biológica da Zona Intermareal, é possível encontrar uma biota diversa, adaptada às condições adversas dessa região, como as variações de maré (Viana et al., 2005). É nela também que podem ser encontrados os costões rochosos,

os “beachrocks” ou arenitos de praia (Souza et al., 2011). Por fim, a Zona Supralitoral encontra-se fora do alcance das ondas e das variações de maré, ou seja, trata-se de uma área seca em comparação com as demais zonas.

FIGURA 7 - *Beachrocks*.



Fonte: Autor.

6.3.1.2 Planície de Deflação Eólica

Segundo dados do CEPEMA (2010), a Planície de Deflação Eólica, localizada na Sabiaguaba, possui uma área aproximada de 113 hectares. Seu relevo é plano, com umidade proveniente da presença de lençóis freáticos. Entre as espécies de flora, destacam-se as pioneiras de estrato herbáceo, como gramíneas (Marino, 2013), que desempenham papel essencial na fixação dos sedimentos arenosos. A vegetação de restinga, especialmente em condições de ressecamento intenso, pode cobrir parcialmente as escarpas (Da Silva et al., 2017).

FIGURA 8 - Planície de deflação eólica do PNMDs.



Fonte: Autor.

FIGURA 9 - Vegetação do tipo gramínea.



Fonte: Autor.

A Planície de Deflação Eólica, também conhecida como Pós-Praia, está localizada entre os campos dunares e a faixa de praia, abrigando bermas, escarpas e lagoas costeiras (Souza et al., 2011). Próximo à faixa de praia, as bermas apresentam solo arenoso, resultado do depósito de sedimentos trazidos pelas ondas marítimas. Ferreira Júnior (2008) define berma como “um pequeno desnível topográfico, formado pelo acúmulo de sedimentos transportados pelo vento e depositados graças à ancoragem fornecida pelas plantas, destacando-se a berma, que se constitui de uma faixa alongada paralela à linha de costa”. Essas formações, geralmente horizontais ou levemente inclinadas, podem abrigar vegetação rasteira, além de constituírem locais ideais para a criação de ninhos de tartarugas, devido à sua estabilidade e às poucas variações (Ferreira Júnior et al., 2008).

O Brasil é um dos maiores berçários de tartarugas marinhas no Atlântico (Vilanova, 2019). Dentre as espécies encontradas, destacam-se a tartaruga-verde (*Chelonia mydas*, ameaçada), a tartaruga-de-pente (*Eretmochelys imbricata*, criticamente ameaçada), a tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*, vulnerável), a tartaruga-de-couro (*Dermochelys coriacea*, vulnerável) e a tartaruga-oliva (*Lepidochelys olivacea*, vulnerável). No Parque Natural Municipal das Dunas da Sabiaguaba (PNMDS), há registros de ninhos dessas espécies, com destaque para *E. imbricata*. Outras espécies importantes de fauna e flora presentes na área de estudo, mais comuns na região, estão listadas no Anexo A.

FIGURA 10 - Tartarugas do litoral brasileiro ameaçadas de extinção, segundo o IUCN.



Fonte: Adaptado de IUCN, AIMM e IMD, elaborado pelo autor.

6.3.1.3 Dunas Móveis, Fixas e Semifixas

As dunas são formações geológicas resultantes do transporte e da acumulação de sedimentos, principalmente areia, movidos pela ação do vento. O processo de formação das dunas depende da interação de fatores como a disponibilidade de sedimentos soltos, a força do vento e a presença de espaços adequados para o depósito desses sedimentos (Goldsmith, 1978). Castro et al. (2017) afirmam que o vento, ao soprar sobre as praias, transporta os sedimentos da superfície e os move para o interior do continente, originando as dunas. A disponibilidade de sedimentos soltos, muitas vezes parcialmente protegidos por vegetação, é fundamental para esse processo de transporte e acumulação, sendo um dos principais fatores que influenciam a formação das dunas costeiras (Lettau & Lettau, 1978; Lancaster, 1988; Castro, 2001; Sauermann et al., 2003; Jimenez et al., 2009; Tsoar et al., 2009; Hein et al., 2012).

As dunas móveis no Parque Natural Municipal das Dunas da Sabiaguaba (PNMDS) são caracterizadas pela sua instabilidade, apresentando pouca ou nenhuma cobertura vegetal. Elas são altamente suscetíveis à ação do vento, que as desloca ao longo da planície costeira. Essas dunas migram continuamente, sendo interrompidas por estuários e lagoas, e seguem a dinâmica eólica predominante no sentido SE–NW (Pinheiro, 2016). Durante o período seco, a mobilização do sedimento é mais intensa, podendo causar o soterramento de sistemas lacustres lagunares e a obstrução de canais de ligação com o mar (Miguel; Castro, 2018). A maior movimentação das dunas ocorre na estação seca, enquanto as menores taxas são observadas na estação chuvosa, conforme Castro et al. (2017).

FIGURA 11 - Dunas móveis do PNMDS.



Fonte: Autor.

As dunas semifixas no Parque Natural Municipal das Dunas da Sabiaguaba (PNMDS), por sua vez, são áreas de transição entre as dunas móveis e fixas, caracterizadas por uma vegetação esparsa que ajuda a estabilizar parcialmente os sedimentos. Espécies de plantas adaptadas a ambientes de estresse, como *Cyperus* spp. e gramíneas de restinga, desempenham um papel fundamental na retenção de água e nutrientes, além de reduzir a movimentação da areia (Martis; Machado; Alves, 2008).

FIGURA 12 - Dunas semifixas do PNMDS.



Fonte: Autor.

As dunas semifixas também possuem vegetação adaptada e estabilizada, como as gramíneas e plantas de restinga. Além disso, funcionam como um habitat importante para diversas espécies da fauna local, contribuindo para a manutenção da biodiversidade (Martis; Machado; Alves, 2008; De Queiroz; Meireles, 2022; Rodrigues; de Oliveira; Leal, 2021).

As dunas fixas, que apresentam uma vegetação mais densa e desenvolvida, são as mais estabilizadas do Parque Natural Municipal das Dunas da Sabiaguaba (PNMDS). Cobertas por vegetação arbustiva e arbórea, como *Clusia* spp. e *Ipomoea pes-caprae*, essas dunas possuem forte capacidade de resistir à ação do vento e à erosão (Pinheiro, 2016). Além disso, a vegetação das dunas fixas desempenha funções ecossistêmicas cruciais, como proteção contra o avanço do mar e preservação da biodiversidade local (Martínez et al., 2008).

FIGURA 13 - Dunas fixa do PNMDs.



Fonte: Autor.

As dunas fixas são as mais estabilizadas e protegidas pela vegetação, a qual desempenha um papel essencial na manutenção da integridade do ecossistema. Ademais, as dunas fixas são cruciais na regulação climática, no sequestro de carbono e na preservação da qualidade da água, ao filtrar e reter nutrientes (De Queiroz; Meireles, 2022; Hesp, 2002; Everard et al., 2010; Garcia-Lozano; Pintó, 2018).

6.3.1.4 Planície Fluviomarinha

As planícies fluviomarinhas são feições geomorfológicas localizadas em zonas costeiras, onde ocorre a interação entre processos fluviais e marinhos. Sua formação resulta da deposição de sedimentos trazidos pelos rios e da ação de marés, ondas e correntes costeiras, que alteram a morfologia e redistribuem esses materiais (Davis Júnior, 1992). Essas áreas são características de regiões de baixa altitude e estão frequentemente associadas a deltas, estuários e manguezais.

Do ponto de vista ecológico, as planícies fluviomarinhas possuem grande relevância. Funcionam como berçários para diversas espécies aquáticas, especialmente peixes e crustáceos, e desempenham funções ambientais essenciais, como a regulação do ciclo de

nutrientes, o controle de inundações e a proteção contra tempestades e eventos de erosão costeira (MMA, 2014; Maia, 2016; Carugati et al., 2018). Essas áreas também oferecem recursos naturais e serviços ecossistêmicos fundamentais para as comunidades locais, como alimentos, madeira e medicamentos, além de contribuir para a proteção contra desastres naturais, como tsunamis e ciclones (Zockler; Razanamahenina; Markolf, 2021; Rakotomavo; Mandimbinirina; Roger, 2018).

Localizado entre o rio Cocó e o mar, o manguezal presente nessa região é essencial para a biodiversidade, servindo como berçário para diversas espécies marinhas e abrigando uma grande diversidade de fauna e flora (MMA, 2014). A vegetação de mangue, típica desses ecossistemas, protege as margens contra a erosão, favorece a deposição de matéria orgânica e nutrientes, e sustenta os ecossistemas adjacentes (Meireles, 2002). Além disso, as comunidades locais, como pescadores e marisqueiros, dependem diretamente dos recursos oferecidos por esse manguezal para seu sustento (Lourenço; Da Cruz, 2023).

No contexto legal, a área do manguezal da Sabiaguaba é protegida por legislações como a Lei da Mata Atlântica (Lei nº 11.428/2006), que estabelece medidas de conservação para ecossistemas costeiros, como os manguezais, além de ser um dos focos de conservação dentro da Política Nacional de Meio Ambiente.

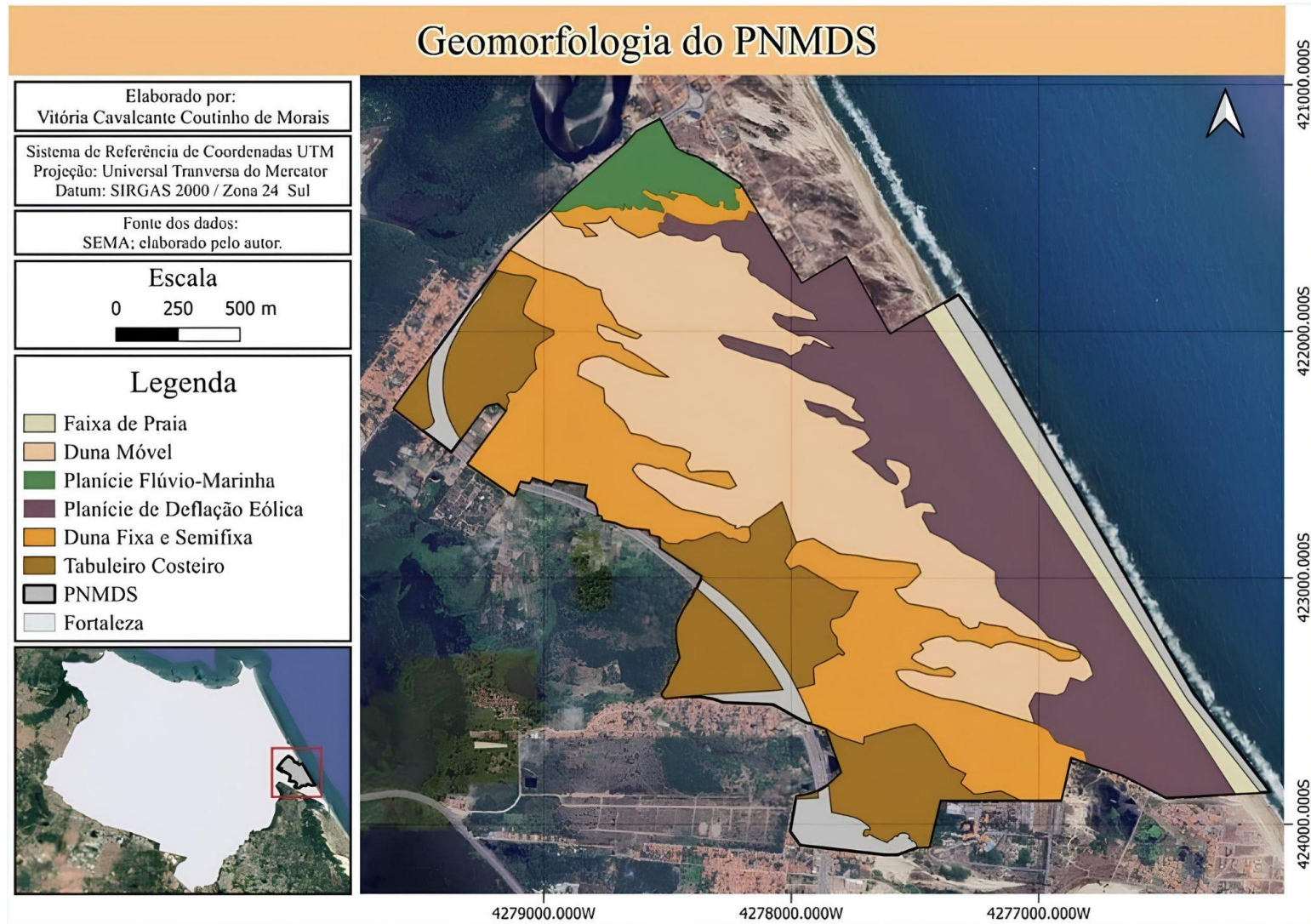
6.3.1.5 Tabuleiro Costeiro

Estas formações geográficas, associadas ao Grupo Barreiras, são planaltos sedimentares do período Terciário, distribuídos ao longo da costa brasileira, desde o Maranhão até o Rio de Janeiro. Por sua localização estratégica entre o litoral e regiões mais altas, os tabuleiros representam zonas de transição ecológica essenciais, fornecendo serviços ecossistêmicos, como regulação climática, conservação do solo e recarga hídrica (Gomes et al., 2012).

Nos solos argilosos predominam espécies de maior porte, enquanto os solos arenosos, de origem marinha, abrigam plantas de menor estatura. Essa diversidade reflete a interação complexa entre fatores climáticos, geomorfológicos e edáficos, tornando os tabuleiros ecossistemas multifuncionais (Giaretta; De Menezes; Pereira, 2012).

No tabuleiro pré-litorâneo da Sabiaguaba, a vegetação é composta por espécies arbustivas, herbáceas e árvores de pequeno porte, adaptadas a solos de baixa fertilidade e drenagem limitada. Essas condições, resultantes da presença de solos arenosos e de uma camada coesa característica, restringem o armazenamento de água e o aprofundamento radicular, exigindo das plantas estratégias adaptativas, como raízes superficiais e mecanismos eficientes de captação de nutrientes (Santos et al., 2021).

FIGURA 14



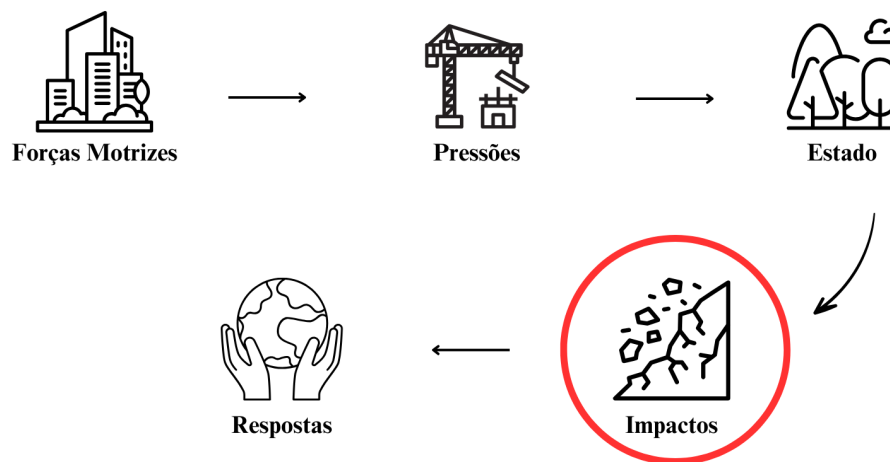
Fonte: autor.

6.4 Impactos

Os impactos dessa degradação são múltiplos e interconectados, abrangendo desde a perda de áreas protegidas até o comprometimento dos serviços ecossistêmicos, como a regulação microclimática e a proteção contra eventos extremos, como ressacas e inundações, além da perturbação da vida silvestre. Ademais, a fixação de dunas móveis e os processos erosivos demonstram a vulnerabilidade do sistema às intervenções humanas. No trabalho de Almeida et al. (2022, p. 2) é enfatizado que:

As mudanças adversas nas características do meio ambiente provocam severas consequências para diversos seres vivos e também influenciam negativamente a qualidade de vida dos cidadãos, pois são prejudiciais à saúde humana, às atividades recreativas e até mesmo aos processos produtivos por colocarem em risco a abundância e a qualidade dos elementos naturais necessários para a sociedade.

FIGURA 15 - Modelo DPSIR com destaque para os impactos.



Fonte: Autor.

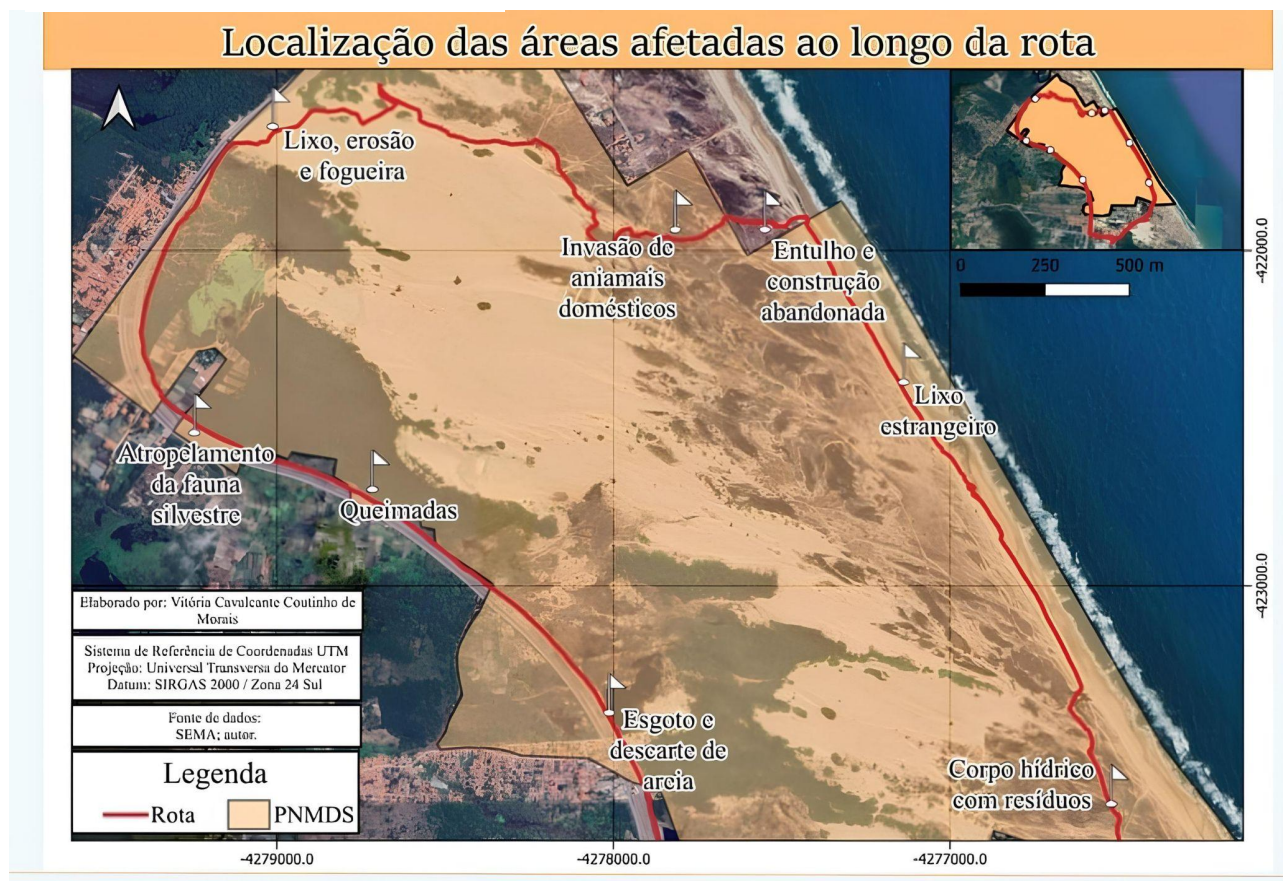
6.4.1 Invasão de áreas e redução da área protegida do parque

A zona costeira é uma das regiões mais dinâmicas, do ponto de vista ecossistêmico, onde ocorrem diversos processos naturais, como a ação de ventos, marés (storm surge), formação de estuários e de corpos hídricos, entre outros (Calliari et al., 2010; Rocha, 2018). Dessa forma, muitos autores a consideram um ambiente frágil, uma vez que o mínimo de

interferência humana pode comprometer seus processos naturais (Pinheiro et al., 2020). No Brasil, trata-se da zona mais habitada e modificada do país, abrigando mais da metade da população (De Queiroz; Meireles, 2022; Rocha, 2018).

É possível observar essas alterações em várias cidades litorâneas (Calliari et al., 2010; Rocha, 2018), configurando estados de *hot spot*. Segundo dados apresentados pelo IBGE, a tendência de cidades como Fortaleza é de continuar crescendo em termos populacionais (Carvalho et al., 2021). Dessa forma, acentuam-se problemas já existentes, como a construção de moradias e casas de veraneio, que são responsáveis por grande parte das alterações nessas localidades (Rocha, 2018). Tendo isso em mente, durante as análises via satélite na unidade, foram identificados focos de desmatamento, seja para construção de moradias ou para agricultura, conforme indicado no mapa a seguir.

FIGURA 16



Fonte: autor.

O mapa supracitado representa imagens correspondentes ao ano de 2025, nas quais é possível identificar que as regiões mais afetadas pela perda de área encontram-se no entorno da unidade, justamente onde ocorre o avanço do crescimento urbano da cidade. Ao longo do estudo, foram avaliadas imagens de diferentes anos (2007 e 2025), de acordo com a

disponibilidade da plataforma Google Earth Pro no momento da elaboração do mapa. Uma das hipóteses para a expansão urbana nessa região está relacionada à implementação da CE-010 e à construção da ponte sobre a foz do rio Cocó.

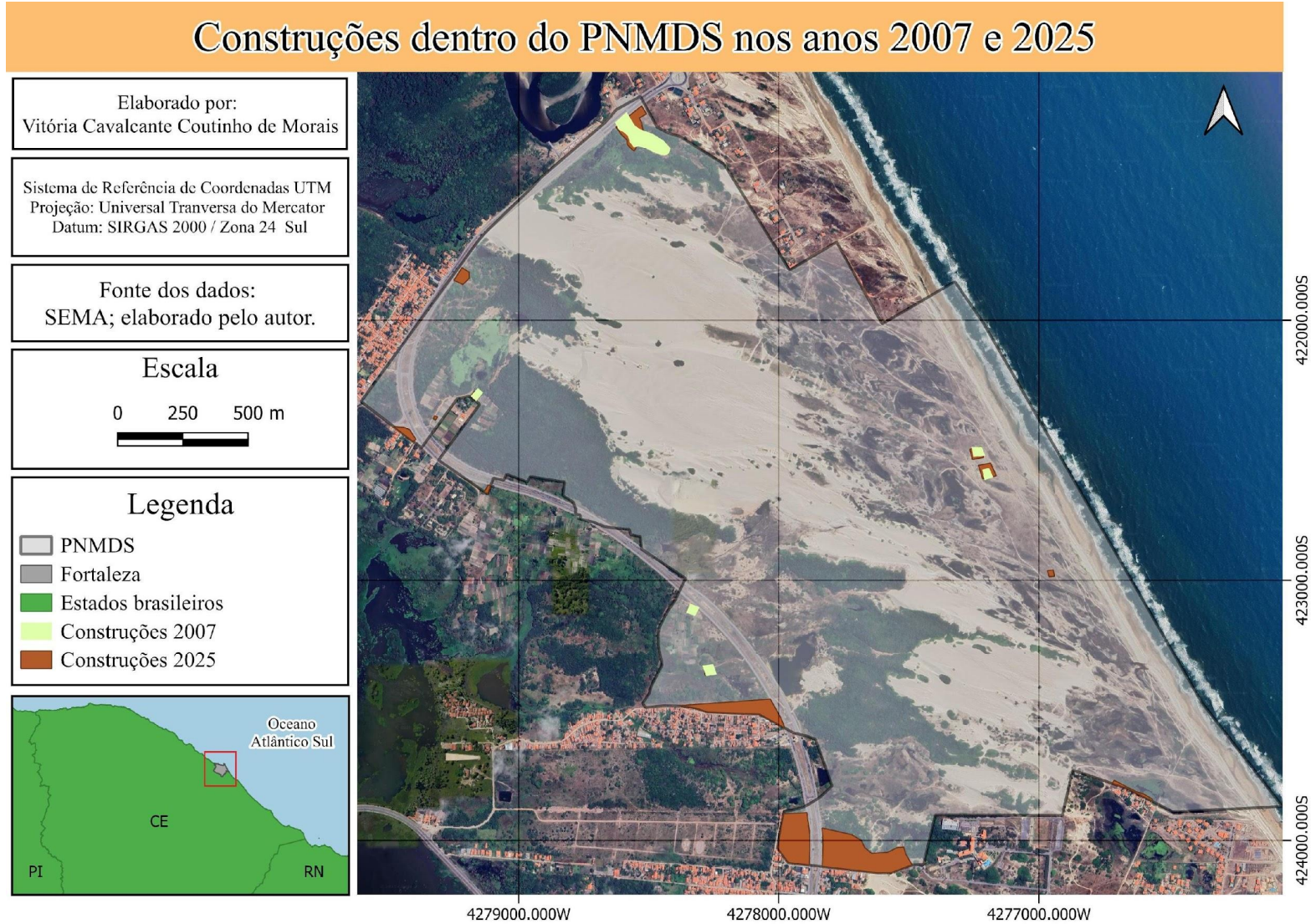
Dessa forma, com base nas diretrizes instituídas por lei, as áreas atualmente ocupadas dentro dos limites da unidade devem ser desapropriadas, remanejadas e devidamente recuperadas. Conforme estabelece o §7º do artigo 22 da Lei nº 9.985/2000, as propriedades privadas localizadas dentro dos limites de unidades de conservação de proteção integral devem ser desapropriadas, quando necessário, conforme previsto na legislação vigente. Sendo assim, por se tratar de uma Unidade de Conservação (UC) de proteção integral, o Parque não permite a existência de propriedades privadas em seu interior. Caso existam, mesmo que anteriores à criação da UC, essas áreas devem ser desapropriadas conforme a legislação em vigor.

Parte considerável do PNMDs é constituído de dunas, sobretudo as móveis. Apesar disso, ela ainda apresenta vegetação nativa, como mata de tabuleiro pré-litorâneo, restinga e manguezal. Devido a fixação do solo, é justamente próximo a esses locais onde é possível identificar construções residenciais e comerciais dentro da unidade de conservação. Esse processo já é recorrente em alguns locais do Brasil (Araújo; Silva; Almeida Júnior, 2016; Teixeira; Weisser; Ganade, 2016), ameaçando a existência de espécies nativas que necessitam desse ambiente para sobreviver, além de modificar o processo de migração da duna (Araújo; Silva; Almeida Júnior, 2016). Pode-se atrelar o aumento da especulação imobiliária próximo a unidade devido ao forte turismo, este que vem crescendo no local atrelado a facilitação do acesso a região.

Assim como as construções, a erosão das dunas móveis também é um dos fatores determinantes para a perda de área do Parque. As dunas do PNMDs encontram-se em uma posição de vulnerabilidade, uma vez que são regiões frágeis, situadas muito próximas de um centro urbano em processo de expansão. No entanto, sua presença é de suma importância, uma vez que é responsável pelo impedimento da erosão costeira pela ação do mar e tempestades, além de serem um dos ecossistemas mais ricos em vegetação de restinga (Oliveira; Landim, 2020; Teixeira; Weisser; Ganade, 2016).

Vale destacar a retirada de areia da popular Duna do Pôr-do-sol. Após a construção da CE-010, o trajeto natural de transporte da duna foi barrado e alterado. No entanto, apesar dessa retirada ter por finalidade evitar acidentes de trânsito, esta acaba com uma dinâmica ambiental já bastante frágil. Além disso, após a retirada dos grãos estes são depositados em local propício ao assoreamento de um corpo d'água, que já sofre com a contaminação por descarte de esgoto sanitário.

FIGURA 17



Fonte: autor

FIGURA 18 - Retirada de areia da duna do Por-do-Sol na CE-010.



Fonte: Autor.

FIGURA 19 - Depósito de areia da duna do Pôr-do-Sol próximo ao corpo hídrico.



Fonte: Autor.

FIGURA 20



Fonte: Autor.

Enquanto isso, o pisoteamento e o uso de veículos 4x4 (Teixeira; Weisser; Ganade, 2016) ameaçam a fauna nativa, incluindo espécies em risco de extinção, como as tartarugas e seus ninhos. Outro fator agravante é a predação por animais domésticos, sobretudo cachorros (*Canis lupus familiaris*), o canídeo mais abundante do país, com cerca de 700 milhões de indivíduos (Pereira et al., 2019; De Souza et al., 2021). Atualmente, eles figuram entre as principais ameaças aos ecossistemas brasileiros, sendo introduzidos nesses ambientes, em grande parte, por ações humanas (Pereira et al., 2019), como ocorre na região em função da expansão urbana.

Embora domesticados há aproximadamente 15.000 anos, os cães ainda mantêm instintos exploratórios (De Souza et al., 2021), o que os torna potenciais agentes de impactos ambientais. Representam riscos significativos, destacando-se a predação e a disseminação de doenças (Pereira et al., 2019). No PNMDs, foram encontrados dois cães sem raça definida dentro da área do parque, evidenciando sua interferência no habitat.

FIGURA 21 - Cadela alimentando-se de carcaça não identificada.



Fonte: Autor.

Também vale salientar a descoberta de resquícios de fezes animais não identificadas que, em caso de pertencerem a esses animais estranhos, há riscos de proliferação de doenças na fauna nativa. A introdução de patógenos no ambiente pode se dar de diferentes formas, como através de pêlos, fezes, urina, saliva, dentre outros (De Souza et al., 2021). Essa interferência no ambiente por espécies exóticas é denominada de Teoria do Espalhamento (De Souza et al., 2021). Ademais, a situação contrária também pode vir a ocorrer, onde esses animais domésticos podem levar doenças às pessoas ao retornarem para seu ambiente de origem. Animais

selvagens como o cachorro-do-mato, já identificado no PNMDs, é um dos principais portadores da raiva (Souza et al., 2021). Desse modo, o risco de contaminação de cachorros domésticos, que invadem o PNMDs, é iminente.

FIGURA 22 - Fezes de animal não identificado.



Fonte: Autor.

Outra questão a ser tratada, está relacionada à construção abandonada, muito próxima da unidade, esta utilizada como depósito de lixo, provavelmente por parte da comunidade próxima. Ademais, ao longo da vistoria de campo pela CE-010 foi identificado o corpo de um animal nativo da região. Apesar da decomposição avançada, foi possível identificá-lo como um indivíduo da espécie *Cerdocyon thous*, popularmente chamado de cachorro-do-mato. Devido a posição e local no qual foi encontrado, o indicativo seria que houve atropelamento desse canídeo.

FIGURA 23 - Construção abandonada.



Fonte: Autor.

FIGURA 24 - Entulho.



Fonte: Autor.

FIGURA 25 - Cachorro-do-Mato atropelado na CE-010.



Fonte: Autor.

O papel do turismo como influência nas mudanças do ambiente natural vai muito além do acúmulo de resíduos. Neste caso, a prática de atividades recreativas inapropriadas para determinada localidade pode infligir degradações permanentes. No PNMDs foram identificadas atividades turísticas como *sandboard* e *skibunda*, que basicamente consistem no deslizamento da pessoa pelas dunas. Além disso, foi possível observar diversos rastros de pneus dentro da unidade, apesar de haver placas sinalizando a proibição. Tal prática é vedada pelo plano de manejo da unidade, tendo em vista que se trata de uma região de reprodução de tartarugas, muitas delas em risco de extinção.

FIGURA 26 - Propaganda de atividades erosivas.



Fonte: Autor.

FIGURA 27 - Marca de pneu na faixa de praia



Fonte: Autor.

FIGURA 28 - Marca de pneu nas dunas fixas e semifixas



Fonte: Autor.

FIGURA 29 - Marca de pneu próxima a sinalização



Fonte: Autor.

6.4.2 Acúmulo de lixo e poluição de corpos hídricos

O Brasil é um país extremamente populoso, onde são produzidas toneladas e mais toneladas de lixo diariamente. Apesar desse cenário, observa-se um avanço gradual na adoção de metodologias mais sustentáveis para o descarte desses resíduos. No entanto, ainda há um longo caminho a ser percorrido. De acordo com a ABREMA (2024, p. 78), quase metade desse lixo ainda é descartada de forma inadequada, seja por disposição irregular no solo ou por meio de queimadas, o que revela que o país ainda está distante de cumprir as diretrizes estabelecidas pelo Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

No Parque Natural Municipal das Dunas da Sabiaguaba (PNMDS), observa-se uma grande quantidade de lixo e outros resíduos em seu entorno. Durante o trabalho de campo, identificou-se ampla diversidade desses materiais, que vão de itens comuns, como garrafas plásticas, a detritos de asfalto e fragmentos de pneus. Entre eles, os resíduos asfálticos chamam mais atenção, pois a construção e a manutenção das vias públicas são atribuições da prefeitura. Considerando o ponto em que foram encontrados, supõe-se que esse descarte tenha ocorrido por parte do próprio poder municipal.

FIGURA 30 - Acúmulo de lixo próximo a CE-010.



Fonte: Autor.

FIGURA 31 - Detritos de asfalto próximo a CE-010.



Fonte: Autor.

Resíduos pontuais foram registrados em diversos trechos da unidade, com destaque para a área adjacente à CE-010. Na figura abaixo, identifica-se um fragmento de pneu, provavelmente proveniente de veículo leve. A presença desse material remete a dois vetores principais: (i) deposição acidental associada a sinistros ou desgaste acelerado na via; e (ii) descarte irregular por borracharias e oficinas instaladas no entorno. Tal evidência expõe falhas no manejo de resíduos sólidos vinculados ao corredor rodoviário e reforça a necessidade de ações de fiscalização, logística reversa e educação ambiental voltadas tanto aos usuários da CE-010 quanto aos prestadores de serviços automotivos.

A urbanização acelerada e, muitas vezes, desordenada tem provocado impactos significativos sobre os sistemas naturais, especialmente nas áreas urbanas e periurbanas. A insuficiência de políticas públicas eficazes para o tratamento de efluentes e a gestão de resíduos sólidos urbanos contribui diretamente para a degradação ambiental, poluindo corpos hídricos e comprometendo a saúde dos ecossistemas. Além disso, a expansão das cidades frequentemente desconsidera a importância dos fluxos naturais da água, resultando na obstrução de áreas de recarga dos lençóis freáticos e agravando a escassez de recursos hídricos. A precariedade no acesso à água tratada e a serviços de esgoto, especialmente nas periferias urbanas, evidencia não apenas a pressão ambiental imposta pela urbanização, mas também as desigualdades socioespaciais persistentes nas cidades brasileiras (DANTAS, 2015, p. 95).

FIGURA 32 - Pedaco de pneu próximo a CE-010.



Fonte: Autor.

Também atrelado ao surgimento da CE-010, e ao acúmulo de lixo em seu entorno, estão as queimadas. Durante as visitas à área de estudo, foi possível constatar também a existência de focos de queimada. Porém, não foi possível identificar ao certo a origem delas, pois é necessário fazer um estudo à parte para essa identificação. No entanto, levando em consideração a precariedade do saneamento básico da população na região, a localização dos focos (beira da CE-010) e do acúmulo de lixo é possível inferir que tenha sido ocasionado propositalmente a fim de queimar os resíduos ali descartados. Outra pista que leva a formulação de tal hipótese está na presença de restos desses resíduos em meio às cinzas do local. Esse processo traz consigo inúmeros problemas, destacando-se a destruição da vegetação e do solo, mudanças no microclima, contaminações e ameaça à saúde pública (Alves *et al.*, 2022; Cabral Júnior; Cyrne; Turatti, 2024; Rodrigues *et al.*, 2020).

FIGURA 33 - Local de queimada próximo a CE-010.



Fonte: Autor.

O fogo destrói tudo o que toca, dizimando vegetações nativas. Dessa forma, levando em consideração a importância da vegetação para o PNMDs, vale destacar a influência das queimadas no avanço das dunas móveis, que perderam suas barreiras vegetais responsáveis por controlar sua dinâmica. Além disso, o empobrecimento do solo causado pela perda de nutrientes, aquecimento, acidez e erosão impossibilita a recuperação da vegetação na área afetada.

As mudanças no microclima ocorrem em razão da alteração brusca de temperatura no local, mas principalmente pela emissão de poluentes durante as queimadas. As embalagens de produtos residenciais, em estado gasoso, liberam poluentes químicos como gás carbônico (CO_2), metano (CH_4), monóxido de carbono (CO) e óxido nitroso (N_2O) (Rodrigues et al., 2020, p. 147), que interagem com a atmosfera e interferem na qualidade do ar. Dentre esses poluentes, destacam-se os materiais particulados finos ($\text{MP}_{2,5}$) (Oliveira; Souza; Andreoli, 2024), de extremo risco para a população, pois afetam diretamente a saúde humana, uma vez que, devido ao seu tamanho reduzido, conseguem penetrar no organismo e alcançar o sistema sanguíneo. Em escala global, as queimadas são responsáveis por desequilibrar a atmosfera, afetando ciclos bioquímicos, hidrológicos e a camada de ozônio (Alves et al., 2022).

Na faixa de praia, destaca-se a presença de embalagens de produtos desodorantes roll-on e aerossol, provenientes da Índia. Uma das hipóteses levantadas neste trabalho é de que, em virtude da localização do PNMDS e das correntes oceânicas, alguns produtos acabam caindo em alto-mar durante seu transporte portuário. Essa situação já é registrada em outras praias do estado, como em Jericoacoara (Brabo, 2024).

FIGURA 34 - Embalagem de desodorante *Roll-on*.



Fonte: Autor.

FIGURA 35 - Desodorante em aerossol na faixa de praia (lixo estrangeiro).



Fonte: Autor.

No mais, a faixa de praia é amplamente utilizada pelos pescadores da comunidade local. Foram encontrados corpos de peixes descartados após a pesca e deixados no local. Ademais, também foi encontrada uma ferramenta utilizada pelos pescadores na captura dessas espécies. Ela consiste em uma garrafa PET com uma longa corda amarrada em sua boca, como mostrado na imagem a seguir.

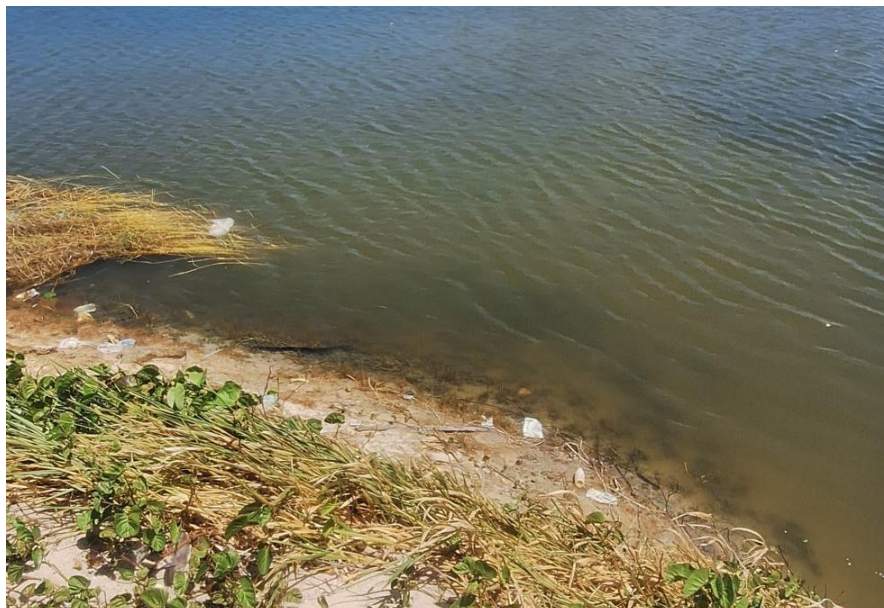
FIGURA 36 - Ferramenta de pesca na faixa de praia.



Fonte: Autor.

A maior parte dos resíduos encontrados é composta por lixo residencial e turístico. Os principais locais de acúmulo situam-se próximos a áreas habitadas, como as margens da CE-010, afetando inclusive corpos hídricos, e em áreas turísticas, como as dunas do Pôr-do-Sol. Vale destacar que os pontos turísticos são os locais mais modificados da unidade. Foram encontradas estruturas metálicas utilizadas como fogueira, que permaneceram no local junto aos resíduos de carvão. A seguir, apresentam-se imagens dos resíduos encontrados nesses pontos supracitados.

FIGURA 37 - Lixo na margem do corpo hídrico.



Fonte: Autor.

FIGURA 38 - Garrafa plástica com líquido escuro não identificado na duna do Por-do-Sol.



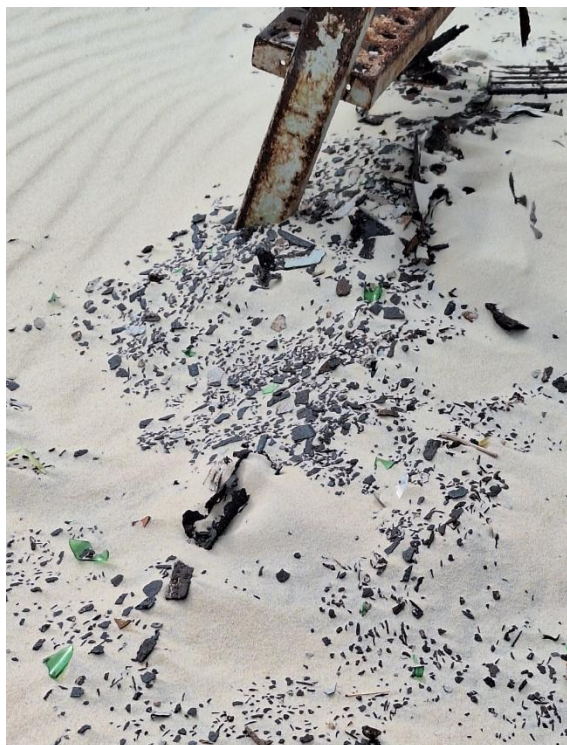
Fonte: Autor.

FIGURA 39 - Garrafa de bebida e resquícios de resíduos não identificados na duna do Por-do-Sol



Fonte: Autor.

FIGURA 40 - Resquícios de carvão e garrafas de vidro na duna do Por-do-Sol.



Fonte: Autor.

FIGURA 41 - Estrutura metálica de lixeira queimada e restos de carvão em duna móvel.



Fonte: Autor.

FIGURA 42 - Embalagem de picolé na duna do Por-do-Sol.



Fonte: Autor.

A urbanização acelerada e, muitas vezes, desordenada tem provocado impactos significativos sobre os sistemas naturais, especialmente nas áreas urbanas e periurbanas. A insuficiência de políticas públicas eficazes para o tratamento de efluentes e a gestão de resíduos sólidos urbanos contribui diretamente para a degradação ambiental, poluindo corpos hídricos e comprometendo a saúde dos ecossistemas. Além disso, a expansão das cidades frequentemente desconsidera a importância dos fluxos naturais da água, resultando na obstrução de áreas de recarga dos lençóis freáticos e agravando a escassez de recursos hídricos. A precariedade no acesso à água tratada e a serviços de esgoto, especialmente nas periferias urbanas, evidencia não apenas a pressão ambiental imposta pela urbanização, mas também as desigualdades socioespaciais persistentes nas cidades brasileiras (DANTAS, 2015, p. 95).

As pressões antrópicas sobre áreas ambientalmente protegidas refletem um padrão recorrente de uso inadequado dos recursos naturais, como observado na região do rio Paraguai e nas baías que compõem sua Área de Proteção Ambiental. De acordo com Banducci Júnior (2003), a pesca predatória é uma das principais atividades impactantes, agravada pelo descarte de resíduos sólidos às margens dos corpos hídricos, comprometendo sua qualidade ecológica, além da falta de saneamento básico, que desencadeia a produção e o descarte de esgoto nesses ambientes (Silva-Melo; Melo; Guedes, 2020).

6.4.3 Potencial risco de degradação do sítio arqueológico

As áreas de dunas são, por si só, regiões de extrema importância ecológica. No caso da Sabaguaba, suas dunas apresentam ainda uma particularidade histórica relevante. Estudos indicam a existência de artefatos históricos datados da primeira ocupação humana, há 4.610 anos, distribuídos em um total de sete sítios arqueológicos, podendo ser encontrados vestígios líticos, cerâmicos, registros de fogueiras e espécies de conchas (De Queiroz; Meireles, 2022).

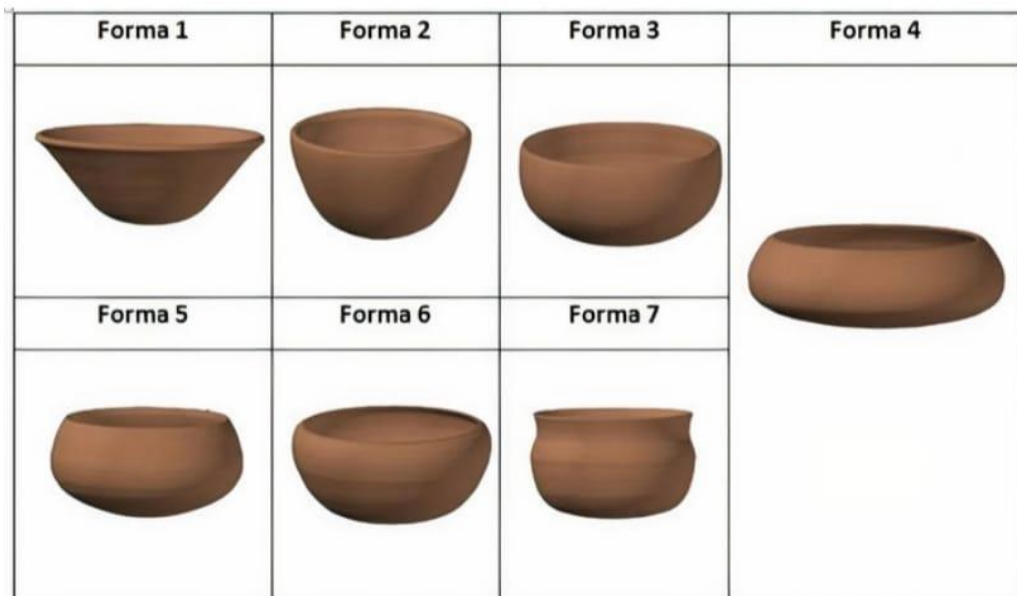
Entretanto, devido à presença desses artefatos, que ainda não foram totalmente estudados, eles correm o risco de serem destruídos com a chegada do turismo. Atividades como o uso de veículos 4x4 em pontos da unidade onde não foram realizados estudos prévios podem acarretar a destruição desses materiais, uma vez que são frágeis devido ao tempo. Nas imagens a seguir, apresenta-se um dos artefatos encontrados e sua reconstituição gráfica.

FIGURA 43 - Fragmento de cerâmica reconstituída com superfície erodida.



Fonte: Sousa, 2020.

FIGURA 44 - Formas das vasilhas reconstituídas.



Fonte: Sousa, 2020.

6.4.4 Perda da proteção e risco de diminuição no abastecimento do lençol freático

Como uma das principais paisagens da região costeira, as dunas apresentam um papel crucial no abastecimento de água nessas áreas. Durante os períodos chuvosos, elas filtram e armazenam grande parte desse volume de água, devido à sua granulometria, alimentando lençóis freáticos e lagoas temporárias (Alamusa et al., 2024). No entanto, essa dinâmica vem sendo afetada pela perda de áreas de dunas móveis, seja por erosão ou fixação.

No trabalho de Alamusa et al. (2024) são apresentadas as consequências da fixação de dunas móveis por vegetação, enfatizando a importância do equilíbrio entre os diferentes tipos de dunas para o ecossistema. No contexto do PNMDs, observam-se problemas semelhantes. Entretanto, nesse caso, o principal causador da fixação do solo granular é a presença de lixo. De acordo com Carvalho et al. (2021), o aumento na geração de resíduos sólidos provoca grande diversidade em sua composição, dificultando a sustentabilidade, especialmente nos âmbitos social e de gestão, tanto pública quanto privada.

Tendo isso em mente, cabe destacar os impactos dessa fixação, como a redução da capacidade de absorção de água pelas dunas, o que pode acarretar na perda de lagoas temporárias e do lençol freático presentes no PNMDs. Esses ambientes são de extrema importância para o abastecimento de rios e estuários, como o Rio Cocó e o Pacoti, enquanto as lagoas servem como fonte de água para diversas espécies nativas.

6.4.5 Desculturalização de comunidades locais

Apesar de o turismo ser importante para o investimento em infraestrutura, quando ocorre sem planejamento e controle, pode causar problemas ambientais e, até mesmo, sociais, como a perda da identidade cultural da população local. Os impactos ambientais negativos decorrentes do turismo são variados, destacando-se também os efeitos sobre as comunidades locais. Quando uma região turística alcança níveis de visitação extrema, torna-se difícil manter o controle. No caso do PNMDs, não foram encontrados registros sobre o fluxo de visitação no local. No entanto, as consequências já são visíveis, como o acúmulo de lixo e a erosão de parte da duna móvel devido ao pisoteamento. Além disso, as questões sociais também são afetadas.

Estudos identificam o efeito de aculturação como um dos resultados do turismo em massa (Dall'Agnol, 2012). Nesse caso, as comunidades locais são as mais afetadas, pois perdem gradualmente sua identidade, que acaba se misturando com as diferentes culturas que chegam ao local. Desse modo, surgem conflitos decorrentes das barreiras sociais. Ademais, essas atividades podem interferir no cotidiano da população local, que utiliza o ambiente como forma de subsistência (Dall'Agnol, 2012). Na unidade de estudo, há moradores que realizam atividades de pesca artesanal e lazer, ameaçadas pela presença de grande massa turística.

O aumento do número de turistas na região também traz outros problemas. Embora a comunidade possa se beneficiar economicamente do turismo, a chegada de empreendimentos externos impede que os locais concorram devido à falta de investimentos (Dall’Agnol, 2012). A cobiça pelo local eleva valores relacionados a preços de produtos, lotes de terra e outros bens. Considerando a “invasão” desses empreendimentos, a comunidade local encontra-se em situação de marginalização, afetando a qualidade de vida (Dall’Agnol, 2012). Além disso, a população ainda precisa conviver com o aumento do fluxo de veículos, barulho, sujeira, poluição, elevação do custo de vida e da criminalidade, decorrentes desse turismo inadequado e sem monitoramento (Dall’Agnol, 2012).

6.4.6 Poluição sonora e atmosférica

Problemas de saúde ocasionados pela poluição sonora já são uma realidade no Brasil. Estudos como o de Guedes e Bertoli (2014) apresentam a influência desses ruídos na população, sendo o tráfego de veículos o principal agente (Araújo; Meneses; Morais, 2023; Ferreira; Peixoto; Monteiro, 2023). Na Europa, a preocupação com a geração de ruído remonta a épocas remotas, como a Idade Média, quando se estudava o impacto das rodas de carroças sobre o chão de pedra (Ferreira; Peixoto; Monteiro, 2023). Atualmente, o continente continua considerando a poluição sonora como um tema de extrema relevância, implementando leis como a Diretiva Europeia 2001/49/CE, que estabelece a obrigatoriedade de mapas acústicos nas cidades (Araújo; Meneses; Morais, 2023).

No Brasil, já existem normas para a exposição ao ruído. A Norma ABNT NBR 10151 estabelece limites permitidos de níveis de pressão sonora (NPS) em diferentes locais. No entanto, ainda não há leis que assegurem o controle efetivo dos níveis de ruído no país (Pereira; Torres, 2023).

A poluição sonora pode interferir no aumento da pressão arterial, na aceleração da respiração e na perturbação do sono, desencadeando outros problemas de saúde e podendo causar danos irreversíveis à audição, “sendo considerada um sério problema ambiental que prejudica a saúde da população” (Araújo; Meneses; Morais, 2023; Pereira; Torres, 2023). Ademais, ela é considerada a segunda maior causa de poluição mundial, perdendo apenas para a poluição atmosférica (Araújo; Meneses; Morais, 2023).

Outra forma de amenizar os ruídos gerados por veículos seria o uso de determinados tipos de asfalto. Pesquisas indicam que o pavimento poroso asfáltico (CPA) produz menos ruído em comparação com outros tipos, como o pavimento de betão asfáltico (CA) e o pavimento intertravado (Ferreira; Peixoto; Monteiro, 2023).

Atualmente, os combustíveis mais utilizados no mundo são provenientes de fontes

fósseis, como petróleo, carvão mineral e gás natural (Costa et al., 2019). No entanto, esses combustíveis liberam compostos nocivos ao ambiente, sendo classificados como energias não renováveis. Nas cidades, os principais emissores são os veículos motorizados, cuja maioria utiliza gasolina, derivada do petróleo. Desse modo, com o aumento do fluxo de veículos nas proximidades do PNMDs, é possível que os níveis de poluição atmosférica aumentem proporcionalmente.

Levando isso em consideração, é necessário destacar as consequências socioambientais para a localidade. A poluição atmosférica é nociva não apenas para a natureza, mas também, e principalmente, para a sociedade. Estudos indicam que pessoas que residem próximas a vias de tráfego intenso sofrem com problemas respiratórios (Costa et al., 2019).

Concomitantemente, o aumento do fluxo de veículos, sobretudo os de grande porte, pode ameaçar a segurança de moradores e da fauna local. Cada transporte emite vibrações no solo proporcionais ao seu peso e velocidade. Quando intensas e recorrentes, essas vibrações podem causar rachaduras e fissuras em construções próximas (Costa et al., 2019), comprometendo a estabilidade dessas estruturas.

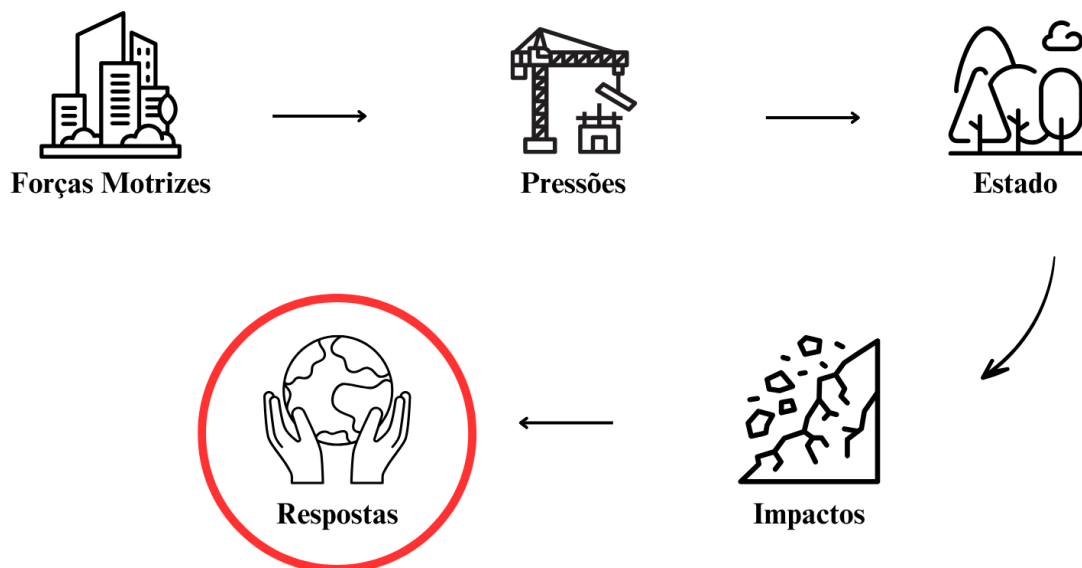
O aumento da quantidade de veículos próximo a áreas naturais pode desencadear o chamado Efeito de Borda (Pinto et al., 2020). Esse fenômeno ecológico está relacionado a mudanças físicas, químicas e biológicas nas extremidades de habitats, tornando-as mais frágeis e suscetíveis a ações antrópicas (Laurance et al., 2002; Pinto et al., 2020). Dessa forma, os seres, sobretudo faunísticos, que frequentam as regiões de borda acabam sofrendo impactos maiores em comparação com aqueles situados mais centralmente.

No caso da construção de vias urbanas, como a CE-010, estas aproximam a urbanização dos ambientes naturais. Conforme apresentado por Peixoto e Louzada (2023), a construção de corredores viários interfere no equilíbrio ecológico, destacando-se impactos como o aumento da mortalidade de animais, com aves, répteis e mamíferos, devido a atropelamentos, principalmente em locais de reprodução de espécies, como ocorre no PNMDs.

6.5 Respostas

No contexto do modelo DPSIR, o componente “Resposta” não se limita à simples implementação de medidas corretivas, mas reflete a capacidade institucional, social e política de reagir aos impactos ambientais de forma estratégica e eficaz. Ele expressa o modo como governos, setores produtivos e a sociedade civil interpretam os problemas ambientais e transformam essa percepção em ações concretas. A análise das respostas permite avaliar não apenas sua efetividade na mitigação das pressões e impactos identificados, mas também revela conflitos de interesse, prioridades políticas e limitações na governança ambiental. Desse modo, esse eixo é fundamental para compreender os caminhos trilhados, ou negligenciados, na busca por soluções sustentáveis, sendo também um indicativo de como os sistemas socioambientais aprendem, se adaptam e evoluem diante das crises ambientais. De forma geral, ao longo do estudo, foi observada a necessidade de enfatizar a importância da fiscalização na área e do uso de placas de sinalização, uma vez que são imprescindíveis para amenizar os impactos encontrados no PNMDS.

FIGURA 45 - Modelo DPSIR com destaque para as respostas.



Fonte: autor.

6.5.1 Educação ambiental

Arelada ao desenvolvimento sustentável como um instrumento essencial, a educação ambiental é capaz de sensibilizar as pessoas, mudando a forma como elas enxergam a relação sociedade-natureza (meio ambiente) (Gonçalves; Santos; Medeiros, 2022). Salzer, Mallmann e Carniatto (2024) destacam que a educação ambiental é essencial para despertar uma

consciência crítica nas pessoas, promovendo mudanças em seus modos de vida e ajudando a frear a degradação ambiental causada por comportamentos prejudiciais ao meio ambiente. Os autores supracitados também afirmam a importância de se aplicar medidas de educação ambiental a fim de combater e evitar as consequências da exploração natural desenfreada (Salzer; Mallmann; Carniatto, 2024).

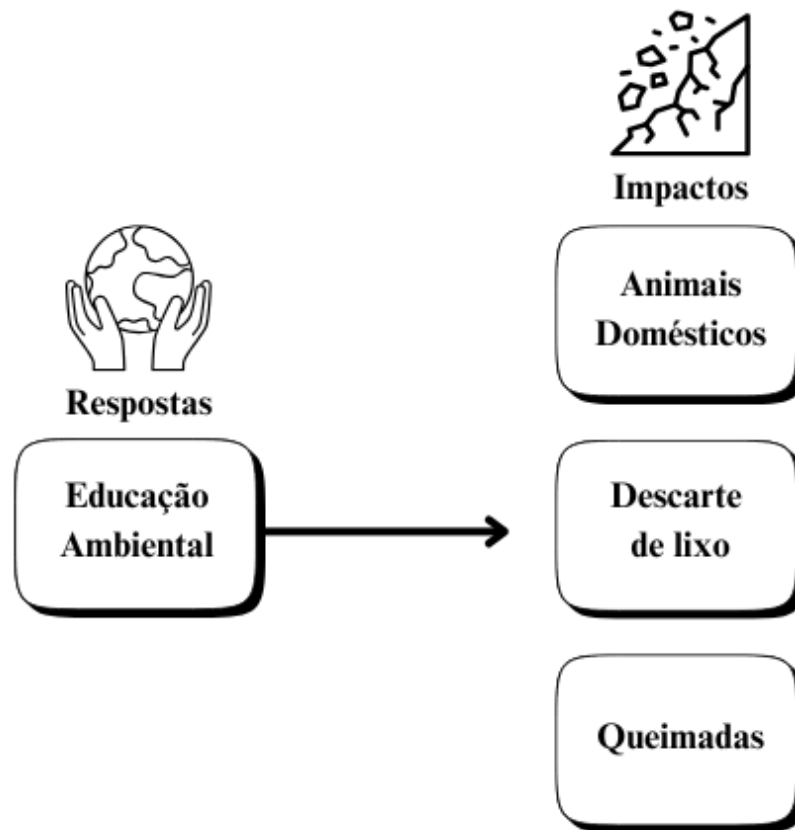
Suas diretrizes foram consolidadas na Conferência Intergovernamental Sobre Educação Ambiental (Bondo, 2019), realizada em Tbilisi no ano de 1977, que busca combater problemas ambientais como “produção de lixo, esgotos, falta de saneamento básico, desmatamento, poluição sonora, do ar, de rios e mares, chuvas ácidas, êxodo urbano, dentre outros” (Bondo, 2019). Desde então, é amplamente utilizada como forma de alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que têm por finalidade tornar os 193 países membros da ONU sustentáveis até 2030 (Gonçalves; Santos; Medeiros, 2022; Salzer; Mallmann; Carniatto, 2024).

Segundo a Lei nº 9795/1999 (Política Nacional de Educação Ambiental), Art. 1º, quanto à definição de educação ambiental:

Processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade

No entanto, tal prática também pode ser realizada de maneira informal, por meio de atuações mais generalizadas, através de atitudes e exemplos do indivíduo para com os outros no dia a dia (Salzer; Mallmann; Carniatto, 2024). Apesar de sua importância e reconhecimento internacional, ela ainda é pouco disseminada no PNMDs, e as poucas iniciativas existentes, como a realizada pela ONG Instituto Verde Luz, tiveram que ser encerradas devido à falta de incentivo financeiro. Quanto a isso, Silva e Teixeira (2019) afirmam a necessidade de participação ativa de todos os atores sociais envolvidos, sobretudo os dirigentes governamentais e gestores organizacionais.

FIGURA 46 - Exemplificação visual da interferência da educação ambiental como medida mitigadora dos impactos ambientais do PNMDs.



Fonte: autor.

6.5.2 Corredor ecológico

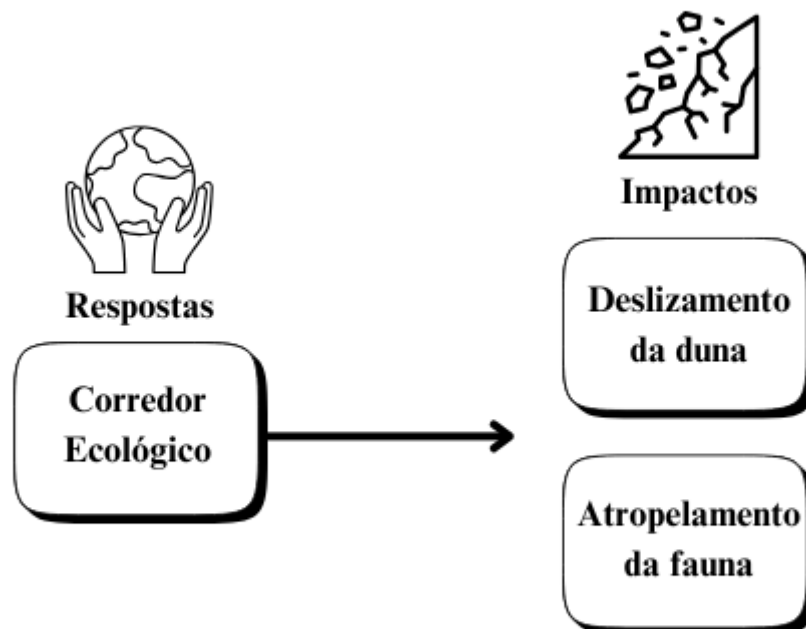
Alguns autores citam a fragmentação de habitats como uma das principais ameaças à biodiversidade. Com a criação das unidades de conservação, muitas espécies de fauna e flora acabam perdendo contato com os espaços naturais exteriores. No caso das vias e rodovias, estas representam a principal causa de fragmentação de espaços naturais no Brasil (Pereira; Neves; Figueiredo, 2007). Desse modo, a criação de corredores ecológicos é indispensável para a manutenção da vida e da diversidade de espécies, minimizando impactos ambientais decorrentes da via urbana no ecossistema (Pinto et al., 2020).

Conceituados como estruturas lineares que conectam dois ou mais espaços fragmentados, os corredores ecológicos passam a ser a medida mais viável para combater as consequências dessas barreiras (Pereira; Cestaro, 2016). Estudos indicam a eficácia desses corredores não apenas para a diversificação de espécies faunísticas nativas, mas também para a vegetação nativa (Muchailh et al., 2009). Os animais são, muitas vezes, responsáveis pela proliferação da vegetação, atuando como polinizadores. Os corredores possibilitam, no caso de

vias, a passagem segura desses animais, evitando possíveis acidentes entre fauna e veículos. Em muitos casos, essas espécies optam por utilizar os corredores em vez de tentarem passagem por locais fragmentados (Muchailh et al., 2009).

Desse modo, tendo em vista a necessidade de conexão entre os ambientes, faz-se necessária a implementação desse método. Assim, a proposta seria a criação de corredores ecológicos que ligassem o parque às unidades adjacentes, como o Parque do Cocó e o Estuário do Rio Pacoti, fomentando a biodiversidade de ambos os espaços.

FIGURA 47 - Exemplificação visual da interferência do corredor ecológico como medida mitigadora dos impactos ambientais do PNMDs.



Fonte: autor.

6.5.3 Câmeras pontuais

O uso de tecnologias, como inteligência artificial, para o monitoramento ambiental é uma das alternativas para a mitigação de impactos ambientais (Nunes et al., 2024). Dessa forma, é possível otimizar a eficiência da gestão urbana (Gomides et al., 2020). Alguns autores apresentam o conceito de cidade inteligente, município que utiliza esses mecanismos tecnológicos a fim de facilitar a gestão de grandes centros urbanos (Nunes et al., 2024; Silva; Saraiva, 2024). Nunes (2024, p.2) afirma que:

As cidades inteligentes e sustentáveis representam uma abordagem inovadora para o desenvolvimento urbano, integrando tecnologias avançadas e práticas de gestão

ambiental para criar ambientes urbanos mais eficientes, habitáveis e resilientes. O conceito de “cidade inteligente” é amplamente definido pela aplicação de tecnologias digitais e de informação para melhorar a qualidade de vida dos cidadãos, otimizar os serviços urbanos e promover uma gestão eficiente dos recursos”.

Tendo isso em mente, cabe citar alguns desses instrumentos, como o uso de câmeras com identificação de placas de veículos e monitoramento do tráfego na via CE-010. O uso dessa tecnologia já é uma realidade em algumas cidades do Brasil. No caso de Fortaleza, é possível encontrá-las em parte da orla da cidade, em um dos pontos turísticos mais importantes do município, a Av. Beira Mar (Fortaleza, 2024). Um pouco mais distante, na região mais periférica, ao longo da lagoa da Messejana, também é possível encontrar pontos de monitoramento por câmeras, nos quais não há confirmação do uso de sistemas de inteligência artificial. Segundo Nunes (2024, p.5):

Sensores distribuídos por diversos pontos urbanos coletam dados em tempo real, que são analisados para otimizar o funcionamento dos sistemas urbanos. Por exemplo, a tecnologia de gerenciamento de tráfego pode ajustar automaticamente os sinais de trânsito com base no fluxo de veículos, reduzindo congestionamentos e melhorando a mobilidade. Da mesma forma, sensores em redes de água podem detectar vazamentos rapidamente, minimizando o desperdício.

A tecnologia a ser utilizada ao redor do PNMDS foi inspirada nas ferramentas encontradas em diferentes pontos da cidade. As câmeras seriam acopladas a um pedestal de material inoxidável (devido à forte maresia), com 3 metros de altura, a fim de aumentar o alcance de visão. Os pontos estratégicos escolhidos estão relacionados aos acessos de veículos dentro da unidade.

Ademais, apesar da eficiência comprovada do uso dessas tecnologias no monitoramento ambiental, ainda se faz necessária a implementação de políticas públicas que promovam justiça social e ambiental (Nunes et al., 2024). Isto é, a presença e o engajamento dos órgãos competentes são essenciais, uma vez que não basta apenas implementar essas tecnologias. Elas são responsáveis por agilizar a resolução dos problemas urbanos (Nunes et al., 2024). Em suma, essa metodologia possibilita que as cidades se antecipem quanto aos problemas

ambientais, colocando em prática os conceitos de prevenção e precaução.

Tendo isso em mente, a ferramenta de câmeras atreladas a sistemas de inteligência artificial também colabora para o monitoramento do fluxo de veículos na CE-010. Lopes et al. (2014) apresentam, em seu trabalho, as três abordagens básicas para a análise de tráfego, que são:

- Macroscópica: o engenheiro de tráfego acompanha os fluxos ininterruptos dos veículos para determinar capacidades viárias;
- Microscópica: monitora-se e acompanha-se a interação e as relações entre pares de veículos para estudo de fluxos que não são necessariamente contínuos para avaliações locais em interseções;
- Mesoscópica: estuda-se movimentos de agrupamentos de veículos para determinação de políticas semafóricas.

Um dos sistemas de software já utilizados em monitoramentos é a Placa Veicular Inteligente, que consiste no uso de chips de identificação por radiofrequência nas placas de veículos. Isso possibilita a identificação eletrônica do carro, auxiliando em fiscalizações e na detecção de congestionamentos (Silva; Saraiva, 2024).

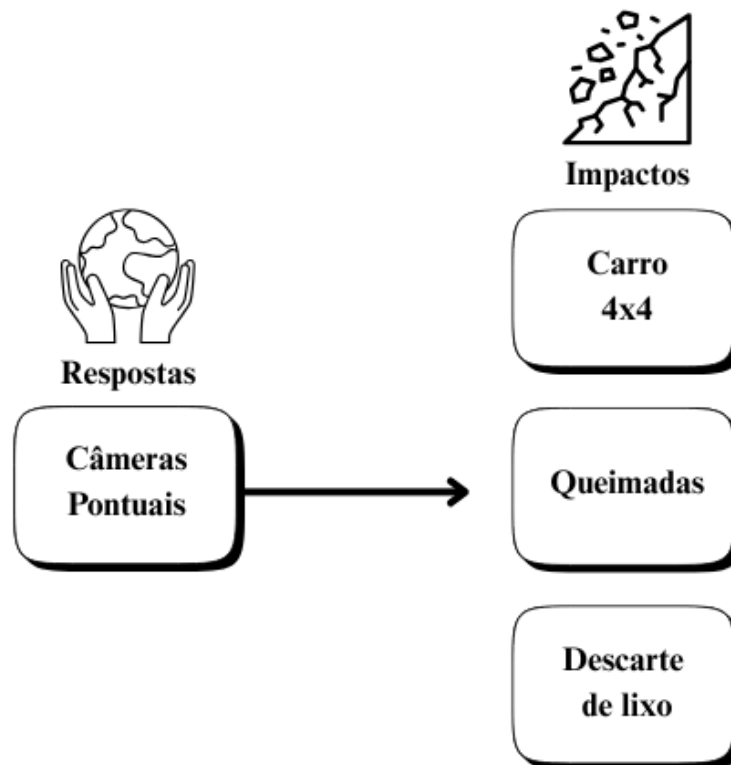
No mapa apresentado a seguir, estão representadas as sugestões de locais para o posicionamento das câmeras. O critério para a escolha dos pontos considera os acessos de veículos à unidade. É possível observar, próximo às câmeras, rastros formados pelo tráfego de veículos.

FIGURA 48 - Modelo de câmera (Bairro de Messejana).



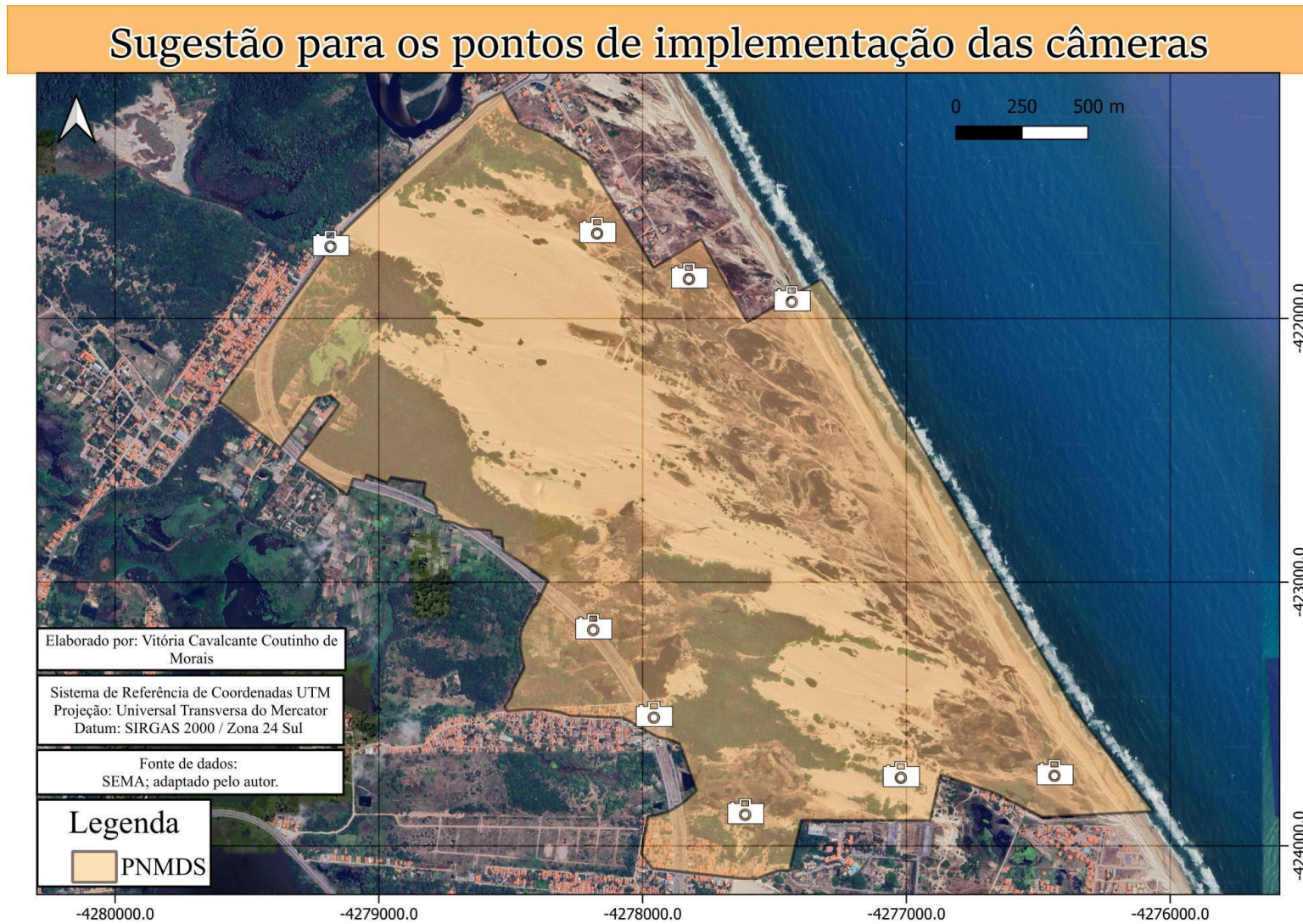
Fonte: autor.

FIGURA 49 - Exemplificação visual da interferência das câmeras pontuais como medida mitigadora dos impactos ambientais do PNMS



Fonte: autor.

FIGURA 50



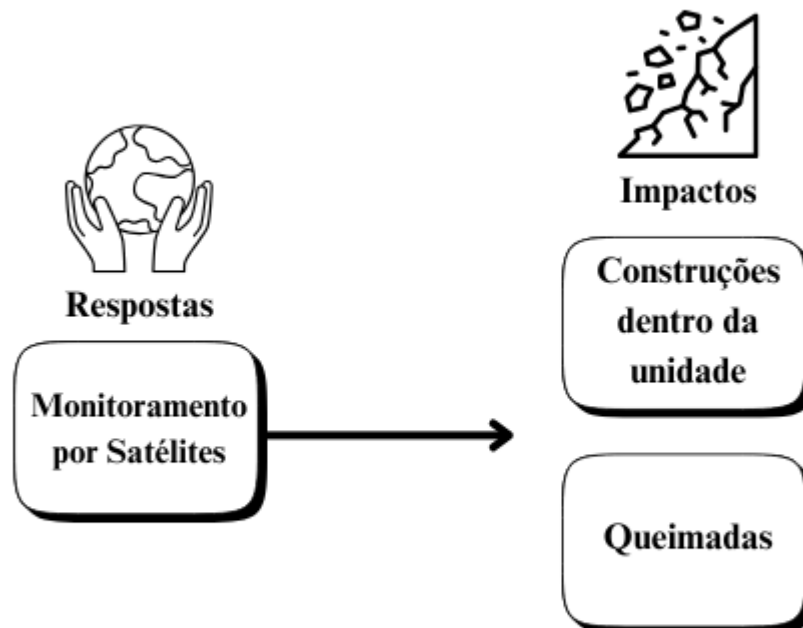
Fonte: autor.

6.5.4 Monitoramento por satélites

Muitas unidades de conservação sofrem com o iminente avanço do crescimento urbano, não sendo esse um problema exclusivo do PNMDs. No entanto, devido à dificuldade de locomoção dentro da unidade, seja pelo tipo de ecossistema ou por sua grande extensão, tornam-se necessárias medidas alternativas para uma fiscalização eficiente das ocupações em áreas naturais. Muitos autores enfatizam a evolução tecnológica como aliada na preservação da natureza (Orlandi, 2021). Desse modo, a ferramenta mais eficiente nesse contexto é o sensoriamento remoto, considerado o meio mais preciso de coleta de informações (Silva; Orlandi, 2024).

Esse instrumento baseia-se no uso de sensores de radiação eletromagnética que registram o meio físico de forma visual e remota. Dividido em três tipos, o sensoriamento remoto pode ser aplicado por diferentes meios, destacando-se o método orbital, no qual são utilizados satélites. Dessa forma, é possível captar a forma como a radiação interage com os alvos, a energia refletida, as variações dos comprimentos de onda e das faixas espectrais a longas distâncias, possibilitando respostas rápidas, eficazes e confiáveis (Silva; Orlandi, 2024).

FIGURA 51 - Exemplificação visual da interferência do monitoramento por satélites como medida mitigadora dos impactos ambientais do PNMDs.



Fonte: autor.

6.5.5 Atualização do Plano Diretor de Fortaleza

Uma das medidas apresentadas para amenizar as questões relacionadas ao alto fluxo de pessoas e veículos, à invasão da área do parque e ao descarte de lixo é o uso do Plano Diretor. Esse documento, enquanto principal instrumento de planejamento e ordenamento urbano em nível municipal, exerce papel determinante na busca pela sustentabilidade das cidades. No entanto, sua efetividade depende diretamente da forma como é elaborado, implementado e monitorado. Como destacam Lima, Lopes e Façanha (2019), esse instrumento pode gerar tanto avanços quanto retrocessos no contexto urbano, dependendo de sua coerência com os princípios do desenvolvimento sustentável e da articulação entre os diferentes setores da gestão pública.

Assim, é fundamental que o Plano Diretor seja construído com base em processos participativos, diagnósticos técnicos consistentes e integração entre políticas ambientais, sociais e econômicas. Ou seja, é necessário avaliar a eficiência dos planos diretores. Dessa forma, instituído pela Lei Federal nº 10.257/2001, faz-se necessária a atualização dos planos diretores a cada 10 anos, contados a partir da data de sua criação. No caso do Plano Diretor de Fortaleza, este encontra-se atrasado, com 5 e 15 anos sem atualizações. No entanto, sua nova versão já está em elaboração.

Tendo isso em vista, é importante ressaltar alguns pontos de destaque para a nova versão do Plano Diretor, como a utilização de um mapa acústico. Esse se conceitua como um mapa de ruído, ou seja, apresenta visualmente, por meio de curvas topográficas, os níveis de ruído de um determinado local (rua, bairro, município, etc.) (Guedes; Bertoli, 2014; Araújo; Meneses; Morais, 2023). A seguir, estão listados os benefícios da implementação de um mapa acústico, segundo Guedes e Bertoli (2014).

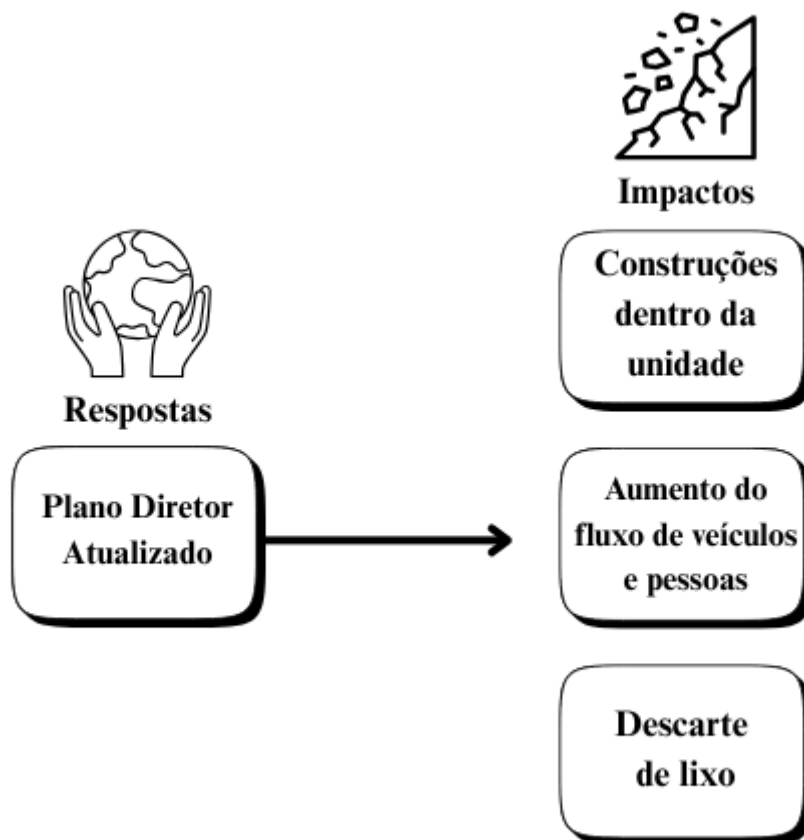
- Quantificar e avaliar a exposição da população ao ruído em uma dada região;
- Formar banco de dados para o planejamento urbano, apontando principais atividades ruidosas, e oferecendo subsídios para um zoneamento acústico municipal;
- Identificar zonas de conflito entre níveis de ruído medidos ou simulados com níveis estabelecidos por normas (internacionais e/ou nacionais) e legislações municipais;
- Fornecer informações para planos de controle da poluição sonora;
- Predizer cenários futuros, avaliando-se o impacto sonoro de infraestruturas e medidas mitigadoras do ruído.

Ademais, vale enfatizar o uso de alternativas para reduzir o acúmulo de lixo na região. A implementação de rotas frequentes de coleta de resíduos sólidos é essencial para

evitar o acúmulo de lixo nas proximidades da unidade. Além disso, métodos de reciclagem também são fundamentais, como a compostagem e o coprocessamento, voltados para materiais orgânicos, passíveis de conversão em energia e na produção de biometano a partir de RSU em aterros sanitários (Abrema, 2024). Com o uso de metodologias alternativas, como o incentivo ao uso de energias renováveis no transporte público e privado, é possível mitigar grande parte das questões relacionadas à poluição atmosférica. De acordo com Costa et al. (2019, p. 400):

Para incentivar o uso de formas de energia mais limpas, esforços governamentais e não governamentais mundiais buscam substituir combustíveis fósseis por tecnologias menos poluentes visando reduzir a emissão e, com isso, melhorar a qualidade do ar, proteger a saúde e minimizar os efeitos climáticos.

FIGURA 52 - Exemplificação visual da interferência do plano diretor atualizado como medida mitigadora dos impactos ambientais do PNMDs.



Fonte: autor.

7 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Existem diversas unidades de conservação no Brasil, sejam federais, estaduais ou municipais, que enfrentam inúmeros desafios. O Parque Natural Municipal das Dunas da Sabiaguaba não é diferente, uma vez que se trata de uma unidade frágil, localizada próxima a um centro urbano, como a cidade de Fortaleza. A região da Sabiaguaba apresenta ampla diversidade de espécies, principalmente por receber aves migratórias e abrigar berçários para tartarugas em risco de extinção. Desse modo, é possível enfatizar a importância desse espaço para a biosfera, devido aos seus inúmeros serviços ecossistêmicos.

As belezas cênicas da capital cearense atraem visitantes de todo o país. No entanto, ao longo do estudo, constatou-se a falta de preparo para receber esses visitantes, bem como a ausência de estrutura administrativa adequada para gerenciar corretamente a unidade. Isso é perceptível, considerando os inúmeros impactos ambientais negativos observados no parque, como perda de áreas naturais, erosão das dunas móveis, assoreamento de corpos hídricos, presença de animais invasores, acúmulo de lixo, atropelamento da fauna nativa, atividades turísticas erosivas, queimadas, lixo estrangeiro, ameaça à integridade de artefatos históricos, contaminação de corpos hídricos, risco de perda do lençol freático, desculturação da comunidade e poluição sonora e atmosférica.

Embora a população contribua para a degradação do ambiente, sua responsabilidade é relativamente pequena, uma vez que há quase ausência de placas informativas ou proibitivas no local. Além disso, não foram constatadas atividades de educação ambiental vinculadas à SEUMA naquela área. Quanto ao estado atual de conservação da unidade, verificou-se que, em sua maior parte, permanece preservada.

No entanto, considerando a Teoria da Prevenção, é importante destacar que mudanças já foram constatadas nesse ambiente. Por isso, apresentam-se algumas medidas de resposta, como atividades de educação ambiental voltadas à comunidade e aos visitantes, implementação de corredores ecológicos, uso de câmeras, monitoramento por satélite e atualização do Plano Diretor.

As principais pressões identificadas na área de estudo incluem aumento populacional, maior fluxo de veículos, expansão de residências, estabelecimentos comerciais e turísticos. A fiscalização, embora existente, é insuficiente para garantir a proteção e preservação do espaço, o que impacta diretamente o bem-estar da população local, obrigada a conviver com as consequências dessa negligência. Tendo isso em vista, caso medidas efetivas não sejam adotadas, as chances de se perder o último campo de dunas naturais da cidade são altas.

REFERÊNCIAS

- ABALANSA, S. *et al.* The Marine Plastic Litter Issue: a social-economic analysis. **MDPI**, v.12, n.20, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/20/8677>. Acesso em: 2 jun. 2025.
- ABREMA - Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. [S. I.], 2024. Disponível em: <https://static.poder360.com.br/2024/12/panorama-dos-residuos-solidos-no-brasil-2024.pdf>. Acesso em: 2 jun 2025.
- ALAMUSA. *Et al.* Artificial Vegetation for Sand Stabilization May Impact Sand Lake Dynamics in Dune Regions. **Plants**, [s. I.],v.13, n.2, p.255, 2024. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2223-7747/13/2/255>. Acesso em: 2 jun. 2025.
- ALBUQUERQUE, D. A. *et al.* Desertificação Silenciosa: impactos da degradação da caatinga e biodiversidade. **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**, [s. I.], v.5, n.2, 2024. Disponível em: <https://ime.events/conbiv2024/pdf/30580>. Acesso em: 4 jun. 2025.
- ALMEIDA, F. S. *et al.* Impactos Ambientais Causados por Empreendimentos em Unidades de Conservação da Natureza na Região Sudeste do Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, [Brasil], v.13, n.3, p.1-21, 2023. Disponível em: <https://revistaeletronica.icmbio.gov.br/index.php/BioBR/article/view/2305>. Acesso em: 3 jun. 2025.
- ALMEIDA JÚNIOR, E. B. *et al.* Florística de Uma Área de Vegetação de Influência Marinha no Litoral Sul de Alagoas, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Brasil, v.9, n.5, p.1400-1409, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbgfe/article/view/233769>. Acesso em: 12 jan. 2025.
- ALMEIDA, B. O. **Avaliação dos Níveis de Poluentes Atmosféricos nas Principais Vias de Tráfego da Cidade de Águas Claras - DF**. Programa de Iniciação Científica (Tecnologias e Ciências Sociais Aplicadas), Brasília, Centro Universitário de Brasília, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/326818710_AVALIACAO_DOS_NIVEIS_DE_POLUENTES_ATMOSFERICOS_NAS_PRINCIPAIS_VIAS_DE_TRAFEGO_DA_CIDADE_DE_AGUAS_CLARAS_-_DF. Acesso em: 25 mai. 2025.
- ALVES, B. E. D. *et al.* Análise dos Focos de Queimadas Através de Geotecnologia no Município de Santarém no Estado do Pará-Brasil. **Research, Society and Development**, [s. I.], v.11, n.11, 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/363034144_Analise_dos_focos_de_queimadas_atraves_de_geotecnologia_no_municipio_de_santarem_no_estado_do_Para-Brasil. Acesso em: 29 jun. 2025.
- ALVES, L. R. Região, Urbanização e Polarização. **Economia e Desenvolvimento Regional**, [s. I.], p.41-52, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/343858517_Regiao_urbanizacao_e_polarizacao. Acesso em: 17 mai. 2025.
- ANTUNES, C. V. *et al.* A Pressão Antrópica nas Áreas de Captação de Água no Município de Antonina - Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Desenvolvimento Territorial Sustentável**, Brasil, v.5, n.2, p.42-53, Universidade Federal do Paraná, 2019. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/guaju/article/view/70815>. Acesso em: 1 fev. 2025.
- ARAUJO, A. C. M.; SILVA, A. N. F.; ALMEIDA JÚNIOR, E. B. Caracterização Estrutural e Status de Conservação do Estrato Herbáceo de Dunas da Praia de São Marcos, Maranhão, Brasil. **Acta Amazonica**, [s. I.], v.46, n.3, p.247-258, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aa/a/LxbXXT9vXpPVfnjDKJDDq6x/>. Acesso em: 1 fev. 2025.
- ARAUJO, R. R.; MENESES, T. B.; MORAIS, J. C. Ruído de Tráfego: mapeamento do bairro Tambaú, João Pessoa/PB. **XVII Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído XVIII Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído**, São Paulo, v.17, p.1-10, 2023. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/encac/article/view/4188>. Acesso em: 25 mai. 2025.

- ARAÚJO, Y. R. V.; MOREIRA, Z. C. G. Verde Urbano na Conservação da Biodiversidade em João Pessoa, Paraíba. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, [Brasil], v.15, n.1, p.73-82, 2020. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7283560#:~:text=O%20verde%20urbano%20de%20Jo%20A3o,assim%2C%20h%2C%20a%20necessidade%20de>. Acesso em: 20 mai. 2025.
- AGUIAR, G. L. DE. **Mamíferos Não-Voadores do Parque do Cocó, Fortaleza - CE: composição e impactos associados**. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas), Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, 2017. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/61604/3/2017_tcc_glaguiar.pdf. Acesso em: 03 out. 2025.
- BOUCHKARA, M. *et al.* An Integrated Environmental Assessment of a Coastal Lagoon: the case of the oualidia lagoon (Marocco). **E3S Web of Conferences**, v.298, n.2003, 2021. Disponível em: https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2021/74/e3sconf_iccr2021_02003/e3sconf_iccr2021_02003.html. Acesso em: 20 mai. 2025.
- BARTU, G.; ASECIOS, Y. Aplicação do Modelo DPSIR (Drivers - Pressures - State - Impact - Response) Com Foco nas Respostas Tecnológicas Para a Redução dos Gases de Efeito Estufa. **Latin American Journal of Energy Research - Lajer**, [s. l.], v.9, n.1, p.49-68, 2022. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/lajer/article/view/37724>. Acesso em: 27 jan. 2025.
- BARROS, A. C. O. *et al.* Análise Crítica do Plano de Manejo Parque Natural Municipal das Dunas e Área de Proteção Ambiental de Sabiaguaba, Fortaleza, Ceará: à luz da geoecologia das paisagens. **Revista Pantaneira**, Mato Grosso do Sul, v.24, [s. n.], Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, 2024. Disponível em: <https://periodicos.ufms.br/index.php/revpan/article/view/21321>. Acesso em: 30 dez. 2024.
- BAUMBACH, F.; POLIDORI, M. Expansão Urbana e Hidrografia: modelagem urbana com autômatos celulares Para Dom Pedrito/RS. **II SIMPÓSIO NACIONAL DE GESTÃO E ENGENHARIA URBANA: SINGEURB**, São Paulo, [s. v.], [s. n.], 2019. Disponível em: <https://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/expanso-urbana-e-hidrografia-modelagem-urbana-com-autmatos-celulares-para-dom-peditors-34055>. Acesso em: 1 fev. 2025.
- BENTEMULLER, L. A. A.; GOMES, A. C. A. A Importância do Geoprocessamento para Análise do Uso e Ocupação da Área de Proteção Ambiental (APA) de Sabiaguaba em Fortaleza-CE. **Cadernos de Ensino, Ciências & Tecnologia**, Fortaleza, v.1, n.3, p.150-167, 2019. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/CECiT/article/view/2018>. Acesso em: 17 mai. 2025.
- BONDO, P. F. M. Educação Ambiental para o Desenvolvimento Sustentável: assuntos estudantis e práticas actuais. **Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad**, Angola, v.2, n.3, p.99-109, 2019. Disponível em: <https://rias.unesum.edu.ec/index.php/revista/article/view/58>. Acesso em: 29 jun. 2025.
- BRABO, L. *et al.* A Transcontinental Threat: plastic waste from África invades Brazil's coast. **Science Direct**, [s. l.], v. 954, [s. n.], 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004896972406755X>. Acesso em: 1 jul. 2025.
- BRITO, D. M. C. Conflitos em Unidade de Conservação. **Revista de Humanidades**, [s. l.], [s. v.], n.1, 2008. Acesso em: 19 mai. 2025.
- CABRAL JÚNIOR, F. O.; CYRNE, C. C. S.; TURATTI, L. As Queimadas no Estado do Pará, Brasil: impactos ambientais, sociais e econômicos. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, Portugal, v.16, n.9, p.1-22, 2024. Disponível em: <https://ojs.cuadernoseducacion.com/ojs/index.php/ced/article/view/5416>. Acesso em: 29 jun. 2025.
- CABRAL, L. N.; CÂNDIDO, G. A. Urbanização, Vulnerabilidade, Resiliência: relações conceituais e compreensões de causa e efeito. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v.11, [s. n.], 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/urbe/a/b6W57J68KwHWXbbHRGvG8gG/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 18 mai. 2025.
- CALLIARI, L. J. *et al.* Perigos e Riscos Associados a Processos Costeiros no Litoral Sul do Brasil (RS): uma síntese. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v.14, n.1, p.51-63, 2010. Disponível em: <https://periodicos.univali.br/index.php/bjast/article/view/2254>. Acesso em: 7 jun. 2025.

- CARUGATI, L. *et al.* Impact Of Mangrove Forests Degradation On Biodiversity And Ecosystem Functioning. **Scientific Reports**, v.8, n.13298, 2018. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-018-31683-0>. Acesso em: 26 jan. 2025.
- CARVALHO JÚNIOR, O. O.; SPERB, R. M. A Bacia Catarinense do Rio Uruguai e o Turismo de Conservação como Ferramenta ao Desenvolvimento Sustentável Regional. **Revista Brasileira de Ecoturismo**, São Paulo, v.5, n.1, p.67-86, 2012. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/ecoturismo/article/view/5972>. Acesso em: 2 abr. 2025.
- CARVALHO, M. L. F. *et al.* Impactos Ambientais Decorrentes do Processo de Instalação e Operacionalização da Usina de Biogás GNR de Fortaleza (CE): a educação ambiental como via de transformação social. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, São Paulo, v.16, n.4, p.227-247, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/69336>. Acesso em: 2 jun. 2025.
- CARVALHO, S. A.; ADOLFO, L. G. S. O Direito Fundamental ao Saneamento Básico como Garantia do Mínimo Existencial Social e Ambiental. **Revista Brasileira de Direito**, [s. l.], v.8, n.2, p.6-37, 2012. Disponível em: <https://seer.atitus.edu.br/index.php/revistadedireito/article/view/286/236>. Acesso em: 18 mai. 2025.
- CASTRO, J. W. A. **Geomorfologia do Sistema Sedimentar Eólico de Paracuru - Ceará**. Tese (Doutorado em Geografia), Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2001. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/7549/1/546543.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2025.
- CAVALCANTE, C. V. G. *et al.* Percepção Ambiental em Unidade de Conservação de Proteção Integral: estação ecológica de Aiuaba, Ceará. **Biodiversidade Brasileira**, [s. l.], v.13, n.1, p.1-14, 2023. Disponível em: <https://revistaelectronica.icmbio.gov.br/index.php/BioBR/article/view/1994>. Acesso em: 2 abr. 2025.
- CORRÊA JÚNIOR, A.; SILVA, E. V.; RABELO, F. D. B. Relação Sociedade e Natureza em Guaramiranga: uma análise da degradação ambiental proporcionada pela especulação imobiliária. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [s. l.], v.11, n.4, p.1321-1330, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbgfe/article/view/234316>. Acesso em: 25 mar 2025.
- COSTA, M. A. S. *et al.* Impactos Socioeconômicos, Ambientais e Tecnológicos Causados pela Instalação dos Parques Eólicos no Ceará. **Revista Brasileira de Meteorologia**, [s. l.], v.34, n.3, p.399-411, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbmet/a/ZJdVgpy7gGQtq8p6YDvTWQf>. Acesso em: 3 jun. 2025.
- CRISTIANO, S. C. *et al.* Caracterização da Costa Marinha do Balneário Camacho (Santa Catarina, Brasil) como Subsídio à Gestão. **Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v.17, n.1, p.37-63, 2017. Disponível em: <https://www.aprh.pt/rgci/rgci-n98.html>. Acesso em: 16 jun. 2025.
- CUNHA, G. A. *et al.* Resíduos de Embalagens de Desodorante em Aerossol: estudos dos aspectos ambientais e propostas de gerenciamento na unidade de ensino ETEC DANS. **Ciência & Tecnologia: FATEC-VC**, Jaboticabal, v.16, n.1, 2024. Disponível em: <https://publicacoes.fatecjaboticabal.edu.br/citec/article/view/292>. Acesso em: 25 jun. 2025.
- DALL'AGNOL, S. Impactos do Turismo X Comunidade Local. **Anais do VII Seminário de Pesquisa em Turismo do Mercosul**, Caxias do Sul, [s. v.], [s. n.], 2012. Disponível em: https://www.ucs.br/ucs/eventos/seminarios_semintur/semin_tur_7/arquivos/02/06_Dall_Agnol.pdf. Acesso em: 29 jun. 2025.
- DANTAS, N. F. Impactos Ambientais relacionados à Mudança na Paisagem a Partir da Especulação Imobiliária no Litoral Norte de Maveió-AL. **Revista Economia Política do Desenvolvimento**, Maceió, v.2, n.4, p.94-103, 2025. Disponível em: <https://www.seer.ufal.br/index.php/repd/article/view/8718>. Acesso em: 10 jun 2025.
- DARTORA, J. S. **Turismo e Suas Implicações Teóricas**. [S. l.], [s. v.], [s. n.], [s. a.]. Disponível em: <https://www.ucs.br/site/midia/arquivos/49-turismo-e-suas-implicacoes-teoricas.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2025.
- DIAS, F.; GÓIS, S.; GOMES, G. O Turismo no Centro de Portugal: satisfação dos residentes, impactos percebidos e envolvimento nas decisões. **Revista Portuguesa de Estudos Regionais**, [s. v.], n.69, p.95-111, 2024. Disponível em: <https://www.review-rper.com/index.php/rper/article/view/599>. Acesso em: 20 jun. 2025.

- DIAS, R. Impacto da Expansão Urbana na Biodiversidade em Regiões Costeira: desvendando as consequências ecológicas. **Meio Ambiente: desafios e soluções inovadoras para a sustentabilidade**, ed. Synapse, v.1, n.6, p.76-88, 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/377252335_IMPACTO_DA_EXPANSAO_URBANA_NA_BIODIVERSIDADE_EM_REGIOES_COSTEIRAS_DESVENDANDO_AS_CONSEQUENCIAS_ECOLOGICAS. Acesso em: 2 jul. 2025.
- DILSAVER L. M.; WYCKOFF, W. **The Geography of National Parks**. *Pacific Historical Review*. [S. I.], v.74, n.2, p.237-266, 2005. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/249982222_The_Political_Geography_of_National_Parks. Acesso em: 2 jul. 2025.
- DINIZ, M. T. M. *et al.* Paisagens Integradas dos Municípios Costeiros da Foz do Rio São Francisco: Brejo Grande/SE e Piaçabuçu/AL. **Revista do Departamento de Geografia**, v.37, [s. n.], Universidade de São Paulo, 2019. Disponível em: <https://revistas.usp.br/rdg/article/view/155023>. Acesso em: 30 dez. 2024.
- DOMINGOS, R. M. A.; MARIANO, P. O. P.; PEREIRA, F. O. R. Impacto do Crescimento Urbano na Acessibilidade Solar: um estudo em Florianópolis. **XX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, Maceió, v.20, [s. n.], 2024. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/entac/article/view/6243>. Acesso em: 18 mai. 2025.
- FERNANDEZ, G. B. *et al.* Classificação Morfológica das Dunas Costeiras Entre o Cabo Frio e o Cabo Búzios, Litoral do Estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Brasil, v.18, n.3, p.595-622, 2017. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/862>. Acesso em: 11 jan. 2025.
- FERREIRA, A. G.; MELLO, N. G. S. Principais Sistemas Atmosféricos Atuantes Sobre a Região Nordeste do Brasil e a Influência dos Oceanos Pacífico e Atlântico no Clima da Região. **Revista Brasileira de Climatologia**, Brasil, v.1, n.1, 2005. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/58504?mode=full>. Acesso em: 30 dez. 2024.
- FERREIRA, A. D. *et al.* Uma Visão Comparativa de Unidades de Conservação de Proteção Integral no Estado de Minas Gerais, Brasil: conflitos locais e alternativas econômicas. **Biodiversidade Brasileira**, [s. I.], v.14, n.2, p.1-17, 2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/380903629_Uma_visao_comparativa_de_unidades_de_conservacao_d_e_protecao_integral_no_estado_de_Minhas_Gerais_Brasil_conflitos_locais_e_alternativas_economicas. Acesso em: 2 abr. 2025.
- FERREIRA JÚNIOR, P. D. *et al.* **Influência das Características Geológicas do Local de Desova na Duração da Incubação e no Sucesso da Eclosão dos Ovos de *Caretta caretta* na praia da Guanabara, Anchieta, Espírito Santo**. Porto Alegre, v.98, n.4, p.447-453, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/isz/a/s9zj6YZztkN75fmkFPzLTWr/>. Acesso em: 30 dez. 2024.
- FERREIRA, L. R.; PEIXOTO, N. G. M.; MONTEIR, L. M. *et al.* Comparação da Eficiência Acústica em Três Tipos de Pavimentos na Cidade de Fortaleza/CE. **XVII Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído**, São Paulo, v.17, [s. n.], p.1-9, 2023. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/encac/article/view/3732>. Acesso em: 25 mai. 2025.
- FERREIRA, M. C. S. *et al.* Diagnóstico Ambiental e Impactos Sobre Remanescentes de Dunas do Bairro de Felipe Camarão, Natal/RN. **XIV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, [s. I.], [s. v.], [s. n.], 2023. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2023/VI-029.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2025.
- FONSECA, M.; LAMAS, I.; KASECKER, T. O Papel das Unidades de Conservação. **Scientific American**, [s. I.], [s. v.], [s. n.], 2010. Disponível em: https://www.academia.edu/20022240/O_Papel_das_Unidades_de_Conserva%C3%A7%C3%A3o. Acesso em: 17 mai. 2025.
- FORTALEZA. Prefeitura de Fortaleza. **Plano de Manejo do Parque Natural Municipal das Dunas de Sabiaguaba e Área de Proteção Ambiental de Sabiaguaba**. Fortaleza, [s. v.], [s. n.], 2010. Disponível em: <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://urbanismoemeioambiente.for>

taleza.ce.gov.br/images/urbanismo-e-meio-ambiente/planejamento/plano_de_manejo_da_sabiaguaba.pdf&ved=2ahUKEwiq6ovz15qGAxVnpZUCHb-PCgsQFnoECBkQAQ&usq=AOvVaw0c6KRrhtIefENad-afN9w6. Acesso em: 19 mai. 2024.

FORTALEZA. Prefeitura de Fortaleza. **Central de Operações Integradas da Beira Mar registra 14 mil ações em dois anos de funcionamento.** Fortaleza, 2024. Disponível em: <https://www.fortaleza.ce.gov.br/noticias/central-de-operacoes-integradas-da-beira-mar-registra-14-mil-acoes-em-dois-anos-de-funcionamento>. Acesso em: 6 jun. 2025.

FRANÇA, C. F. *et al.* Erosão da Orla Costeira Grande-Bispo, Ilha de Mosqueiro, Belém-PA, Através da Análise de Indicadores. **Geografia Ensino e Pesquisa**, Santa Catarina, v.24, n.20, Universidade Federal de Santa Maria, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/geografia/article/view/33940>. Acesso em: 30 dez. 2024.

FROIS, M. R. Estudo da Expansão Urbana na Bacia do Córrego do Limoeiro em Presidente Prudente, SP. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, [s. l.], v.3, n.18, p.49-55, 2015. Disponível em: https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/gerenciamento_de_cidades/article/view/1024. Acesso em: 25 mar. 2025.

GARVIA, M. L. B. **Identificação dos Impactos Ambientais do uso e Ocupação das Dunas do Siriú no Município de Garopaba - Santa Catarina.** Monografia (Graduação em Tecnologia em Gestão Ambiental), Instituto Federal de Santa Catarina, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ifsc.edu.br/handle/123456789/1828>. Acesso em: 18 mai. 2025.

GENG, X. *et al.* Application and Comparison of Multiple Models on Agricultural Sustainability Assessments: a case study of the Yangtze River delta urban agglomeration, China. **MDPI**, v.13, n.121, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/1/121>. Acesso em: 18 mai. 2025.

GIARETTA, A.; MENEZES, L. F. T.; PEREIRA, O. J. Structure and Floristic Pattern Of a Coastal Dunes In Southeastern Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v.27, n.1, p.87-107, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abb/a/BGX8CBfxdfydD3VbXhRtzYt/?lang=en>. Acesso em: 27 jan. 2025.

GONÇALVES, T. E.; LIMA, F. E. S.; ARAÚJO, E. F. Turismo e Transporte Aéreo: o hub KLM/AIRFRANCE no Aeroporto Internacional de Fortaleza. **Geografia, Ensino e Pesquisa**, Santa Maria, v.25, [s. n.], 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/geografia/article/view/45343>. Acesso em: 20 jun. 2025.

GONÇALVES, T. S.; SANTOS, A. C. M. Z.; MEDEIROS, V. R. Contribuições de uma Entidade de Representação Setorial no Atingimento do ODS 4 no Brasil. **Organicom**, São Paulo, v.19, n.39, p.100-112, 2022. Disponível em: <https://revistas.usp.br/organicom/article/view/201222>. Acesso em: 29 jun. 2025.

GUEDES, D. R. C.; SANTOS, N. M.; CESTARO, L. A. Planície Flúvio-Marinha do Rio Grande do Norte: uma abordagem geossistêmica. **Revista de REGNE**, Rio Grande do Norte, v.2, [s. n.], p.821-831, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/revistadoregne/article/view/10530>. Acesso em: 26 jan. 2025.

GUIÃO, V.; SCHERER, M. E. G. Análise da Adequação do Plano Estadual de Gerenciamento Costeira de Santa Catarina aos Temas Relevantes Para a Gestão Costeira Integrada. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Paraná, v.44, [s. n.], 2018. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/54967>. Acesso em: 27 jan. 2025.

GOMES, F. V. D. *et al.* Representatividade Ecológica e Extensão Total de Áreas Protegidas Pelas Unidades de Conservação no Estado do Ceará, Brasil. **Sociedade & Natureza**, Minas Gerais, v.34, [s. n.], 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sn/a/dCqpp6RdYnyqNqF7PKg74Jv/>. Acesso em: 12 jan. 2025.

GOMES, J. B. V. *et al.* Soil Attributes Under Agroecosystems And Forest Vegetatio In The Coastal Tablelands Of Northeastern Brazil. **Ciência e Agrotecnologia**, Minas Gerais, v.36, n.6, p.649-664, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/dqFkHT9hMYGsbx9DPS4CTXg/?lang=en>. Acesso em: 1 fev 2025.

GOMIDES, T. S. *et al.* Um Sistema Adaptativo e Colaborativo para Minimizar Congestionamentos Utilizando Comunicação entre Veículos. **Anais do XXXVIII Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos**, v.38, [s. n.], 2020. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbrc/article/view/12281>. Acesso em: 25 mai. 2025.

GUEDES, I. C. M.; BERTOLI, S., R. Mapa Acústico como Ferramenta de Avaliação de Ruído de Tráfego Veicular em Aracaju - Brasil. **Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, v.5, n.2, p.40-51, 2014. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8634537>. Acesso em: 25 mai. 2025.

GUERRA, R. G. P. *et al.* Migração de Dunas e o Processo de Soterramento no Litoral de Barroquinha, Ceará, Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar**, Fortaleza, v.53, [s. n.], p.100-109, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/56683>. Acesso em: 7 jun. 2025.

GUIMARÃES, R. P. **O Desafio Político do Desenvolvimento Sustentado**. [S. I.], [s. v.], [s. n.], 1994. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ln/a/by4mn9YS3CTYJMGkzVNQn4Q/?lang=pt>. Acesso em: 30 dez. 2024.

JESUS, M. S. *et al.* Métodos de Avaliação de Impactos Ambientais: uma revisão bibliográfica. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.4, p.38039-38070, 2021. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/28128>. Acesso em: 30 dez. 2024.

LANDIM NETO, F. O. **Aplicação de Indicadores do Modelo Força Motriz, Pressão, Estado, Impacto, Resposta - DPSIR: subsídios para o planejamento e gestão da bacia hidrográfica do Rio São Gonçalo - CE**. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/23531>. Acesso em: 30 dez. 2024.

LAURANCE, W. F.; ENGERT, J. Sprawling Cities are Rapidly Encroaching on Earth's Biodiversity. **PNAS**, Estados Unidos, v.119, n.16, 2022. Disponível em: <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2202244119>. Acesso em: 2 jul. 2025.

LAURANCE, W. F. *et al.* Ecosystem Decay of Amazonian Forest Fragments: a 22-Year Investigation.. **Conservation Biology**, v.16, n.3, p.605-618, 2002. Disponível em: <https://repository.si.edu/server/api/core/bitstreams/232c5864-ec13-4426-a350-2506921f967d/content>. Acesso em: 04 jun. 2025.

LI, G. *et al.* Global Impacts of Future Urban Expansion on Terrestrial Vertebrate Diversity. **Nature Communications**, v.13, n. 1628, 2022. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41467-022-29324-2>. Acesso em: 19 mai. 2025.

LIMA, A. M. T. *et al.* Área de (Des)Proteção Ambiental Serra do Lajeado - TO: degradação ambiental identificada por análise de cobertura vegetal e crimes registrados no período de 2001 a 2016. **Gaia Scientia**, v.12, n.1, p.259-272, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/gaia/article/view/32877>. Acesso em: 2 abr. 2025.

LIMA, F. A. V. *et al.* Modelo Conceitual de Avaliação de Ameaças Sobre Serviços Ecológicos de Sistemas de Dunas. Estudo de Caso: os campos de dunas da Ilha de Santa Catarina/SC, Brasil. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v.38, [s. n.], p.199-211, 2016. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/46992>. Acesso em: 16 jun. 2025.

LIMA, S. M. S. A.; LOPES, W. G. R.; FAÇANHA, A. C. Desafios do Planejamento Urbano na Expansão das Cidades: entre planos e realidade. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v.11, [s. n.], 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/urbe/a/55dJtxNQzWQggiYmJSbKf5F/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 23 mai. 2025.

LOPES, P. D. P. *et al.* Ocupações Irregulares no Parque Natural Municipal de Dunas da Sabiaguaba, Fortaleza, Ceará. **Revista Casa da Geografia de Sobral**, Sobral, v.21, n.2, p.1321-1332, 2019. Disponível em: <https://regis.uvanet.br/index.php/RCGS/article/view/605>. Acesso em: 12 jan. 2025.

LOPES, R. C. *et al.* Modelagem de Tráfego Urbano via Medidas de Energia e Densidade de Movimento. **Abakós**, Belo Horizonte, v.9, n.2, p.48-72, 2021. Disponível em: <https://periodicos.pucminas.br/abakos/article/view/23130>. Acesso em: 25 mai. 2025.

LOURENÇO, L. L.; CRUZ, M. L. B. Análise Dos Sistemas Ambientais Existentes na Área de Influência Direta Da Planície Fluviomarina Do Rio Malcozinhado Em Cascavel/CE. **Revista Cada da Geografia de Sobral**,

Ceará, v.25, n.2, p.52-70, 2023. Disponível em: <https://rcgs.uvanet.br/index.php/RCGS/article/view/907>. Acesso em: 1 fev. 2025.

MACÊDO M. S. *et al.* Áreas Prioritárias Para Conservação no Litoral Oeste do Ceará: um estudo de caso no baixo curso do rio Aracatiaçu. **William Morris Davis - Revista de Geomorfologia**, v.5, n.2, p.158-175, 2024. Disponível em: <https://williammorrisdavis.uvanet.br/index.php/revistageomorfologia/article/view/297>. Acesso em: 26 jan. 2025.

MAIA, J. O. *et al.* Desafios na Gestão das Unidades de Conservação no Município de Marabá-PA. **Agroecossistemas**, [s. l.], v.9, n.1, p.33-44, Universidade Federal do Pará, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/agroecossistemas/article/view/4617>. Acesso em: 2 abr. 2025.

MARINHO, A. S. Do Rio ao Mar: Análise do Complexo Estuarino do Rio Cocó Diante aos Históricos Impactos Socioambientais. **Revista GeoUECE**, Fortaleza, v.8, n.14, p.401-416, 2019. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/GeoUECE/article/view/1527>. Acesso em: 11 abr. 2025.

MARINO, M. T. R. D.; FREIRE, G. S. S.; HORN FILHO, N. O. Aspectos Geológicos e Geomorfológicos da Zona Costeira Entre as Praias do Futuro e Porto das Dunas, Região Metropolitana de Fortaleza, (RMF), Ceará, Brasil. **Revista de Geologia**, [s. l.], v.25, n.1, p.77-96, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufc.br/geologia/article/view/1342>. Acesso em: 17 mai. 2025.

MARTINS, S.; MACHADO, S. R.; ALVES, M. Anatomia e Ultra-Estrutura Foliar de *Cyperus maritimus* Poir. (*Cyperaceae*): estratégias adaptativas ao ambiente de dunas litorâneas. **Acta Botanica Brasilica**, Brasil, v.22, n.2, p.493-503, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abb/a/w7Pz3Cfhn6VDGZ8VrbXSxPB/>. Acesso em: 11 jan. 2025.

MARTINS, W. L.; BISPO, M. O. Caracterização do Parque Estadual do Lajeado - PEL Através do Plano de Manejo e os Componentes Geoambientais Enquanto Unidade de Conservação. **Revista Tocantinense de Geografia**, Araguaína, v.9, n.18, p.10-21, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufmt.edu.br/index.php/geografia/article/view/7985>. Acesso em: 2 abr. 2025.

MATIAS, L. Q.; AMADO, E. R.; NUNES, E. P. Macrófitas Aquáticas da Lagoa de Jijoca de Jericoacoara, Ceará, Brasil. **Acta Botanica Basilica**, Brasil, v.17, n.4, p.623-631, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abb/a/7xS8m6XKjGQSSJm7bVq7t5S/?lang=pt>. Acesso em: 1 fev. 2015.

MEDEIROS, R. **Evolução das tipologias e Categorias de Áreas Protegidas no Brasil**. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/C4CWbLfTKrTPGzcN68d6N5v/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 30 dez. 2024.

MEIRELES, A. J. A. *et al.* Geomorfologia e Os Serviços Ecológicos Como Fundamentos Para a Gestão Integrada da Planície Costeira de Icapuí, Ceará, Nordeste do Brasil. **William Morris Davis - Revista de Geomorfologia**, v.1, n.1, p.210-231, 2020. Disponível em: <https://williammorrisdavis.uvanet.br/index.php/revistageomorfologia/article/view/33>. Acesso em: 26 jan. 2025.

MELLO, P. C. C. **Análise dos efeitos da antropização sobre o Parque Natural Municipal das Dunas da Sabiaguaba**. Monografia (graduação em Geografia), Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/74835>. Acesso em: 03 out. 2025.

MELO, D. C.P.; CAMPOS, H. S. O.; BATISTA, J. A. Contribuição do ICMS Socioambiental no Estado de Pernambuco. **Revista de Direito da Cidade**, Rio de Janeiro, v.14, n.3, p.1673-1706, 2022. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/rdc/article/view/55819>. Acesso em: 2 abr. 2025.

MELO JÚNIOR, J. C. F.; BOEGER, M. R. T. Riqueza e Estrutura de uma Comunidade Vegetal de Dunas na Planície Costeira de Santa Catarina. **Iheringia**, Porto Alegre, v.73, n.3, p.290-297, 2018. Disponível em: <https://isb.emnuvens.com.br/iheringia/article/view/772>. Acesso em: 25 jun. 2025.

MIGUEL, L. L. A. J.; CASTRO, J. W. A. Dinâmica Sedimentar das Dunas Transgressivas do Sistema Laguna-Barreira da Costa Sul de Moçambique, África. **Anuário do Instituto de Geociência**, Rio de Janeiro, v.41, n.1, p.222-231, 2018. Disponível em: <https://revistas.ufjf.br/index.php/aigeo/article/view/27706>. Acesso em: 11 jan. 2025.

- MUCHAILH, M. C. *et al.* Metodologia de Planejamento de Paisagens Fragmentadas Visando a Formação de Corredores Ecológicos. **Floresta**, Curitiba, v. 40, n.1, p.147-162, 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/265983224_METODOLOGIA_DE_PLANEJAMENTO_DE_PAISAGENS_FRAGMENTADAS_VISANDO_A_FORMACAO_DE_CORREDORES_ECOLOGICOS. Acesso em: 29 jun. 2025.
- MUEHE, D. Critérios Morfodinâmicos para o Estabelecimento de Limites da Orla Costeira para Fins de Gerenciamento. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.2, n.1, p.35-44, 2001. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/6>. Acesso em: 17 mai. 2025.
- NETO, J. O. S.; PARENTE, A. M. M.; SANTOS, F. C. A. S. Os Impactos Ambientais da Implantação do Loteamento Verana na Área de Preservação Ambiental (APA) da Sabiaguaba, Fortaleza-CE. **IV Congresso Internacional de Política Social e Serviço Social, Londrina**, [s. v.], [s. n.], 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/362164662_Os_impactos_ambientais_da_implantacao_do_loteamento_Verana_na_Area_de_Preservacao_Ambiental_APA_da_Sabiaguaba_Fortaleza_-CE. Acesso em: 11 abr. 2025.
- NOGUEIRA, J. M. **Áreas Verdes Urbanas: uma análise da distribuição das áreas verdes de Fortaleza - CE**. Monografia (Graduação em Economia Ecológica), Universidade Federal do Ceará, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/71017>. Acesso em: 11 abr. 2025.
- NUNES, K. R. *et al.* Meio Ambiente e Sustentabilidade: a importância do uso de tecnologias para o desenvolvimento de cidades inteligentes e sustentáveis. **Journal of Business and Management**, v.26, n.9, p.1-7, 2024. Disponível em: <https://www.iosrjournals.org/iosr-jbm/papers/Vol26-issue9/Ser-6/A2609060107.pdf>. Acesso em: 25 mai. 2025.
- OLIVEIRA, B. L. A.; SOUZA, R. A. F.; ANDREOLI, R. V. Qualidade do Ar na Cidade de Manaus: material particulado e suas relações com as queimadas. **Geoconexões Online**, v.4, n.1, p.108-118, 2024. Disponível em: <https://www.geoconexoesonline.com/revista/article/view/155>. Acesso em: 29 jun. 2025.
- OLIVEIRA, E. V. S.; LANDIM, M. F. Dunes in the North Coast of Sergipe, Brazil: plant species and their ecological traits. **Original Paper**, v.71, [s. n.], p.1-18, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/340720585_Dunes_in_the_North_coast_of_Sergipe_Brazil_plant_species_and_their_ecological_traits. Acesso em: 2 jun. 2025.
- OLIVEIRA, F. F. G. **Aplicação das Técnicas de Geoprocessamento na Análise dos Impactos Ambientais e na Determinação da Vulnerabilidade Ambiental no Litoral Sul do Rio Grande do Norte**. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente), São Paulo, Universidade Estadual Paulista, 2011. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/entities/publication/5e1447c5-a4e9-4c9d-92e2-46a8ba5eefe7>. Acesso em: 1 fev. 2025.
- OLIVEIRA, L. M. M. Identificação de Mangue, Salgado e Apicum Através da Interpretação Visual de Imagens Landsat: evolução multitemporal da planície fluvio-marinha do rio Coreaú/CE. **Revista de Geografia**, Recife, v.35, n.2, p.208-224, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/revistageografia/article/view/229333>. Acesso em: 26 jan. 2025.
- OLIVEIRA, U. R. *et al.* Histórico de Antropização e Supressão das Dunas no Balneário Hermenegildo, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Brasil, v.11, n.2, p.687-704, 2028. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbgfe/article/view/234357>. Acesso em: 12 jan. 2025.
- OLIVEIRA, W. B.; LIMA, L. C. Os Portos e Fluxos no Meio Técnico-Científico-Informacional: o caso do Porto de Fortaleza. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v.26, n.46, p.597-614, 2016. Disponível em: <https://periodicos.pucminas.br/geografia/article/view/P.2318-2962.2016v26n46p597>. Acesso em: 8 abr. 2025.
- ORLANDI, A. G. *et al.* Controle Gerencial na Administração Pública e Transformação Digital: sensoriamento remoto para fiscalizar. **Caderno Gestão Pública e Cidadania**, São Paulo, v.26, n.83, p.1-24, 2021. Disponível em: <https://periodicos.fgv.br/cgpc/article/view/80456>. Acesso em: 29 jun. 2025.
- PALMEIRA, C. R. *et al.* Notas Sobre as Múltiplas Centralidades: uma análise da cidade de Fortaleza-CE. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, [s. l.], v.8, n.58, p.102-113, 2020. Disponível em:

https://www.academia.edu/68600084/Notas_sobre_as_m%C3%BAltiplas_centralidades_uma_an%C3%AAlise_d_a_cidade_de_Fortaleza_CE. Acesso em: 23 mar. 2025.

PARFITT, C. M. Áreas de Preservação do Ambiente Natural Urbano, Segregação e Impacto nas Paisagens e na Biodiversidade: estudo de caso de Pelotas R.S. **Revista Ra'e Ga**, Curitiba, v.37, p.7-36, 2016. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/39203>. Acesso em: 7 abr. 2025.

PAIVA, R. A. Os Impactos da “Urbanização Turística” no Litoral de Fortaleza: fragmentação e diferenciação socioespacial. **Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Turismo**, [s. l.], [s. v.], [s. n.], [s. a.]. Disponível em: <https://www.anptur.org.br/anais/anais/files/11/131.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2025.

PEDROSA, A. A. *et al.* Morfogênese e Geodinâmica das Dunas Costeiras de Canoa Quebrada, Ceará, Brazil. **Revista Casa da Geografia de Sobral**, Sobral, v.21, n.2, p.1119-1131, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/64597>. Acesso em: 12 jan. 2025.

PEREIRA, A. I. A.; SILVA, F. J. L.; OLIVEIRA, J. E. L. Utilização de Indicadores de Sustentabilidade do Turismo em Unidades de Conservação nas Últimas Décadas: impactos e importância. **Revista Brasileira de Ecoturismo**, São Paulo, v.16, n.1, p.86-113, 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/368388725_Utilizacao_de_indicadores_de_sustentabilidade_do_turismo_em_Unidades_de_Conservacao_nas_ultimas_decadas_impactos_e_importancia. Acesso em: 11 abr. 2025.

PEREIRA, C. E. R. F.; TORRES, J. C. B. Medição Sonora na Avenida Monsenhor Félix em Irajá. **IV Simpósio Nacional de Engenharia Urbana**, Rio de Janeiro, v.3, n.0, 2023. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/singeurb/article/view/3609>. Acesso em: 25 mai. 2025.

PEREIRA, M. A. S.; NEVES, N. A. G. S.; FIGUEIREDO, D. F. C. Considerações Sobre a Fragmentação Territorial e as Redes de Corredores Ecológicos. **Geografia**, Londrina, v.16, n.2, p.5-24, 2007. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/5492>. Acesso em: 29 jun. 2025.

PEREIRA, A. D. *et al.* Mamíferos Silvestres Predados por Cães Domésticos em Fragmentos de Mata Atlântica no Sul do Brasil. **Revista Biotemas**, v.32, n.2, p.107-113, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/view/59684>. Acesso em: 29 jun. 2025.

PEREIRA, M. E. G. S. *et al.* Influência das Variáveis Ambientais na Qualidade da Água de uma Lagoa Costeira Tropical no Norte do Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar**, Fortaleza, v.50, n.1,81-93, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/26092>. Acesso em: 30 dez. 2024.

PEREIRA, V. H. C.; CESTARO, L. A. Corredores Ecológicos no Brasil: avaliação sobre os principais critérios utilizados para definição de áreas potenciais. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v.17, n.58, p.16-33, 2016. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/29203>. Acesso em: 29 jun. 2025.

PERIÇATO, A. J.; SILVA, V. D.; MARCATTO, F. S. Identificação e Mapeamento das Áreas de Risco no Município de Itajaí-SC a Partir Das Inundações Ocorridas em 2011. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Brasil, v.9, n.6, p.1895-1909, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbgfe/article/view/233897>. Acesso em: 30 jan. 2025.

PEIXOTO, D. R. S.; LOUZADA, M. A. P. Avaliação da Qualidade do Estudo de Impacto Ambiental do Corredor Viário Transolímpica no Rio de Janeiro - RJ. **Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Palhoça, v.12, n.1, p.1-14, 2023. Disponível em: https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/9477. Acesso em: 4 jun. 2025.

PINHEIRO, M.V.A. A Dinâmica Geoambiental das Dunas de Jericoacoara/CE Entre Os Anos de 1958-2015. **Revista do REGNE**, Rio Grande do Norte, v.2, [s. n.], p.1328-1335, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/revistadoregne/article/view/10599>. Acesso em: 11 jan. 2025.

PINTO, M. H. F. Estradas Parque: de categoria de área natural protegida à ameaça aos parques nacionais na América Latina. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v.16, n.45, p.227-242, 2020. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/10168>. Acesso em: 29 jun. 2025.

- PRADO JÚNIOR, J. A. *et al.* Fitossociologia, Caracterização Sucessional e Síndromes de Dispersão da Comunidade Arbórea de Remanescente Urbano de Floresta Estacional Semidecidual em Monte Carmelo, Minas Gerais. **Scientific Electronic Library Online**, São Paulo, v.63, n.3, p.489-499, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rod/a/V7rvQqsMPCQrcBHx9XQT7Qp/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 1 fev. 2025.
- QUEIROZ, M. T.; MEIRELES, A. J. A. Ocupação Urbana nos Campos de Dunas e As Consequências Para a Cidade de Fortaleza, Ceará, Nordeste do Brasil. **William Morris Davis - Revista de Geomorfologia**, v.3, n.2, p.1-18, 2022. Disponível em: <https://williammorrisdavis.uvanet.br/index.php/revistageomorfologia/article/view/191>. Acesso em: 11 jan. 2025.
- RAMOS, V. B. *et al.* Percepção dos Alunos do 9º Ano do Ensino Fundamental Sobre a Flora Manguezal. **Research, Society and Development**, v.11, n.14, 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/365055296_Percepcoes_dos_alunos_do_9_ano_do_ensino_fundamental_sobre_a_flora_Manguezal. Acesso em: 26 jan. 2025.
- RAKOTOMAVO, A.; MANDIMBINIRINA D. S.; ROGER, E. Development Prospects Of The Mangrove Relic Of Foulpointe - East Madagascar. **Journal Of Environmental Protection**, v.9, n.8, p.859-869, 2018. Disponível em: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=86306>. Acesso em: 26 jan. 2025.
- ROCHA, J. V. C. Alterações nas Dunas da Praia de Boa Viagem - Recife (PE) Originadas por Ação Antrópica. **Investigaciones Geográficas**, Chile, [s. v.], n.56, p.138-152, 2018. Disponível em: <https://investigacionesgeograficas.uchile.cl/index.php/IG/article/view/48066>. Acesso em: 1 fev. 2025.
- RODRIGUES, G. S.; OLIVEIRA, U. R.; LEAL, K. B. Variação das Dunas no Balneário Barra do Chuí, Extremo Sul do Brasil, Entre 2005-2018. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Brasil, v.14, n.2, p.522-536, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbgfe/article/view/243926>. Acesso em: 11 jan. 2025.
- RODRIGUES, J. B. *et al.* Análise de Focos de Queimadas no Município de Balsas/MA. **Nature and Conservation**, v.13, n.3, p.146-151, 2020. Disponível em: <https://sustenera.inf.br/index.php/nature/article/view/CBPC2318-2881.2020.003.0015>. Acesso em: 29 jun. 2025.
- SALZER, E. MALLMANN, L.; CARNIATTO, I. A Educação Ambiental Versus ODS: uma revisão sistemática do impacto da pandemia no alcance dos ODS. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, Portugal, v.16, n.4, p.1-12, 2024. Disponível em: <https://ojs.cuadernoseducacion.com/ojs/index.php/ced/article/view/3996>. Acesso em: 29 jun. 2025.
- SÁNCHEZ-BARRICARTE, J. J. Measuring and Explaining the Baby Boom in the Developed World in the Mid-20th Century. **Demographic Research**, [s. l.], v.38, n.40, p.1189-1240, 2018. Disponível em: <https://www.demographic-research.org/articles/volume/38/40>. Acesso em: 2 jul. 2025.
- SANTANA, M. F.; SOUZA, C. A.; CUNHA, S. B. Processo de Urbanização da Bacia do Sangradouro Cáceres, Mato Grosso. **Equador**, v.5, n.4, p.164-186, 2018. Disponível em: <https://revistas.ufpi.br/index.php/equador/article/viewFile/6908/4231>. Acesso em: 18 mai. 2025.
- SANTOS, C. R.; AMORIM, I. F.; ALMEIDA JÚNIOR, E. B. Caracterização Fitossociológica do Componente Halófilo-Psamófilo em Uma Área de Dunas, São Luis, Maranhão, Brasil. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, Brasil, v.29, n.1, p.1-8, 2019. Disponível em: <https://periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/blabohidro/article/view/11112>. Acesso em: 11 jan. 2025.
- SANTOS, E. B. *et al.* Balanço de Água em Solos Coesos de Tabuleiros Costeiros Sob Eucalipto, Pastagem e Mata Nativa. **IRRIGA**, São Paulo, v.26, n.4, p.838-852, 2021. Disponível em: <https://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/4227>. Acesso em: 27 jan. 2025.
- SANTOS, E. M. R. *et al.* Detecção e Caracterização de Enteroparasitos em Animais Silvestres do Estados da Bahia. **XXI Seminário de Iniciação Científica**, [s. v.], n.21, 2027. Disponível em: <https://periodicos.uefs.br/index.php/semic/article/view/2175>. Acesso em: 19 mai. 2025.
- SANTOS, M. A Urbanização Brasileira. **HUCITEC**, São Paulo, [s. v.], [s. n.], 1993. Disponível em: <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://professor.ufrgs.br/dagnino/fil>

es/santos_milton_a_urbanizacao_brasileira_1993.pdf&ved=2ahUKEwibxczSrJ6OAxV4ppUCHfBiC28QFnoEC AwQAQ&sqi=2&usg=AOvVaw0NWITXwQ7fMWFFddLooSKD. Acesso em: 30 dez. 2024.

SARAIVA, I.; SILVA, B. Prototipagem de uma Placa Veicular para Ecossistemas de Cidades Inteligentes. **Anais da XII Escola Regional de Computação do Ceará, Maranhão, Piauí (ERCEMAPI)**, Parnaíba, v.12, [s. n.], 2024. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/ercemapi/article/view/30198>. Acesso em: 25 mai. 2025.

SARGES FILHO, L. **Urbanização e Impactos Socioambientais em Áreas Protegidas: o estudo de caso do Parque Ambiental Antônio Danúbio, Ananindeua-PA**. Monografia (Especialização em Geografia e Meio Ambiente), Ananindeua, Universidade Federal do Pará, 2024. Disponível em: <https://bdm.ufpa.br/items/da5b9d28-e657-40d8-a468-0a7119244539>. Acesso em: 2 jul. 2025.

SETO, K. C. *et al.* A Meta-Analysis of Global Urban Land Expansion. **PLoS ONE**, [s. l.], v.6, n.8, 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/51604692_A_Meta-Analysis_of_Global_Urban_Land_Expansion. Acesso em: 19 mai. 2025.

SILVA, A. E. D.; PINHEIRO, M. S.; PAULA, D. P. Variação Morfofossedimentar do Setor Extremo Oeste da Praia do Icarai, Caucaia-CE. **Revista Casa da Geografia de Sobral**, Ceará, v.21, n.2, p.364-380, 2019. Disponível em: <https://rcgs.uvanet.br/index.php/RCGS/article/view/543>. Acesso em: 1 fev. 2025.

SILVA, C. E. M.; TEIXEIRA, S. F. Educação Ambiental no Brasil: reflexões a partir da década da educação para o desenvolvimento sustentável das Nações Unidas (2005-2014). **Revista do Centro de Educação**, Santa Maria, v.44, [s. n.], p.1-20, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reeducacao/article/view/36261>. Acesso em: 29 jun. 2025.

SILVA, D. F. *et al.* A Contribuição das Dunas para o Serviço Ecossistêmico de Proteção Costeira no Litoral Norte do RS. **Sociedade & Natureza, Minas Gerais**, v.36, [s. n.], 2024. Disponível em: [https://www.scielo.br/j/sn/a/YjVf4YF4np6hPCXrTzPb7yS/#:~:text=Boluwade%2C%202023\).-,CONSIDERA% C3%87%C3%95ES%20FINAIS,elevada%20exposi%C3%A7%C3%A3o%20a%20perigos%20costeiros](https://www.scielo.br/j/sn/a/YjVf4YF4np6hPCXrTzPb7yS/#:~:text=Boluwade%2C%202023).-,CONSIDERA% C3%87%C3%95ES%20FINAIS,elevada%20exposi%C3%A7%C3%A3o%20a%20perigos%20costeiros). Acesso em: 1 fev. 2025.

SILVA, I. B. *et al.* Uso da Geoestatística na Avaliação da Distribuição de Material Particulado Respirável na Cidade de Fortaleza, Ceará. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.9, n.2, p.334-344, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbge/article/view/233603>. Acesso em: 23 mar. 2025.

SILVA JÚNIOR, E. M. *et al.* Enquadramento Dpsir como metodologia de equalização dos fatores socioeconômicos e ambientais em empreendimentos. **Revista Contribuciones a Las Ciencias Sociales**, São José dos Pinhais, v.16, n.4, p.1465-1480, 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/370448500_Enquadramento_Dpsir_como_metodologia_de_equalizacao_dos_fatores_socioeconomicos_e_ambientais_em_empreendimentos. Acesso em: 27 jun. 2024.

SILVA JÚNIOR, E. M.; SILVEIRA, V. C. P. Dpsir Como Metodologia Avaliadora dos Impactos Socioeconômicos e Ambientais de Usinas Hidrelétricas no Pará. **Biodiversidade, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável**, Goiás, [s. v.], [s. n.], p.248-268, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/341530629_DPSIR_COMO_METODOLOGIA_AVALIADORA_DOS_IMPACTOS_SOCIOECONOMICOS_E_AMBIENTAIS_DE_USINAS_HIDRELETRICAS_NO_PARA. Acesso em: 27 jan. 2025.

SILVA, M. A. M.; SILVA, A. L. C.; SILVESTRE, C. P. Formação de Escarpas de Tempestade e Seu Reconhecimento no Registro Geológico: planície costeira de Maricá (Rio de Janeiro, Brasil). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Brasil, v.18, n.4, 2017. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/1265/631>. Acesso em: 30 dez 2024.

SILVA-MELO, M. R.; MELO, G. A. P.; GUEDES, N. M. R. Turismo Sustentável: alternativa para o Desenvolvimento da APA Baía Negra, Pantanal de Mato Grosso do Sul (Brazil). **Revista Brasileira Ecoturismo**, São Paulo, v.12, n.5, p.757-771, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/337407269_Turismo_Sustentavel_alternativa_para_o_desenvolvimento_da_APA_Baia_Negra_Pantanal_de_Mato_Grosso_do_Sul. Acesso em: 16 jun. 2025.

SILVA, P. G. M. *et al.* Sustentabilidade Urbana no Estado do Pará. **Research, Society and Development**, [s. l.], v.11, n.1, 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/357532611_Sustentabilidade_urbana_no_estado_do_Para. Acesso em: 18 mai. 2025.

SILVA, P. J. Uso e Ocupação do Solo Urbano: uma análise dos impactos ambientais nas áreas de dunas no bairro de Felipe Camarão/Natal-RN. **HOLOS**, v.5, [s. n.], p.91-103, 2025. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/2350>. Acesso em: 18 mai. 2025.

SILVA, V. P.; ORLANDA, J. F. F. Evolução Temporal do Sensoriamento Remoto no Contexto da Detecção de Áreas Degradadas na Amazônia: uma revisão sistemática. **Revista Casa da Geografia de Sobral**, Ceará, v.26, n.1, p.169-182, 2024. Disponível em: <https://rcgs.uvanet.br/index.php/RCGS/article/view/922>. Acesso em: 29 jul. 2025.

SOARES, A. B. *et al.* Revisando a Estruturação do Modelo Dpsir Como Base Para Um Sistema de Apoio à Decisão Para a Sustentabilidade de Bacias Hidrográficas. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v.4, n.3, p.521-545, 2011. Disponível em: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/1922>. Acesso em: 27 jan. 2025.

SOUSA, L. D. A.; OLIVEIRA, C. Os Ceramistas Pré-Históricos de Sabiaguaba - Fortaleza/CE. **Cadernos do Leparq**, v.17, [s. n.], p.7-25, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/index.php/lepaarq/article/view/14832>. Acesso em: 30 dez. 2024.

SOUZA, L. S. F.; SILVA, W. V.; VASCONCELOS, F. P. As Us de Sabiaguaba (Fortaleza - Ceará, Brasil): diagnóstico geambiental e propostas de gestão e manejo. **Revista Geográfica de América Central**, Costa Rica, v.2, [s. n.], p.1-17, 2011. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=451744820767>. Acesso em: 30 dez. 2024.

SOUZA, L. S. F. **Análise Geoambiental das Unidades de Conservação de Sabiaguaba (Fortaleza-CE)**. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/7973>. Acesso em: 30 dez. 2024.

SOUZA, M. V. *et al.* Felinos (*Felis catus linnaeus*, 1758) e Caninos (*Canis lupus familiaris linnaeus*, 1758) Domésticos, Errantes Ferais como Vulneráveis e Transmissores de Doenças a Animais Selvagens em Criadouros e Zoológicos. **Pensar Acadêmico, Manhuaçu**, v.19, n.3, p.625-653, 2021. Disponível em: <https://pensaracademico.unifacig.edu.br/index.php/pensaracademico/article/view/1694>. Acesso em: 29 jun. 2025.

SOUZA, T. V. D. B. *et al.* Contribuições do Turismo em Unidades de Conservação Federais para a Economia Brasileira - Efeitos dos Gastos dos Visitantes em 2015. **ICMBio**, Brasília, [s. v.], [s. n.], 2017. Disponível em: https://uc.socioambiental.org/sites/uc/files/2020-03/contribuicao_do_turismo_em_uc_federais_para_a_economia_brasileira.pdf.pdf. Acesso em: 11 abr. 2025.

SOUZA, W. F. L.; NEVES, C. S. B. Destinos Turísticos Costeiros e a Produção Científica Precedente ao Ano 2000. **ReBOT**, Natal, v.3, n.2, p.95-115, 2024. Disponível em: <https://periodicos.apps.uern.br/index.php/ReBOT/article/view/6632>. Acesso em: 20 jen. 2025.

SPOSITO, M. E. B. Capitalismo e Urbanização. **Contexto**, [s. l.], [s. v.], [s. n.], [s. a.]. Disponível em: https://www.faed.udesc.br/arquivos/id_submenu/1415/capitalismo_e_urbanizacao___maria_encarnacao_belt_rao_sposito__pdf_rev.pdf. Acesso em: 15 mai. 2024.

TEIXEIRA, L. H.; WEISSER, W.; GANADE, G. Facilitation and Sand Burial Affect Plant Survival During Restoration of a Tropical Coastal Sand Dune Degraded by Tourist Cars. **Restoration Ecology**, v.24, n.3, p.1-8, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/291389651_Facilitation_and_sand_burial_affect_plant_survival_during_restoration_of_a_tropical_coastal_sand_dune_degraded_by_tourist_cars. Acesso em: 2 jun. 2025.

TETELEPTA, J. M. S.; LOUPATTY, S.; WAWO, M. Sustainable Management Strategy for Mangrove Forest of Pelita Jaya Bay and Kotania Bay, Western Seram, Indonesia. **Triton: Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan**, v.16, n.2, p.53-67, 2020. Disponível em: <https://ojs3.unpatti.ac.id/index.php/triton/article/view/2961>. Acesso em: 2 jun. 2025.

TOMAZELLI, L. J. *et al.* Geomorfologia e Potencial de Preservação dos Campos de Dunas Transgressivos de Cidreira e Itapeva, Litoral Norte do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Pesquisas em Geociências**, Porto Alegre, v.35, n.2, p.47-55, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/17936>. Acesso em: 12 jan. 2025.

VAL, A.; DRUDE, L. A Sustentabilidade na Contramão: ruptura de limites ambientais. **Academia Brasileira de Ciências**, Brasil, [s. v.], [s. n.], 2022. Disponível em: <https://www.abc.org.br/2022/05/10/a-sustentabilidade-na-contramao-ruptura-de-limites-ambientais/>. Acesso em: 19 mai. 2024.

VIANA, H. D.; CALLIARI, L. J. Variabilidade do Sistema Praia-Dunas Frontais Para o Litoral Norte do Rio Grande do Sul (Palmares do Sul a Torres, Brasil) Com o Auxílio do Light Detection and Ranging - Lidar. **Pesquisas em Geociências**, Porto Alegre, v.42, n.2, p.141-158, Universidade Federal de Santa Catarina, 2015. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/78116>. Acesso em: 12 jan. 2025.

VIANA, M. G.; ROCHA-BARREIRA, C. A.; GROSSI HIJO, C. A. Macrofauna Bentônica da Faixa Entremarés e Zona de Arrebentação da Praia de Paracurú (Ceará-Brasil). **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v.9, n.1, p.75-82, 2005. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/269602520_Macrofauna_bentOnica_da_faixa_entremares_e_zona_de_arrebentacao_da_Praia_de_Paracuru_Ceara-Brasil. Acesso em: 17 mai. 2025.

VIEIRA, H.; CALLIARI, L. J.; OLIVEIRA, G. P. O Estudo do Impacto da Circulação de Veículos em praias Arenosas Através de Parâmetros Físicos: um estudo de caso. **ENGEVISTA**, v.6, n.3, p.54-63, 2004. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/26514318_O_estudo_do_impacto_da_circulacao_de_veiculos_em_praias_arenosas_atraves_de_parametros_fisicos_um_estudo_de_caso. Acesso em: 10 jun. 2025.

VILANOVA, M. Q. **Mapeamento de Ninhos e Determinação da Área Preferencial de Desova da Tartaruga *Eretmochelys imbricata* na Praia Sabiaguaba, Fortaleza-CE**. TCC (Graduação em Oceanografia), Universidade Federal do Ceará, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/50769>. Acesso em: 01 jan. 2025.

YOUNG, C. E. F.; MEDEIROS, R. Quanto Vale o Verde: a importância econômica das unidades de conservação brasileiras. **Conservação Interacional**, Brasil, [s. v.], [s. n.], 2018. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/handle/11422/13399>. Acesso em: 12 abr. 2025.

YU, H.; YANG, Z.; LI, B. Sustainability Assessment of Water Resources in Beijing. **MDPI**, v.12, n.1999, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4441/12/7/1999>. Acesso em: 12 abr. 2025.

ZANATTO, V. G.; ROSA, P. C. Conflitos Socioambientais em Áreas Protegidas: disputas territoriais nas reservas de desenvolvimento sustentável Mamirauá e Amanã - AM. **Revista Internacioanl Interdisciplinar INTERthesis**, Florianópolis, v.17, p.1-18, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/interthesis/article/view/1807-1384.2020.e70148>. Acesso em: 2 abr. 2025.

ZOCKLER, C.; RAZANAMAHENININA, S. N.; MARKOLF, M. A Rapid Assessment Of Waterbirds And The Mangrove Status In The Menabe Antimena Protected Area, Madagascar. **Journal of Threatened Taxa**, v.13, n.3, p.17895-17905, 2011. Disponível em: <https://threatenedtaxa.org/index.php/JoTT/article/view/6662>. Acesso em: 26 jan. 2025.

ANEXO A - LEVANTAMENTO FAUNÍSTICO E FLORÍSTICO

Fauna		
Nome popular	Nome científico	Risco
Maria-farinha	<i>Ocyode quadrata</i>	-
Teteu	<i>Vanellus chilensis</i>	LC
Maçarico-de-perna-amarela	<i>Tringa flavipes</i>	VU
Batuíra-de-coleira	<i>Charadrius collaris</i>	LC
Cachorro-do-mato	<i>Cerdocyon thous</i>	LC
Mão-pelada	<i>Procyon cancrivorus</i>	LC
Flora		
Gramíneas/Capins	<i>Panicum sp.</i>	-
	<i>Paspalum vaginatum</i>	LC
Beldroega-da-praia	<i>Sesuvium portulacastrum</i>	LC
Gramíneas	<i>Cyperus sp.</i>	-
Pinheirinho-da-praia	<i>Remirea maritima</i>	-
Cajueiro	<i>Anacardium occidentale</i>	LC
Murici	<i>Byrsonima crassifolia</i>	-
Coaçu	<i>Coccoloba latifolia</i>	LC
Mangue-vermelho	<i>Rhizophora mangle</i>	LC
Mangue-branco	<i>Laguncularia racemosa</i>	LC
Mangue Preto	<i>Avicennia germinans</i>	LC
Mangue-de-botão	<i>Conocarpus erectus</i>	LC
Bredo-do-mangue	<i>Batis marítima</i>	-
Legenda	LC - Menos Preocupante; NT - Quase ameaçado; VU - Vulnerável; EN - Em perigo; CR - Criticamente em perigo; EW - Extinto na natureza; EX - Extinto	

Fonte: adaptado de IUCN; AGUIAR, G. L. (2017); MELLO, P. C. C. (2022); elaborado pelo autor.