



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

JORDANE DE OLIVEIRA BORGES

**GEOECOLOGIA DAS PAISAGENS APLICADA AO PLANEJAMENTO AMBIENTAL
REGIONAL E LOCAL DO PARQUE NACIONAL DOS LENÇÓIS MARANHENSES,
MARANHÃO, BRASIL**

FORTALEZA

2025

JORDANE DE OLIVEIRA BORGES

GEOECOLOGIA DAS PAISAGENS APLICADA AO PLANEJAMENTO AMBIENTAL
REGIONAL E LOCAL DO PARQUE NACIONAL DOS LENÇÓIS MARANHENSES,
MARANHÃO, BRASIL

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará, como requisito para título de Doutora. Área de concentração: Dinâmica territorial e ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Edson Vicente da Silva.
Coorientadores: Prof. Dr. Leonardo Silva Soares; Prof^a. Dr^a. Maria Rita Vidal.

FORTALEZA

2025

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

B732g Borges, Jordane de Oliveira.

Geoecologia das paisagens aplicada ao planejamento ambiental regional e local do parque nacional dos lençóis maranhenses, Maranhão, Brasil / Jordane de Oliveira Borges. – 2025.
124 f. : il. color.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Fortaleza, 2025.

Orientação: Prof. Dr. Edson Vicente da Silva.

Coorientação: Prof. Dr. Leonardo Silva Soares.

1. Diagnóstico ambiental. 2. Geoecologia das Paisagens. 3. Unidade geoecológica. 4. Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses. 5. Situação geoecológica. I. Título.

CDD 910

JORDANE DE OLIVEIRA BORGES

GEOECOLOGIA DAS PAISAGENS APLICADA AO PLANEJAMENTO AMBIENTAL
REGIONAL E LOCAL DO PARQUE NACIONAL DOS LENÇÓIS MARANHENSES,
MARANHÃO, BRASIL

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará, como requisito para título de Doutora. Área de concentração: Dinâmica territorial e ambiental.

Aprovada em: 10/09/2025.

BANCA EXAMINADORA

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

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

Dr^a Larissa de Pinho Aragão
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Arkley Marques Bandeira
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Prof. Dr. Francisco Emerson Vale Costa
Universidade Estadual do Pará (UEPA)

AGRADECIMENTOS

A conclusão deste trabalho de Tese só foi possível graças ao apoio e à colaboração de muitas pessoas queridas e das instituições colaboradoras, às quais expresso minha profunda gratidão.

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, pela saúde, pela força e pela sabedoria concedidas ao longo desta caminhada.

Ao meu orientador Edson Vicente da Silva e co-orientadores Leonardo Silva Soares e Maria Rita Vidal, que com paciência, dedicação e rigor acadêmico me guiaram em cada etapa deste trabalho, transmitindo não apenas conhecimento, mas também valores éticos e profissionais.

Aos colegas de pesquisa e amigos de jornada, tanto do LACPLAM como do LAGEPLAN que compartilharam experiências, desafios e conquistas, tornando o processo mais leve e enriquecedor.

À minha família, por todo o amor, incentivo e compreensão nos momentos de ausência, angústia e cansaço, sempre acreditando em mim e no meu potencial, sobretudo a minha mãe Maria Helena que sempre me fortaleceu em tudo.

Aos professores que contribuíram para minha formação e pela parceria de sempre, sobretudo o professor Arkley Bandeira que sempre apoiou e fortaleceu a pesquisa com dicas e conselhos, deixando sua marca.

À instituição de ensino Universidade Federal do Ceará, pelo suporte oferecido, pela infraestrutura disponibilizada e pela oportunidade de crescimento pessoal e profissional e a agência de fomento FUNCAP pelo apoio financeiro da pesquisa.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta tese, deixo meu sincero muito obrigada. Este trabalho é resultado de uma caminhada coletiva e dedico-o a todos que fizeram parte dessa trajetória.

RESUMO

O Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses (PNLM) é uma das maiores reservas naturais e Patrimônio Natural do Mundo, vinculado ao ministério do Meio Ambiente, protegido e administrado pelo ICMBIO, devido a isto, estudos na área de Geoecologia das Paisagens tornam-se cada vez mais essenciais devido ao PNLM ser uma unidade de conservação com características singulares por sua estrutura e dinâmica própria. Diante do exposto, objetiva-se analisar a dinâmica da paisagem do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses em uma perspectiva interdisciplinar a partir da abordagem da Geoecologia das Paisagens, visando subsidiar o planejamento ambiental. Realizou-se um método quanti-qualitativo baseado na abordagem científico-metodológica da Geoecologia das Paisagens, tendo o Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses e os municípios que fazem interface com este como uma unidade territorial, obedecendo assim, às fases metodológicas: organização, inventário, análise, diagnóstico e proposição. A interação entre os processos intercorrentes dos elementos paisagísticos, permitem identificar e delimitar as Unidades Geoecológicas e seus processos naturais-antropogênicos, bem como a análise estrutural e funcional, sendo elas: Planície litorânea, Planície fluviomarina, Planície e Terraço fluvial, Tabuleiro litorâneo e Tabuleiro sublitorâneo. A dinâmica geoambiental do PNLM são altamente mutáveis, principalmente pela ação dos ventos, dinâmica hidrológica, pluviometria e usos da terra e as formas e funcionamento das Unidades e Subunidades Geoecológicas na área de estudo, onde não apresentaram muita variação devido a gênese de formação, principalmente devido a dinâmica atuante na interface oceano-continente. Em relação a situação geoecológica em nenhuma das Unidades Geoecológicas avaliadas no presente estudo tiveram perda parcial ou generalizada da estrutura espacial e funcional com eliminação paulatina das funções ecológicas ou com o geossistema sem condições de cumprir as funções geoecológicas. A partir dos resultados obtidos com estado ambiental (situação geoecológica), foram classificadas sete zonas funcionais: Zonas de conservação e turismo sustentável, estabilização natural, proteção ambiental e extrativismo vegetal, extrativismo animal e pesca artesanal, expansão urbana de Barreirinhas, agricultura e expansão urbana, uso agropecuário. O zoneamento funcional geoecológico do Parque e seu entorno possibilitou apontar para ações mais equilibradas para a conservação e uso humano, orientando o planejamento ambiental, considerando as características ambientais, fragilidades e potencialidades.

Palavras-chave: diagnóstico ambiental; Geoecologia das Paisagens; unidade geoecológica, Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses; situação geoecológica.

ABSTRACT

The Lençóis Maranhenses National Park (LMNP) is one of the largest natural reserves and a World Natural Heritage Site, under the jurisdiction of the Ministry of the Environment, protected and managed by ICMBio. Due to this status, studies within the field of Landscape Geocology have become increasingly essential, as LMNP represents a conservation unit with unique characteristics, structure, and dynamics. In light of this, the objective of this study is to analyze the landscape dynamics of the Lençóis Maranhenses National Park from an interdisciplinary perspective, based on the Geocology of Landscape approach, aiming to support environmental planning. A quantitative-qualitative methodology was adopted, grounded in the scientific and methodological framework of Geocology of Landscape. The Lençóis Maranhenses National Park and the surrounding municipalities were treated as a single territorial unit, following the methodological phases of organization, inventory, analysis, diagnosis, and proposal. The interaction among the landscape elements and their interrelated processes allowed the identification and delimitation of Geocological Units and their natural-anthropogenic processes, as well as their structural and functional analysis. These units comprise: Coastal Plain, Fluvio-Marine Plain, Fluvial Plain and Terrace, Coastal Plateau, and Subcoastal Plateau. The geoenvironmental dynamics of LMNP are highly variable, primarily influenced by wind action, hydrological dynamics, rainfall, and land use. Despite these factors, the forms and functions of the Geocological Units and Subunits within the study area showed limited variation, mainly due to their genesis and the active dynamics occurring at the ocean-continent interface. Regarding the geocological condition, none of the Geocological Units evaluated in this study exhibited partial or generalized loss of spatial and functional structure, nor a gradual elimination of ecological functions, and the geosystem remains capable of performing its geocological roles. Based on the results concerning the environmental state (geocological condition), seven functional zones were identified: Conservation and sustainable tourism zones; Natural stabilization zones; Environmental protection and plant extractivism zones; Animal extractivism and artisanal fishing zones; Urban expansion zone of Barreirinhas; Agriculture and urban expansion zone; Agro-pastoral land use zone. The geocological functional zoning of the Park and its surroundings provided insights for more balanced actions aimed at both conservation and human use, guiding environmental planning by considering the area's environmental characteristics, vulnerabilities, and potentialities.

Keywords: environmental diagnosis; geocological condition; geocological unit; Geocology of Landscape; Lençóis Maranhenses National Park.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Diferentes Paisagens naturais no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses	39
Figura 2	– Limites municipais e localização do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses	41
Figura 3	– Localização de vilas e comunidades tradicionais nos limites do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses.....	44
Figura 4	– Comunidades tradicionais ao logo do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses	45
Figura 5	– Aspectos geológicos do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses e seu entorno	57
Figura 6	– Unidades Geomorfológicas do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses e seu entorno	60
Figura 7	– Variação das temperaturas médias anuais na região do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses	62
Figura 8	– Variação da média de velocidade do vento por ano na região do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses	62
Figura 9	– Variação da pluviometria de 1981 a 2023 na área do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses e seu entorno	66
Figura 10	– Hipsometria do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses e seu entorno	67
Figura 11	– Bacias hidrográficas com interface no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses	68
Figura 12	– Classificação dos solos no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses e seu entorno	70
Figura 13	– Cobertura vegetal no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses e seu entorno	71
Figura 14	– Carta-imagem dos tipos de vegetação presentes no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses	75
Figura 15	– Uso e ocupação presentes no entorno Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses	77
Figura 16	– Carta-imagem das formas de uso encontradas no Parque Nacional dos	79

	Lençóis Maranhenses e seu entorno	
Figura 17	– Unidades e Subunidades Geoecológicas na Paisagem do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses e seu entorno	84
Figura 18	– Estrutura horizontal das Unidades Geoecológicas do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses e seu entorno	93
Figura 19	– Estrutura funcional das Unidades Geoecológicas do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses e seu entorno	96
Figura 20	– Processos geoecológicos degradantes no entorno do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses	102
Figura 21	– Zoneamento funcional geoecológico do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses e seu entorno	107

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	– Dados socioeconômicos dos municípios que abrangem o PNLNLM	40
Quadro 2	– Síntese dos condicionantes paisagísticos do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses e seu entorno	81
Quadro 3	– Funcionamento das Unidades Geoecológicas a partir das funções sistêmicas e geoecológicas	95
Quadro 4	– Processos geoecológicos degradantes nas Unidades Geoecológicas	101
Quadro 5	– Situação geoecológica das unidades do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses e seu entorno	104

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IMESC	Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos Cartográficos
IUCN	União Internacional para a Conservação da Natureza
PNML	Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses
UC	Unidade de Conservação
UG	Unidade Geoecológica
SUG	Subunidade Geoecológica
ZA	Zona de Amortecimento

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
12	REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1	Enfoques conceituais para o estudo das Paisagens	16
2.2	A análise sistêmica pela Geoecologia da Paisagem de Mateo Rodriguez	23
2.3	A Geoecologia das Paisagens aplicada ao Planejamento Ambiental de Unidades de Conservação	30
2.4	O Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses	36
2.5	Aspectos humanos no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses	43
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	49
3.1	Fase de Organização e Inventário	49
3.2	Fase de análise	51
3.2.1	<i>Análise dos condicionantes da paisagem e delimitação de unidades geoecológicas</i>	51
3.2.2	<i>Estrutura horizontal (planas) das unidades de paisagens</i>	52
3.2.3	<i>Estrutura funcional das unidades de paisagens</i>	52
3.3	Fase de diagnóstico	54
3.3.1	<i>Estado geoecológico da paisagem</i>	54
3.4	Fase de proposição	55
3.4.1	<i>Zoneamento funcional geoecológico como proposta de planejamento ambiental</i>	55
4	CONFIGURAÇÃO GEOAMBIENTAL DOS CONDICIONANTES PAISAGISTICOS DO PARQUE NACIONAL DOS LENÇÓIS MARANHENSES	56
4.1	Aspectos geológicos e geomorfológicos	56
4.2	Condições climáticas, hipsométricas e hidrológicas	61
4.3	Formação do solo e vegetação	69
4.4	Formas de usos da terra	76
4.5	Interação entre os condicionantes paisagísticos	80
5	UNIDADES GEOECOLÓGICAS DO PARQUE NACIONAL DOS LENÇÓIS MARANHENSES: ESTRUTURA E FUNCIONALIDADE ATRAVÉS DA DINÂMICA NATURAL E SOCIOECONÔMICA	83

5.1	Unidades e Subunidades Geocológicas	83
5.1.1	<i>Unidade Marinha.....</i>	83
5.1.2	<i>Unidade Planície Litorânea.....</i>	85
5.1.3	<i>Unidade Planície Fluviomarina.....</i>	87
5.1.4	<i>Unidade Planície e Terraço fluvial.....</i>	88
5.1.5	<i>Unidade Tabuleiro Litorâneo</i>	89
5.1.6	<i>Unidade Tabuleiro Sublitorâneo</i>	91
5.1.7	<i>Considerações</i>	
	<i>Preliminares.....</i>	91
5.2	Análise da estrutura horizontal e funcional das Unidades Geocológicas....	92
6	ESTADO AMBIENTAL E ZONEAMENTO FUNCIONAL GEOECOLÓGICO COMO MODELO PARA AÇÕES DE PLANEJAMENTO AMBIENTAL DO PARQUE NACIONAL DOS LENÇÓIS MARANHENSES.....	99
6.1	Processos geocológicos degradantes (problemas ambientais da paisagem)	99
6.2	Estado ambiental da paisagem do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses	103
6.3	Zoneamento Funcional Geocológico como diretriz de planejamento ambiental	106
4	CONCLUSÕES	111
	REFERÊNCIAS	114

1 INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da humanidade e sua constituição enquanto sociedade, sempre houve uma intrínseca relação com a natureza, podendo ser entendida como a causa da organização social, na qual o ser humano tem possibilidades de transformação da natureza, a partir das suas interações por meio do desenvolvimento técnico, transformações do meio natural e utilização deste para suas necessidades (Sauer; Pinto, 2024).

A relação entre as sociedades e a natureza surge desde o período pré-histórico e encaminha-se até a idade moderna, período em que surgiram os principais cientistas e filósofos responsáveis pela mudança na concepção de natureza e que inventam a máquina, cujos movimentos podem ser totalmente compreendidos e até mesmo comandados pelo ser humano no controle da natureza e seu meio técnico, que antecederiam a revolução industrial (Albuquerque, 2007).

A partir das discussões sobre o crescimento populacional e a escassez de recursos, surge o conceito de conservação, como uma forma de proteger a biodiversidade do intenso crescimento industrial ocorrido no século XIX e seu consequente crescimento populacional, como bem ressalta Nash (2014). A influência do transcendentalismo romântico de artistas e intelectuais norte-americanos iniciaram manifestações sobre a valorização e apreciação de paisagens naturais, sobretudo da natureza intocada, em que passa a ser reconhecida como o divino e o bem estar pessoal vinculados a uma vida próxima a natureza, vivida de forma simples (Diegues, 2008).

Essa romantização da natureza frente ao crescimento populacional suscita o conceito de preservação ambiental que conceitualmente quer dizer áreas naturais e protegidas e intocadas da ocupação humana. Essa preservação pode ser traduzida como áreas protegidas que são territórios criados, delimitados e geridos com o objetivo de proteger e conservar os elementos geomorfológicos, geológicos, históricos e culturais que proporcionam uma grande variedade de benefícios sociais, ecológicos e econômicos para as populações a nível global (Diegues, 2008).

Outra definição de área protegida habitualmente utilizada seria a constituída pela União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN, 2013) que conceitua como o espaço geográfico claramente definido e reconhecido, dedicado e gerido por meio de marcos legais ou outros mecanismos eficazes para alcançar a conservação da natureza, serviços dos ecossistemas e valores culturais associados, a longo prazo. Entendendo-se que a criação de

áreas protegidas atualmente é um reconhecido instrumento essencial e estratégico para conservação da natureza, recursos e serviços ambientais, bem como da proteção de povos e comunidades tradicionais.

A IUCN surge em 1948, estabelecendo-se como um marco para as Unidades de Conservação, tendo como principal objetivo promover o planejamento racional de áreas onde existam espécies vegetais vitais ou raras, vida selvagem e características cênicas, científicas ou culturais com uma das principais iniciativas a constituição do termo “Parque nacional” em sua Assembleia Geral de 1969 (Santana *et al.*, 2020).

No Brasil o primeiro planejamento de Sistema de Unidades de Conservação foi elaborado somente nos anos 1970, no até então existente Instituto Brasileiro de Defesa Florestal, sob o título de “Plano do Sistema de Unidades de Conservação do Brasil (Pádua, 2011).

Nos anos de 1970 haviam apenas dezoito Parques Nacionais e oito reservas biológicas, porém em 1982 foi sancionada pelo Governo Federal a segunda etapa desse plano, já sob o título de Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC, no qual evidentemente o país precisava regulamentar o sistema, criando categorias de unidades de conservação e estabelecendo os objetivos gerais de conservação da natureza de cada uma delas sobretudo as que não se enquadravam nas legislações então em vigor (Ioris, 2021).

Além do SNUC outra conquista importante na questão ambiental foi a aprovação da Lei 11.516/2007, que criou o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade-ICMbio, instituto responsável pela execução das ações da política nacional das unidades de conservação, cabendo a este executar as políticas de uso sustentável dos recursos naturais renováveis e de apoio ao extrativismo e às populações tradicionais nas unidades de conservação federais de uso sustentável, dentre outras atribuições (Pádua, 2011).

A partir da instituição da Unidades de Conservação pelo SNUC, identificou-se nos biomas brasileiros muitas áreas com paisagens e dinâmicas singulares, no qual foram criadas nos termos do art. 22 da Lei n.º 9.985/00 (Lei do Sistema Nacional das Unidades de Conservação), criadas por ato do Poder Público” (art. 22) (BRASIL, 2023).

Essas paisagens singulares instituídas como Unidades de Conservação podem ser conceituadas como espaços territoriais protegidos que representam importantes paisagens naturais, abrigando ecossistemas, espécies e processos geocológicos essenciais à manutenção da biodiversidade e além de sua função ecológica, possuem valor estético, cultural e científico,

oferecendo oportunidades para o turismo sustentável e a educação ambiental (ICMBio, 2023).

Essa paisagem natural observada nas Unidades de Conservação é o objeto de estudo inicial da abordagem analítica da Geoecologia das Paisagens, podendo ser interpretada como uma conexão harmônica de componentes e atuações, intrinsicamente integrados, requerendo uma análise e interpretação através de uma abordagem sistêmica, ou seja, uma análise de forma conjunta entre todos os elementos estudados (Silva; Rodriguez, 2011).

As paisagens como um sistema complexo e aberto composto por ações naturais, assim como ações humanas, resultantes da interação de múltiplas escalas entre seus componentes, tendo em vista que estudar paisagens requer a identificação e classificação de unidades paisagísticas, resultado da interação de componentes e sistemas físico-naturais e antrópicos (Medeiros *et al.*, 2022).

O estudo da Geoecologia das Paisagens tem se mostrado eficaz para planejamento e gestão ambiental de unidades de conservação em todo o mundo, como na Europa e parte da Ásia (Elizbarashvili, Dvalashvili, Sulkhaniashvili, 2019; Nigmatov, Allanov, 2020). Sendo que as pressões advindas da intensa dinâmica entre sociedade e natureza têm aumentado gradativamente a cada ano no entorno das unidades de conservação (WU, Minghong *et al.* 2021).

Apesar de existirem vários estudos integrados que versam sobre as transformações nos geossistemas e seus evidentes impactos socioambientais em unidades de conservação no Brasil (Vidal, Mascarenhas, 2019; Vidal, Mascarenhas, 2020), no Maranhão, os estudos de sistema integrados voltados para Unidades de Conservação ainda são escassos.

O litoral do Maranhão possui muitas paisagens singulares instituídas como Unidades de Conservação e Áreas de Proteção, devido a sua grande extensão e dinâmica. Com uma extensão de 640 km que se estende no sentido oeste-leste da foz do rio Gurupi, na divisa com o estado do Pará até o delta do rio Parnaíba, no limite com o estado do Piauí, uma vez que a faixa litorânea do Maranhão possui características geoambientais diferenciadas que justificam sua divisão em Litoral Ocidental, Golfão Maranhense e Litoral Oriental (Machado *et al.*, 2023).

As Unidades de Conservação presentes no litoral maranhense são as PEM do Parcel de Manuel Luís, PEM Banco do Tarol, PEM Banco do Álvaro, o Parque Nacional dos Lençóis maranhenses, a APA da Foz do rio das preguiças – Pequenos Lençóis – Região Lagunar Adjacente, APA do Upaon-açú / Miritiba / Alto preguiças, a APA das Reentrâncias Maranhenses entre outras áreas de proteção ambiental no golfão e litoral ocidental

maranhense.

Entre essas Unidades de Conservação está localizado no Litoral Oriental do Maranhão, o Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses (PNLM), uma das maiores reservas naturais e Patrimônio Natural do Mundo, vinculada ao ministério do Meio Ambiente, protegido e administrado pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade Brasileira, sendo declarado Parque Nacional em 1981 pelo Decreto nº 86.060 (ICMbio, 2022).

A paisagem natural do PNLM se estende por 270 km e uma área total de 155.000 hectares, e toda a área do parque é constituída por dunas intercaladas por lagoas perenes e temporárias, rios, córregos e lagos. Sendo composta ainda, por algumas comunidades inseridas dentro do Parque. O Plano de Manejo inclui aspectos socioeconômicos relativo as atividades de agricultura de subsistência, pecuária e a caça esporádica, bem como a pesca e o extrativismo (IBAMA, 2004).

Levando em consideração as dinâmicas do PNLM, o estudo da Geoecologia das Paisagens torna-se necessário para entender o balanceamento das interações de mecanismos físicos naturais e antrópicas que afetam a Paisagem nesta unidade de conservação, uma vez que pode haver conflitos entre a política ambiental de preservação ambiental e ações antrópicas das comunidades e atividades turísticas.

Tendo em vista que as condições físicas-ambientais do PNLM são altamente mutáveis principalmente pela ação dos ventos, dinâmica geológica, hidrologia e outros fenômenos naturais excepcionais do Parque, além disso, há uma forte fragilidade frente ao alto fluxo de pessoas e automóveis na área, necessitando o controle do fluxo de pessoas no território do PNLM e da especulação imobiliária nas áreas de seu entorno, contribuindo com descaracterização da Paisagem natural.

As dificuldades de gestão do PNLM frente às pressões antrópicas no estado do Maranhão como parte do gerenciamento territorial e com o estudo integrado por meio da Geoecologia da Paisagem será possível identificar se as unidades de Paisagem em uma unidade de conservação estão em situação estável ou crítica, no contexto de conservação ambiental (Gordon et al, 2001; Medeiros et al., 2022).

Apesar da criação do Parque Nacional do Lençóis Maranhenses e sua instituição como área de proteção integral ainda enfrenta-se desafios relacionados à gestão mais eficaz, recursos financeiros, envolvimento das comunidades locais e seu entorno que compreende a gestão dos municípios de abrangência. Essa situação compromete a conservação da biodiversidade e o uso sustentável dos recursos naturais principalmente no entorno. Diante

disso, surgem questionamentos quando se pensa na dinâmica do PNLM frente as pressões antrópicas: como funciona a dinâmica e qual a singularidade do PNLM? Quais os potenciais e limitações geocológicas do Parque? a partir da criação/implantação de um zoneamento geocológico é possível conciliar o desenvolvimento econômico dos municípios associado à conservação dos recursos naturais do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses?

Diante desses questionamentos o objetivo geral da tese é analisar a dinâmica da Paisagem do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses em uma perspectiva interdisciplinar a partir da abordagem da Geoecologia das Paisagens, visando subsidiar o plano de manejo, gestão ambiental e o uso sustentável das paisagens, de modo a prevenir/reduzir os impactos ambientais pelas atividades antrópicas no território do parque. Para obter esse objetivo geral propõe-se os seguintes objetivos específicos:

- Identificar e classificar os condicionantes paisagísticos naturais e antrópicos a partir do estudo setorial da Paisagem do PNLM;
- Cartografar as unidades geocológicas por meio da avaliação da dinâmica dos condicionantes da Paisagem;
- Identificar a estrutura horizontal e o funcionamento das unidades geocológicas de paisagens frente ao uso e ocupação e dos procedimentos socioeconômicos;
- Diagnosticar o estado ambiental (situação geocológica) que influenciam nas mudanças das paisagens naturais e antropizadas no PNLM e seu entorno;
- Propor um zoneamento funcional geocológico, identificando as dificuldades e potencialidades da Paisagem do PNLM;
- Elaborar a partir do zoneamento modelos de ações de planejamento e gestão ambiental com vistas à preservação e conservação mediante a dinâmica antrópica no PNLM;

A partir dos objetivos traçados, a estruturação da tese ficou constituída em seis capítulos: o capítulo 1 é referente a “Introdução”; no capítulo 2 consta a “Revisão de Literatura”; no capítulo 3 os “Procedimentos Técnico- Metodológicos da Pesquisa”; capítulo 4 está intitulado “Configuração geoambiental dos condicionantes paisagísticos do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses”; o capítulo 5 está intitulado “Unidades geocológicas do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses: estrutura e funcionamento através da dinâmica natural e socioeconômica”; o sexto capítulo foi intitulado como :“Estado ambiental e zoneamento funcional geocológico como modelo para ações de planejamento ambiental do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses.”

2 REVISÃO DE LITERATURA

O presente capítulo busca revisar os conceitos de paisagem, apresentando seu histórico, divergências científicas e suas ramificações metodológicas. A Geoeecologias das Paisagens é a abordagem teórico-metodológico central deste trabalho, no qual foi discutido a sua conceituação, sua aplicação em áreas de unidades de conservação e no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, descrevendo conceitos chaves.

2.1 Enfoques conceituais para o estudo das Paisagens

A ideia de ecologia da paisagem pode ter sido datada desde o início do século 19 e usada pelo explorador, geógrafo e botânico Alexander von Humboldt, mas o termo foi realmente empregado em 1939 pelo geógrafo alemão Carl Troll, ecologista. Alguns anos depois de Tansley ter usado o termo ecossistema, mas aparentemente não havia conexão entre os conceitos holísticos, que desde então formaram dois novos níveis de hierarquia em níveis de organização (Haber *et al.*, 1990).

O marco inicial para o estudo da dinâmica paisagística foi o termo “Paisagem”, pois este é um termo que pode se inferir várias interpretações do seu conceito, visto que o termo paisagem não se especifica apenas no contexto geográfico, mas também é vista “nos olhos de quem vê” (Reed *et al.*, 2020). Onde a noção de paisagem, está presente no ser humano antes mesmo de ser elaborado o conceito, apenas pela forma de observação do meio.

Historicamente as expressões da observação do meio podem ser encontradas na forma de artes e nas ciências das diversas culturas existentes, nas quais retratavam inicialmente elementos particulares como animais selvagens, um conjunto de montanhas ou um rio, uma vez que as pinturas rupestres são uma referência para esta percepção direcionada a muitos elementos do ambiente. Além da pintura rupestre, o registro consciente da paisagem ocorreu primeiro na pintura, sob o olhar e detalhes mais minuciosos de pintores ocidentais e orientais, onde no século XV, em pinturas de Fra Angelico, de Toscana, Jérôme Bosch, da Holanda, e, ainda antes, nas aquarelas de Dürer, depois nos esboços de Da Vinci, a paisagem daria lugar às figurações simbólicas, alegóricas, ou às paisagens decorativas, apenas servindo de pano de fundo ao tema cultural antropomórfico (Maximiano, 2004).

Doravante ao início da percepção de paisagem, a construção deste conceito, tem início com as análises de Humboldt, partindo da observação sistematizada da vegetação, buscando caracteriza-la por meio das diferenças paisagísticas em determinados espaços, aplicando assim o método explicativo-comparativo. Entretanto, a medida da paisagem

avaliada por Humboldt não é literalmente estética, pois representa um dado de experiência, uma objetividade que define as particularidades regionais (Neto, 2023).

Alexander von Humboldt como um ator central do mundo intelectual ocidental, inferiu no livro *Quadros da Natureza* (1953) a explicação para a composição de paisagem e concepção de dados a partir da experiência:

“Ao esboçar, nos quadros anteriores, a fisionomia das plantas, propus-me, sobretudo, três fins intimamente ligados: quis fazer ressaltar a diferença absoluta das formas; indicar a sua relação numérica, quer dizer o lugar que ocupam, nesta ou naquela região, na massa total das plantas fanerogâmicas; e, ultimamente, a sua distribuição geográfica, segundo a latitude e o clima. Quando nós desejamos elevar a concepções gerais acerca das formas vivas, não se deve separar, julgo eu, o estudo das relações numéricas e o da fisionomia. Também se não deve limitar o estudo da fisionomia das plantas aos contrastes que os organismos apresentam, considerados isoladamente; há que procurar descobrir leis que determinam a fisionomia da natureza em geral, os diversos caracteres que a vegetação comunica às paisagens em toda a superfície do globo, e a impressão viva que produzem a reunião e o contraste de formas opostas, em zonas que diferem em latitude e elevação” (Humboldt, 1953, p. 135).

Os trabalhos de Humboldt a partir desta perspectiva metodológica que compôs todo os seus trabalhos, passou a influenciar a formação da Geografia e conceituação de paisagem, no qual institui o valor das medidas e das atribuições numéricas como metodologia aplicada à compreensão da natureza. Esta medida fisionômica da natureza permitiu a ele estabelecer relações e explicar a conexão existente entre os elementos do mundo, no qual a paisagem, sua descrição, funcionou nessa obra como um registro da expressão da “fisionomia do espaço terrestre”, da colocação de um dado e de uma impressão a ser lida no campo da experiência, sendo esta que permanecerá no final do século XIX e XX como ordenador do saber geográfico (Vitte *et al.*, 2011).

Complementando e organizando os trabalhos de Humboldt e que também utilizou o conceito de paisagem como método, foi o autor alemão Carl Ritter, com sua “Geografia Comparada”, no qual a geografia tornou-se, além do positivismo dinâmico e histórico, uma ciência enciclopédica, organizando o conhecimento sobre determinados países e regiões. A paisagem, no entanto, não era o principal objeto de estudos de Ritter, porém dedicou especial atenção às descrições e análises regionais, pois considerava que os fenômenos nelas existentes, criados pela sistematização, ocorreriam nas diversas regiões (Schier, 2003).

Ritter abordou a Geografia regional e inseriu o ser humano nesse contexto, analisou as paisagens conforme as diferenças e Grupo de Estudos Socioculturais da Amazônia

- semelhanças e assim fez comparação entre paisagens e sua relação com o ser humano, descrevendo diversas áreas do mundo, onde tentou integrar o físico e o antrópico (Cavalcanti, 2010).

Tratando-se ainda do final do século XIX, outra influência alemã na construção do conhecimento sobre paisagens foram as de Friedrich Ratzel que utilizou o conceito da paisagem como método e transcrição de dados sobre áreas distintas do planeta, assim com Humboldt e Hitter, no qual tem como exemplo clássico a sua “Antropogeografia”, que aborda também o conceito da paisagem como método e transcrição de dados sobre áreas distintas do planeta (Maximiano, 2004). Entretanto, diferentemente de Humboldt, Ratzel utiliza o conceito da paisagem em uma forma antropogênica, que demonstra que esta é o resultado do distanciamento do espírito humano do seu meio natural. Descrevendo, desta forma, uma dialética entre os elementos fixos da paisagem natural, como o solo, os rios, etc., com os elementos móveis, em geral humanos (Schier, 2003).

Por meio da sua compreensão da paisagem, Ratzel propõe uma ampla análise para as relações espaciais, sugerindo a quem busca fazer observação mais sistematizada dos elementos que compõe a paisagem, uma descrição que aproxime, mesmo que minimamente, a escrita, as fotografias e as simbologias que contemplem os atributos científicos. A concepção geográfica dos elementos depende do entendimento de paisagem, no qual ensina-se melhor nos casos em que o mesmo fenômeno é tratado física e geograficamente ao mesmo tempo, onde aborda o racionalismo e o positivismo ambiental, defendendo que as possibilidades antrópicas estavam baseadas nas condições naturais, deriva dessa corrente de pensamento a *Landshaftskunde*¹(Oliveira *et al.*, 2020).

Na abordagem do autor, o distanciamento do meio antrópico e do meio natural é importante porque inicia um processo de libertação cultural do meio natural, pela transferência de artefatos entre os povos, o que contraria a visão normalmente propagada que Ratzel pode ser apontado como geo-determinista, tendo em vista que ele não destaca a paisagem como uma forma local e delimitada, que exerce uma influência direta na sua cultura, mas utiliza o termo em forma genérica misturando-o com o termo “terra” (Schier, 2003).

Nesta mesma época, na Rússia, Dokoutchaev, com a finalidade de identificar as estruturas da natureza definiu o “complexo natural territorial”, como uma abordagem russa para o estudo e explicação da Paisagem (Maximiano, 2004). Estes estudos alemães e russos,

¹ Referente a ciência da paisagem vista na ótica territorial.

atuaram como incentivo a elaboração de outras variações de estudos das paisagens, particularmente na Alemanha e países do Leste Europeu.

Enquanto isso na França surge a corrente Possibilista², que apresenta o ser humano como agente geográfico capaz de transformar a natureza, esta corrente tem como principal formulador Paul Vidal de La Blache, no qual determinava que paisagem como uma criação do ser humano, construída ao longo do tempo, sendo que, gradualmente, a paisagem natural vai modificando-se para uma paisagem cultural ou geográfica (Moraes, 2007).

A obra de La Blache designou a Geografia da região, gerando assim no estudo das paisagens a incorporação progressiva da influência humana na região, ou seja, a transformação do ser humano sobre essa unidade espacial, na qual modifica a paisagem natural. Termo que seria utilizado como paisagem regional transformada que engloba em sua análise o contexto histórico do ser humano com a natureza (Haesbaert, 2019).

A partir deste histórico, o estudo das paisagens tem como raízes originais na Alemanha e nos EUA sendo descritas como principais ilustrações e desenvolvimento importantes no estudo da paisagem, porém naturalmente foram feitas contribuições de muitos outros países, como na França, Checoslováquia, Holanda, Canadá, Rússia entre outros (Caetano; Bezzi, 2011). A paisagem é parte dos estudos da geografia desde sua origem como ciência, no qual seu conceito de paisagem adotou distintas visões ao longo da trajetória de construção da ciência geográfica, alterando-se em função da escala de tempo e espaço, bem como a distintos contextos socioeconômicos que surgiram (Silva, 2021).

O olhar sobre a paisagem é ampliado com a introdução da Teoria Sistêmica, fazendo surgir um novo segmento epistemológico na análise das paisagens, na qual passa a ser vista como um sistema dinâmico e integrativo entre os componentes ambientais e sociais. Essa Teoria passa a ser elaborada no início do século XX, com estudos de ecologia buscando a constituição de uma teoria capaz de fornecer um modelo sistêmico que indicasse uma via de aplicação científica para seus propósitos investigativos, porém permanecendo a margem do interesse científico até que o biólogo Ludwig von Bertalanffy inicia seus estudos e, 1928 ampliando a teoria do Holismo³, instaura uma forma de utilizar o conceito para diferentes disciplinas e campos de atividade humana, como uma Teoria Geral dos Sistemas (Nucci, 2007).

² Considera a natureza como provedora de possibilidades para que o ser humano a modifique

³ Teoria elaborada por Smuts (1926), segundo a qual o universo estaria edificado em estruturas de complexidade crescente - átomos, moléculas, células, indivíduos, sociedades e ecossistemas.

Bertalanffy demonstrou que o esquema de análise mecanicista mostrava-se insuficientes para o tratamento de problemas atuais mais complexos, principalmente na área de ciências biológicas e sociais, podendo-se dizer que mesmo nos primórdios a teoria dos sistemas conseguiu influenciar a Ecologia inspirando o surgimento do termo “ecossistema” sugerido pelo ecólogo Arthur Tansley. Este autor em 1913 fundou a primeira sociedade de ecologia a *British Ecological Society*, sugeriu, em 1935, o termo ecossistema como um modelo teórico, salientando-se além da importância do estudo conjunto dos organismos e dos fatores inorgânicos como sistemas, que os ecossistemas, para os ecólogos, seriam as unidades fundamentais da natureza na face da terra (Bertalanffy 1993 *apud* Nucci, 2007).

Bertalanffy apresentou sua “Teoria Geral dos Sistemas” em 1968, após 40 anos de estudos mostrando que, apesar de ter suas raízes na concepção organicista da Biologia, possui amplas possibilidades de aplicação em vários campos do conhecimento, onde o autor acreditava que a Biologia seria capaz de substituir a abordagem analítica e mecanicista por uma visão sistêmica (Branco, 1989 *apud* Nucci, 2007).

Um benefício científico da teoria dos sistemas foi o inevitável destaque aos riscos da visão reducionista na tentativa de explicar o modelo de comportamento e funcionamento de determinado campo científico, uma vez que existem propriedades que só podem ser encontradas na complexidade e que, portanto, não devem ser identificadas por meio de análises ou fragmentação do todo. A base do estudo Geossistêmico pela Geografia Física, no qual os geossistemas derivam da Teoria Geral dos Sistemas de Bertalanffy, no qual considera os seus subsistemas naturais e todas as influências dos fatores socioeconômicos; atua na análise e coleta de informações sobre a dinâmica da natureza, possibilitando o planejamento para o uso prudente do espaço geográfico com fins a equidade intertemporal.

O conceito de ecossistema de Tansley e a visão sistêmica de Bertalanffy juntamente com a linha de pensamento que utilizou a vegetação como parâmetro de análise da paisagem, principalmente conforme a ótica de Humboldt, resultou mais tarde nas concepções da Ecologia da Paisagem e Geo-Ecologia, do geógrafo e ecologista Carl Troll, o que justifica o fato de que nessa abordagem a paisagem em sua essência sempre foi compreendida como produto da relação entre sociedade e natureza, estando ligada à classificação físico-geográfica da Alemanha, baseada em um sistema hierárquico de " unidades naturais (terra) regionais" (Haber, 1990).

Uma vez que esses estudos com vegetação e classificação físico-geográfica e avanços nas áreas da Biologia e Geografia do início do século 20, levaram o autor na década

de 1930 usar o termo ecologia da paisagem para vincular padrões de fotografias aéreas aos conceitos de ecologia então em desenvolvimento, começando assim uma nova “era” na conceituação das paisagens (Baudry *et al.*, 1990).

Carl Troll com o seu fascínio e as possibilidades da interpretação de fotos aéreas formou o conceito de ecologia das paisagens, no qual descreve como o estudo total (integral) de uma determinada área, considerando o complexo efeito entre as biocenoses e as relações com o meio, encontrando-se esta organização e um determinado padrão de distribuição em diferentes ordens de grandeza" (Troll, 1971).

Em 1938, ele mencionou o termo “ecologia das paisagens” pela primeira vez no artigo científico *Landschaftökologie* (Troll, 1939), afirmando ao final deste artigo que a interpretação de paisagens com fotografias aéreas pode ser considerada uma aplicação de alto nível investigatório para o estudo em Ecologia da Paisagem. O objetivo comum à compreensão da ecologia no espaço terrestre e em relação a Geografia, era percebido como uma ciência de síntese que compreendia a observação dos fenômenos geográficos atuantes na superfície terrestre e sua disposição na paisagem sendo que, ao geógrafo, caberia explicar tal paisagem de forma inteligível por meio da concordância entre os seus elementos formadores.

Inclusive em seu artigo “*Landscape Ecology (Geoecology) and Biogeocoenology*” de 1971, ressalta a importância das pesquisas aéreas para pesquisa geografia e análise geossistêmica:

“Fotografias aéreas, ao revelarem o plano fundamental dos fenômenos da superfície da Terra, são uma ajuda essencial para uma grande tarefa de pesquisa geográfica, a regionalização natural da terra. Não é exagero dizer que a pesquisa em fotografia aérea iniciou uma nova época na geografia científica. A informação derivada de fotografias aéreas complementa os dados obtidos por via terrestre pesquisa baseada na geologia, formas de relevo e relações entre água e vegetação de uma determinada área” (Troll, 1971, p. 298).

Troll (1971) procura um ponto de interligação entre a Geografia e a Ecologia, buscando a união do entendimento e percepção horizontal com o estudo da interação espacial dos fenômenos, na parte geográfica e com a percepção num sentido vertical, estudo das interações funcionais entre os organismos em determinada área, na parte Biológica (Ribas; Gontijo, 2015). Chamou posteriormente a união da Geografia e Ecologia, de Geoecologia, descrevendo-a como uma “entidade espacial e visual total” do espaço em que o ser humano vive, integrando geosfera, biosfera e noosfera (Christofolletti, 1999)

A partir da década de 1960, essa nova área do conhecimento tornou-se reconhecida na Europa Central, através da definição apresentada por Troll, que também cunhou o termo Geoecologia, na reunião da Associação Internacional da Ciência da Vegetação realizada em 1963. Apresentou a geoecologia da paisagem, de acordo com o conceito de ecossistema de Tansley e como o “estudo do complexo inteiro da rede de causa-efeito entre as comunidades vivas e suas condições ambientais que predominam em um setor da paisagem, ou seja, considerava que as paisagens geográficas eram causa e resultado de uma inter-relação ecológica, no qual incluía também as paisagens culturais e os aspectos socioeconômicos (Christofolletti, 1999).

Além da Teoria geral dos Sistemas de Bertalanfy, outra pauta científica fortaleceu a conceituação da Geoecologia das Paisagens e foi o estudo da complexidade dos geossistemas, abordado nas obras de Marttone, com o seu “tratado geral de Geografia Física”, de 1909, com enfoque enciclopédico, além dos estudos em “Geografia Física” de Arthur Strhaler (1951), Bertrand (1972) e Sotchava (1977).

O avanço da Geografia Física em conjunto com a visão sistêmica, como afirma Christofolletti (1989) quando ressalta que a Geografia Física não deve avaliar os componentes da natureza por si mesmos, mas investigar a unidade resultante da integração e as conexões existentes nesses conjuntos, foram um dos grandes contribuintes para estudos seguintes dentro dos parâmetros de análise geossistêmica, principalmente da Geoecologia das Paisagens.

O conceito de Geossistema dentro da Geografia foi criado por Sotchava em 1960, reconhecido como Sistema Geográfico ou Complexo Natural Territorial, no qual o fez com base na vivência na pesquisa e na interpretação do espaço geográfico do seu país, a Ex-União Soviética, contudo para este autor este conceito abrange sempre áreas com centenas e mesmo milhares de quilômetros quadrados, no qual a literatura geográfica das escolas russa e alemã deixa claro que o geossistema funciona em escala regional (Troppmair, 2006).

Para Sotchava (1977) o Geossistema é uma unidade dinâmica com organização geográfica própria, um espaço que permite repartição de todos os componentes de um ambiente, o que assegura sua integridade funcional, onde o foco principal desses estudos estão no entendimento das inter-relações que existem no seu interior, possibilitando voltar o olhar em duas direções distintas: uma para o passado, como os Geossistemas primitivos que fornecem dados importantes para a compreensão das condições atuais e outra para o futuro, que possibilita a previsão de estados futuros que o geossistema atual pode tomar.

Enquanto para Georges Bertrand que em 1968 otimizou o conceito de Sotchava, dando a unidade geossistêmica uma conotação mais precisa, estabelecendo a tipologia espaço temporal compatível com a escala socioeconômica, enfocando os fatores biogeográficos e socioeconômicos enquanto seus principais conformadores. Além de considerar a teoria da bio-resistência e na tentativa de síntese da paisagem, Bertrand estabelece um sistema taxonômico para o geossistema, possibilitando sua classificação em função da escala, caracterizando-o como uma unidade, um nível taxonômico na categorização da paisagem, como unidades superiores e inferiores, sendo este proporcionado pela dinâmica entre potencial ecológico, exploração biológica e ação antrópica.

Bertrand em 1972, conceitua Geossistema como “um tipo de sistema aberto, hierarquicamente organizado, formado pela combinação dinâmica e dialética de fatores físicos, biológicos e antrópicos e a sua definição de paisagem está em função da escala (Nascimento; Sampaio, 2004).

O estudo das paisagens baseado na escola siberiana e nos postulados geossistêmicos de Sotchava, sendo este método a Geoecologia das Paisagens de Mateo Rodriguez (1994) trata da ciência ambiental que oferece contribuição essencial ao conhecimento da base natural, tendo em vista que a noção de paisagem natural é o conceito básico da Geoecologia. Esta ciência descreve metodologicamente atributos fundamentais da paisagem: estrutura e funcionamento dinâmico, aplicável a qualquer paisagem concreta.

2.2 A análise sistêmica pela Geoecologia da Paisagem de Mateo Rodriguez

O estudo da paisagem enquanto análise sistêmica possui várias vertentes atualmente, como estudos Geoambientais, Ecogeografia, Ecologia das Paisagens e finalmente, a vertente trabalhada nesta pesquisa, a Geoecologia das Paisagens proposta por Mateo Rodriguez.

O histórico dessa vertente inicia-se nos anos 1980, onde a Geografia Física pode ser denominada Ecogeografia ou Geoecologia. A Ecogeografia foi desenvolvida principalmente pela escola de Jean Tricart (1979), no qual as unidades ecodinâmicas foram consideradas por essa linha de pensamento como sistemas ambientais por excelência, fundamentados na geomorfologia como embasamento essencial, esquecendo assim a totalidade natural, no qual privilegia-se uma análise parcial (Rodriguez; Silva, 2002).

A Geoecologia das Paisagens tem seus antecedentes ainda na definição de Karl Troll, sendo considerada como a disciplina que analisava funcionalmente a paisagem, uma

vez que tratava não apenas de estudar as propriedades dos Geossistemas no estado natural, mas procurar as interações, as pontes de relacionamento com os sistemas sociais e culturais, em uma dimensão socioecológica, em articular a paisagem natural e a paisagem cultural abordadas em uma concepção sistêmica.

Essa concepção sistêmica direcionada ao método de análise sistêmica em muitas disciplinas ou campo das ciências iniciou-se a propagação nos anos 1960, tendo em vista que o interesse no estudo dos sistemas foi provocado à medida que se acumularam conhecimentos e as investigações foram evoluindo, descobrindo novos objetos de pesquisa e estudadas as relações entre eles, conduzindo à necessidade de analisar uma grande quantidade de variáveis, com impossibilidade de análise por métodos tradicionais, o resultado foi a concepção da “Teoria geral dos sistemas” que permite estudar qualquer possível regime, estrutura ou estado em qualquer sistema (Vasconcellos, 2003).

A vista disso, o enfoque sistêmico tem o caráter de uma concepção metodológica, elaborada sobre a base da estruturação dos princípios filosóficos dialético-materialistas, os quais o enfoque filosófico sistêmico comporta, assim, a base científica da análise geocológica da paisagem. Podendo-se assim dizer que o sistema é uma formação integral que se caracteriza por ser composto por uma multiplicidade de elementos; ter a existência de um conjunto múltiplo de inter-relações entre os índices ou elementos que formam o sistema e entre o objeto dado e o meio exterior e haver uma subordinação dos elementos (como sistema de nível inferior) ao nível superior (Rodriguez; Silva; Cavalcanti, 2022).

Para Rodriguez; Silva (2002) essa visão de paisagem permite sua consideração como unidade do meio natural, como um dos sistemas que entram em interação com os sistemas sociais, para formar o meio ambiente global, ou seja, os sistemas ambientais. A paisagem cultural como nível superior do estudo da paisagem, como sistema ambiental, representa a dimensão socioecológica da paisagem. São os espaços geográficos que as sociedades transformam para produzir, habitar e sonhar.

A concepção científica sobre a Geoecologia das Paisagens, como base para o planejamento ecológico do território, analisada como um sistema de métodos, procedimentos e técnicas de investigação, cujo propósito consiste na obtenção de um conhecimento sobre o meio natural e antrópico, com os quais pode-se estabelecer um diagnóstico operacional. Diante da fundamentação na avaliação do potencial dos recursos naturais, é possível a formulação de estratégias e de táticas de otimização do uso e manejo mais adequados da

função e operação, no tempo e no espaço, de cada uma das unidades paisagísticas (Rodríguez; Silva; Cavalcanti, 2022).

Segundo Rodríguez e Cavalcanti (2002) o primeiro passo para a classificação das paisagens é a diferenciação e classificação das paisagens naturais e, em seguida torna-se necessário distinguir as formas de ocupação (densidade, intensidade e tipos de ocupação), e por último, passar à classificação das paisagens culturais. Esse procedimento permitirá entender como é a transformação das paisagens naturais em paisagens culturais.

Para que seja realizada essa classificação das Paisagens naturais segundo os autores é preciso distinguir as categorias tipologia e regionalização. Conceitualmente, tipologia significa distinguir as unidades pela sua semelhança e repetição, dependendo de determinados parâmetros de homogeneidade e a regionalização significa determinar as unidades pela sua personalidade e individualidade. As duas categorias se complementam, mas elas não são idênticas, tendo ainda diferentes valores e utilidades para o planejamento e a gestão ambiental e territorial.

A classificação dos sistemas de unidades taxonômicas deverá responder a organização de acordo com relações de forças onde existem ordem e hierarquia. Essas forças são as leis ou regularidades geocológicas (ou geográficas). Pode-se ainda salientar que uma simplificação excessiva da hierarquia das unidades pode levar a um reducionismo na interpretação da realidade. Trata-se, então, de elaborar princípios de classificação que correspondam à realidade.

Na Geoecologia das Paisagens a análise sistêmica baseada no conceito de Paisagem combinam natureza, sociedade, cultura e economia. Para compreender a complexidade dos elementos formadores da paisagem deve-se levar em consideração os estudos da estrutura das paisagens; estudo do funcionamento e princípios de origem das Paisagens; análise da dinâmica temporal e evolução das Paisagens; estudo do grau de modificação e transformação antropogênica (Rodríguez, 1994).

Uma vez que a concepção dialética sobre a interação entre as condições naturais e a produção social determina os princípios metodológicos da investigação geocológica da paisagem. Por outro lado, a base metodológica fundamental de aquisição do conhecimento da gênese, desenvolvimento e diferenciação espacial e temporal das Paisagens é a análise histórico-natural (Rodríguez, Silva e Cavalcanti, 2022).

Os autores definem a análise paisagística como conjunto de procedimentos que permitem explicar a estrutura e demais características da paisagem, como bem explicitado:

“A “análise paisagística” é o conjunto de métodos e procedimentos técnico-analíticos que permitem conhecer e explicar a estrutura da paisagem, estudar suas propriedades, índices e parâmetros sobre a dinâmica, a história do desenvolvimento, os estados, os processos de formação e transformação da paisagem e a pesquisa das paisagens naturais, como sistemas manejáveis e administráveis” (Rodríguez, Silva e Cavalcanti, 2022, p.42).

Na Geoecologia das Paisagens é recomendável a adoção de um esquema para a análise, sendo adotadas as seguintes diretrizes (Rodríguez, Silva e Cavalcanti, 2022):

- Estudo da organização paisagística, classificação e taxionomia das estruturas paisagísticas, conhecimento dos fatores que formam e transformam as paisagens, que inclui a utilização dos enfoques estrutural, funcional e histórico-genético;
- Avaliação do potencial das paisagens e tipologia funcional, que inclui o cálculo do papel dos fatores antropogênicos através dos tipos de utilização da Natureza, dos impactos geoecológicos das atividades humanas, das funções e cargas econômicas;
- Análise de planificação e proteção das paisagens, que inclui a tecnologia de utilização das paisagens e a análise de alternativas tendo por base a prognose;
- Organização estrutural-funcional direcionada à otimização das paisagens;
- Perícia ecológico-geográfica e o monitoramento geossistêmico regional;

Os enfoques de sistematização abordadas na Geoecologia das Paisagens vão desde o enfoque regional com níveis taxinômicos: continente, subcontinente, país, domínio, subdomínio, província, distrito e região. Enquanto no nível taxonômico com enfoque tipológico, a classificação das paisagens pode definir-se: classe, subclasse, tipos, grupos, espécies e subespécies. O estudo da paisagem só é possível por meio do entendimento das inter-relações entre seus componentes e estes são analisados através dos enfoques abordados por Mateo Rodríguez.

Os enfoques principais para a análise geoecológica das Paisagens abordados por estudiosos da paisagem, principalmente na aplicação do método da Geoecologia das Paisagens são: estrutural, funcional, evolutivo-dinâmico, antropogênico e integrativo da estabilidade e sustentabilidade da paisagem, tratando das ideias, conceitos e métodos de estudo e procurando subsídios para o desenvolvimento do território.

O primeiro enfoque é o estrutural, onde Rodríguez, Silva e Cavalcanti (2022) ressaltam que a estrutura da paisagem caracteriza a forma de sua organização interior, as relações entre os componentes que a formam e das subunidades de paisagens de categoria inferior. Determinar e investigar a estrutura da paisagem significa conhecer sua essência, pois

a estrutura espacial busca explicar como se combinam seus componentes para dar lugar às transformações integrais e como é a organização estrutural do sistema paisagístico.

A estrutura define-se como o conteúdo de elementos de um sistema e de um certo tipo de relações entre tais elementos. Diante disso a estrutura da paisagem, fundamentada no sistema de relações inferiores entre suas partes componentes é de três tipos: vertical, horizontal e vetorial. A estrutura vertical da paisagem está formada pela composição e inter-relações entre os elementos e componentes da paisagem no sentido vertical, enquanto a estrutura horizontal da paisagem representa-se pela integração espacial das paisagens desde o nível inferior ao superior. A estrutura horizontal é estudada mediante a análise da imagem da paisagem natural do território, que se define como o mosaico de unidades de paisagens.

O segundo enfoque abordado por Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2022) é o enfoque funcional que na análise da Paisagem tem a finalidade de esclarecer quais são as relações funcionais de seus elementos por que está estruturada de determinada maneira (relações genéticas ou casuais) e para que esteja estruturada de certa forma (quais são suas funções naturais e sociais) e fundamenta-se em que na Paisagem, todos seus elementos cumprem funções determinadas e participam de forma peculiar no seu processo de gênese.

A gênese da Paisagem é descrita como uma das manifestações das formas complexas do movimento da matéria que existe na Natureza e na sociedade, sendo o portador de dinâmicas tais, como: a Geogênese, a Pedogênese e a Biogênese. A gênese da paisagem ocorre nos limites do seu perfil vertical, sendo sua principal força de movimento o intercâmbio ativo de energia e substâncias, uma vez que a gênese paisagística consiste num processo que ocorre nos limites da fronteira superior da paisagem na atmosfera até o limite inferior da camada da alteração do intemperismo.

Em relação aos elementos estruturais que compõe os geocomplexos, entre estes realiza-se um intercâmbio de energia e substâncias ativas, que formam a gênese e a partir deste fato, constitui-se uma das principais propriedades do complexo geográfico como geossistema que é o funcionamento da paisagem, sendo um processo geral, inerente a cada Geocomplexo em qualquer período de sua existência. O funcionamento da Paisagem é conceituado como a sequência estável de processos que atuam permanentemente e que consistem na transmissão de energia, substâncias e informação, garantindo a conservação de um estado da paisagem, característico para um tempo dado.

Como produto do seu funcionamento, as novas substâncias sintetizadas ou as formações singenéticas, elementos e componentes que se reproduzem permanentemente. Cada

tipo de paisagem caracteriza-se por produtos do funcionamento específico, formando a estrutura funcional da paisagem, que é a via fundamental de difusão dos impactos antropogênicos na Natureza são as correntes (ou fluxos) energéticos substanciais (ou geofluxos), tendo uma componente tanto vertical como horizontal, constituindo a principal problemática da Geoecologia das Paisagens, uma vez que a conexão dos geofluxos laterais e os complexos por eles formados, constitui parte do conceito de funcionamento da paisagem, na acepção ampla do termo, consistindo no intercâmbio de energia e de substâncias que se produzem entre as diversas unidades, o qual acompanha-se da transformação de energia, substâncias e das propriedades das paisagens.

A função geoecológica pode ser definido como o objetivo que cumpre o sistema em garantir a estrutura e o funcionamento, tanto do próprio geossistema, como do sistema superior ao qual pertence. Podendo-se levar em conta dois momentos:

- Função geoecológica das partes que compõem a fácies, como célula elementar da estrutura e funcionamento de um geossistema;
- Função geoecológica de um geossistema de nível superior, que está composto por fácies (ou outra unidade) na qual estas cumprem determinadas funções.

O terceiro enfoque é o evolutivo dinâmico na análise da paisagem, onde segundo Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2022) consistem em esclarecer as leis e regularidades do desenvolvimento do território que independentemente da forma de ocorrência, como consequência de causas internas e externas, experimenta um processo contínuo de desenvolvimento que acompanha as modificações de suas partes estruturais, pois a paisagem, como qualquer sistema material é propícia a mudanças essas modificações dos sistemas que compõe a paisagem, reconhecida “dinâmica da paisagem” caracterizam-se pela periodicidade e reversibilidade provocadas como consequência do conjunto de ações que ocorrem no interior das paisagens.

Dentro dessas mudanças, tem-se os estados (funcionais ou dinâmicos) que constituem a estrutura temporal da Paisagem. A dinâmica do estado das paisagens pode ter diferentes caracteres. Distinguem-se as mudanças periódicas, cíclicas e rítmicas dos estados:

“Nas mudanças periódicas, desenvolvem-se trocas relativamente rígidas dos mesmos estados das paisagens através de prazos de tempo similares. Nas mudanças cíclicas dos estados são características as paisagens que retornam ao estado inicial através de diferentes intervalos de tempo. Nas mudanças rítmicas ocorre uma mudança cronológica não muito rígida nos estados, para isto as paisagens não retornam obrigatoriamente ao mesmo estado, podendo ocorrer uma lacuna na sequência de mudança dos estados” (Rodriguez, Silva e Cavalcanti, 2022, p. 144).

O quarto enfoque abordado por Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2022) é o Antropogênico ou Histórico-Antropogênico, no qual a interação de dois sistemas inter-relacionados (Natureza e Sociedade) tem se convertido em um dos principais fenômenos de desenvolvimento do planeta, tendo em vista que o estudo da história antropogênica da formação das paisagens atuais é importante, pois os resultados da utilização econômica superpõem-se e inscrevem-se na memória dos geossistemas, determinando em grande parte propriedades relevantes para o ser humano, como o caráter estável antro-po-natural e os problemas ecológicos que surgem na assimilação, ocupação, apropriação dos Geossistemas e as vias de sua solução.

Essa modificação e transformação da Paisagem pelas atividades humanas subordinam-se, em primeira instância, às normas da interação entre a Natureza e a Sociedade. Estas têm, antes de tudo, um caráter dialético e complexo. Esta mudança define-se como o processo de antropogenização da Paisagem, que consiste na modificação da estrutura, funcionamento, dinâmica e inclusive as tendências evolutivas da Paisagem original.

O último enfoque abordado por Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2022) consiste no enfoque integrativo da estabilidade e sustentabilidade da paisagem, no qual os conceitos de estabilidade e solidez constituem atributos sintéticos das paisagens que representam o grau de funcionamento do geossistema, de tal forma que garanta a possibilidade de reprodução de recursos e de outras funções vitais.

A concepção de estabilidade constitui um procedimento útil para dirigir de forma racional a utilização da Natureza, permitindo determinar o limite dos desvios indesejáveis e as condições normais da vida do ser humano e da reprodução de recursos e a sustentabilidade das paisagens é um atributo sintético, ainda mais abrangente, que incorpora dois conceitos de estabilidade e solidez, tendo a ver com a capacidade de manutenção e asseguração do poder da paisagem cumprir determinadas funções sociais. Neste sentido, é uma noção de inestimável valor na hora de determinar as características e os indicadores do modelo e estilo de desenvolvimento implantado ou desejável.

Os enfoques abordados na Geoecologia das Paisagens de Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2022) auxiliam os pesquisadores a estudos sistêmicos adotando uma abordagem metodológica baseada na estrutura, funcionalidade, evolução, historicidade e integração, na qual podem ser abordadas em conjunto ou separadas dependendo dos resultados da avaliação de uma paisagem buscada pelo pesquisador.

A Geoecologia das Paisagens tornou-se uma importante ferramenta de análise

ambiental e como subsídio para o planejamento e gestão ambiental, principalmente se voltados a áreas de preservação ambiental, como é o caso das unidades de conservação. A partir dessa proposição o próximo tópico tem como objetivo discutir referencialmente a atuação da geocologia das paisagens no estudo das unidades de conservação do Brasil e do mundo, iniciando-se com um breve histórico da criação e institucionalização das áreas de preservação e unidades de conservação, seguindo por um apanhado de estudos que versam sobre a aplicabilidade na análise dessas unidades.

2.3 A Geocologia das Paisagens aplicada ao Planejamento Ambiental de Unidades de Conservação

As transformações políticas, culturais, econômicas e ambientais advindas da revolução industrial, assim como a acumulação capitalista, foram a base para essas intensas mudanças ocorridas globalmente, uma vez que até a agricultura tornou-se mais especializada para suprir as demandas da indústria europeia.

Ainda no século XIX com a intensificação da produção e aumento e consolidação da economia passou-se a tratar a terra como apenas mais um recurso e a degradação como assunto irrelevante ao até como se fosse apenas um pequeno efeito necessário para a exploração, promovendo, assim um intenso quadro de degradação ambiental. Os problemas ambientais passaram a atingir as colônias por conta da intensiva exploração de recursos e a manifestar-se também nas sedes dos próprios países industrializados, no entanto nesta mesma época começaram a surgir movimentos mais abrangentes para a proteção de áreas naturais com a finalidade de uso público (Vallejo, 2002).

Entretanto no final do século XIX, nos Estados Unidos empregou-se o conceito de parque nacional, como área natural e selvagem, principalmente com a consolidação da urbanização causada pelo avanço do capitalismo americano, no qual passam a propor a reserva de grandes áreas naturais a disposição das populações urbanas para fins de recreação. Nesse caso, o sentido de parque nacional veio acompanhado da noção de “wilderness” (vida natural/selvagem). Em 1872, após a realização de vários estudos, foi criada a primeira área com status de Parque Nacional do mundo, o de Yellowstone, passando a ser uma região reservada e proibida de ser colonizada, ocupada ou vendida segundo as leis americanas (Diegues, 2003).

Na criação do Parque Nacional de Yellowstone os estudos baseavam-se nos efeitos devastadores da produção capitalista sobre as áreas naturais do Oeste e como esses

parques seriam a única forma de preservar áreas de grandes belezas naturais dos efeitos negativos do desenvolvimento urbano-industrial, concluindo que dessa forma qualquer intervenção humana, o mínimo que seja, seria vista negativamente, assim, este modelo norte-americano espalhou-se pelo mundo, inclusive em países que possuíam populações tradicionais e a criação posterior de alguns parques pelo mundo também seguiram o modelo de Yellowstone como no Canadá (1885), na Nova Zelândia (1894), na Austrália e na África do Sul (ambos em 1898), no qual viviam severa degradação ao ambiente causados por empresas de migrantes europeus (Nash, 2014).

Com a virada do século XX, parques e reservas similares foram sendo criados em vários países, culminando além da proteção de belezas cênicas admiráveis, agregando na preservação da biodiversidade florística e faunística, sendo desenvolvidas políticas de preservação e conservação com a diversificação dos objetivos nos diferentes países, no qual foram elaboradas diretrizes mais gerais a nível mundial, com diversos encontros em escala mundial e continental como a “Convenção para Preservação da Fauna e Flora em Estado Natural em Londres (1933); “Convenção Panamericana de Proteção da Natureza e Preservação da Vida Selvagem do Hemisfério Oeste em Washington (1940); “Congresso organizado pelo governo Francês e pela Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura” (UNESCO) em 1948, quando foi fundada a atualmente denominada União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN); as Assembleias Anuais da UICN, realizadas a partir de 1960, entre outros encontros e congressos (Vallejo, 2002).

Enquanto no Brasil, ainda no século XIX a primeira proposta para criação de parques nacionais partiu, em 1876, do engenheiro André Rebouças (1838-1898), sugerindo que fossem criados parques nacionais em dois locais: um na Ilha do Bananal, rio Araguaia, e outro em Sete Quedas, rio Paraná. Entretanto, o primeiro parque criado no Brasil foi concebido em âmbito estadual, o Horto Botânico na cidade de São Paulo em 1896, posteriormente denominado Parque Estadual São Paulo, porém o primeiro parque criado no modelo e com a conceituação de preservação ambiental, foi concebido apenas na década de 1930, com a criação do Parque do Itatiaia (1937), reconhecidamente considerado o marco principal, por ser a primeira unidade de conservação federal e a mais conhecida (Brito; Garcia; Chavez, 2020).

O Código Florestal criado para classificação e categorização das áreas de proteção em território nacional, foi vigente apenas em 1934. O Decreto n^o 23.793 estabelece historicamente como um marco legislativo importante no âmbito das unidades de

conservação. Em seu artigo 3, o Código Florestal de 1934 classificava as florestas em quatro tipos: protetoras e remanescentes, sob regime de preservação permanente; modelo e produtivas, passíveis de exploração comercial. Enquanto que em seu artigo 5, o Código de 1934 declara as florestas remanescentes aquelas que formassem os parques nacionais, estaduais e municipais (Guetta; Oviedo; Bensusan, 2022).

Foram criadas novas áreas protegidas através desta categoria institucionalizada em 1934, porém apenas em 1989 gerou-se parceria entre IBDF, SEMA e FUNATURA e o “Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) - Aspectos Conceituais e Legais”. A aprovação da Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) aconteceu no dia 18 de julho de 2000. A Lei nº 9.985/2000 do SNUC estabelece critérios e normas para a criação, implementação e gestão de UCs em âmbito federal, estadual e municipal.

Outra institucionalização no Brasil foram as reservas extrativistas que surgiram com base na Portaria 627 do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incrá) em 1987, entretanto só foram reconhecidas como UCs pelo Decreto 98.897, de 30 de janeiro de 1990. Após várias iniciativas similares, porém inconclusivas, do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF) e do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), foi instituída, pelo Decreto 1.992, de 5 de junho de 1996, a categoria reserva particular do patrimônio natural, modalidade de UC criada em terras particulares, por iniciativa dos seus proprietários (Wagner; Campos; Lima, 2023).

No Brasil na década de 1990, já existia uma grande quantidade de categorias de áreas naturais protegidas a título ambiental, ao mesmo tempo em que se firmava em escala internacional um consenso em torno da importância da proteção da biodiversidade e das paisagens nativas. A partir das leis desenvolvidas nos anos 1980 e início dos anos 1990 as UCs estão divididas em dois grupos: Unidades de Proteção Integral (PI) e Unidades de Uso Sustentável (US). As categorias de manejo PI são a Estação Ecológica (ESEC), a Reserva Biológica (REBIO), o Parque (Nacional, Estadual e Municipal), o Monumento Natural (MONA) e o Refúgio da Vida Silvestre (RVS). Dentre as categorias de US, estão a Área de Proteção Ambiental (APA), a Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE), a Floresta Nacional (FLONA), a Reserva Extrativista (RESEX), a Reserva de Fauna (REFAU) e a Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) (Brito; Garcia; Chavez, 2020).

Dos fins do século XIX até hoje, os parques nacionais multiplicaram-se por todo o planeta e são hoje o tipo mais conhecido e tradicional de espaço natural protegido. No entanto, como dito, foram surgindo outras categorias (reservas biológicas, refúgios de vida

silvestre, florestas). O termo Unidade de Conservação é restrito ao Brasil, e refere-se a determinados tipos específicos de áreas protegidas a título ambiental, que hoje estão previstos pela Lei do SNUC.

As Unidades de Conservação no Brasil, assim como outras denominações de áreas de proteção ambiental pelo mundo devem traçar estratégias de gestão ambiental advindas de um planejamento prévio. As recomendações e propostas, obtidas através do planejamento ambiental devem obedecer aos objetivos específicos do tipo de área de proteção e o tipo de avaliação estratégica e zoneamento formulado para essa área.

Segundo Silva e Rodriguez (2011) esse planejamento espacial das Unidades de Conservação começa a tornar-se o fio condutor metodológico para a articulação do ordenamento territorial, onde unidades paisagísticas, geocossistemas e bacias hidrográficas tornam-se objetos de gestão ambiental de caráter participativo e democrático e através de uma gestão social e democrática, o planejamento ambiental construído sobre bases geocológicas pode introduzir modos e mecanismos de cooperação com a sociedade em rumo a um desenvolvimento sustentável.

Quando se aborda a Geocologia das Paisagens para unidades de conservação deve-se priorizar a sustentabilidade geocológica, que corresponde à capacidade dos Geocossistemas de manter o estado ótimo de funcionamento, garantindo o comprimento de suas funções geocológicas, e a capacidade de garantir as potencialidades para utilização social e produtiva, buscando através de diagnósticos, zoneamentos funcionais e planejamentos de gestão integrada, regional e tipológico o melhor acondicionamento de uso e ocupação.

Em relação a esse acondicionamento de uso e ocupação Villacrés et al. (2021) avaliando a sustentabilidade das atividades rurais em áreas de proteção ambiental com a geocologia das paisagem, perceberam que o manejo de áreas produtivas apresentaram melhorias no manejo das diferentes culturas, essencialmente de subsistência. A implantação de uma APA e o esforço dos próprios produtores, substituindo e diversificando as culturas, fazendo a manutenção do consumo das famílias, manejo não-agrícola e confinamento animal obtiveram uma avaliação positiva a partir da incorporação do manejo produtivo adequado em cada unidade geocológica.

A análise das unidades geocológicas delimitadas em áreas de proteção, permite relacionar e interpretar os problemas socioambientais resultantes do uso e ocupação dessas áreas, que na maioria das vezes é caracterizado em todo território como desordenado, uma vez que a compartimentação geocológica de determinadas áreas configuram-se como

ferramentas eficazes para gestão e manejo dos recursos naturais, além de viabilizarem o desenvolvimento socioeconômico pautado nos princípios da sustentabilidade. Entretanto, é necessário considerar que os limites e potencialidades dessas unidades precisam ser levados em consideração nas ações de planejamento (Farias et al., 2012).

Em alguns países do mundo a Geoecologia das Paisagens tem sido usada como ferramenta de análise para caracterização ambiental, situação do ambiente, prospecção de ocupação humana entre outros fenômenos que ocorrem em áreas de preservação/conservação ambiental da Europa, Ásia e África (Gordon et al. 2001; Huong, 2018; Miranda; Silva, 2024).

Neste caso estudos de Geoecologia das Paisagens em terras altas da Escócia, com interesses de conservação significativos e que possui estrutura geomorfológica sensível, foram imprescindíveis para compreender a suscetibilidade das paisagens de terras altas, sendo fundamental no desenvolvimento de abordagens integradas para a sua gestão sustentável. Tal compreensão foi fortemente baseada em sua geoecologia e conseqüentemente, no desenvolvimento da conclusão que a sensibilidade da paisagem é baseada na sensibilidade geomorfológica (Gordon et al. 2001).

No mesmo sentido Kong (1998) avaliando a Geoecologia das Paisagens dos cinturões alpinos observou que a estrutura integrada dessa área de preservação possui sensibilidade geomorfológica e esse estudo integrado permitiu que fosse compreendida a história natural e a diversidade de plantas naturais da área, constatando ainda que a sobrevivência contínua das espécies alpinas e da paisagem na Coreia estará em perigo se ocorrer o aquecimento global, associado ao efeito estufa.

Os estudos geoecológicos em área de preservação da província de Quang Binh no Vietnã realizado por Huong (2018) observam que as características naturais mais significativas que afetam a formação das paisagens, em geral, são a localização geográfica em baixas latitudes, clima tropical de monções, condições geológicas e geomorfológicas, solo e cobertura vegetal e as principais mudanças na província ocorrem devido ao aumento na densidade populacional, agricultura e indústria com o plantio de plantas cultivadas, adubação mineral no solo, emissão de poluentes no ar, descargas de águas residuais, formação de grandes quantidades de resíduos e o desmatamento, estes fatores afetam a paisagem negativamente. Os mapas de unidades geoecológicas servem como a base para o desenvolvimento de recomendações para gestão ambiental e proteção ambiental e a condição geoecológica dessa Paisagem foi considerada favorável e moderadamente aguda.

No Brasil estudos utilizando a Geoecologia das Paisagens na avaliação e estudos envolvendo áreas de preservação e unidades de conservação têm sido amplamente utilizadas nos últimos anos, principalmente estudos em UC localizados em áreas litorâneas (Amorim, 2011; Souza, 2017; Freire, Lima e Silva, 2019; Miranda et al., 2018)

No contexto brasileiro as áreas apropriadas para o turismo localizam-se próximo ou dentro de UC's, onde o planejamento ambiental baseado nas concepções da Geoecologia das Paisagens atua nas análises das paisagens naturais em seu sentido mais amplo, denotando uma significativa relevância com fins de preservação das integridades dos sistemas ambientais em consonância com as atividades sociais e demandas econômicas.

A relação da Geoecologia das Paisagens, planejamento ambiental e áreas turísticas, demonstra no cenário nacional, no que se refere às pesquisas desenvolvidas, uma grande repercussão e investimento, o que demonstra sobre os avanços teóricos e metodológicos dessa vertente científica para estudos que envolvem a complexidade da paisagem e seus usos. Para fins de melhores tomadas de decisões tanto para os aspectos dos sistemas naturais quanto para as demandas que envolvem a humanidade (Braz e Oliveira, 2023).

Na Região Nordeste do Brasil os estudos de Geoecologia das Paisagens em unidades de conservação também têm avançado nos últimos anos e desenvolvido técnicas de análise integrada do ambiente (Basilio et al., 2016; Vidal et al., 2014; Vidal e Mascarenhas, 2020). Farias, Silva e Rodriguez (2013) ressaltam que utilizar os preceitos adotados na Geoecologia das Paisagens, para a realização de planejamentos paisagísticos e ordenamento territorial, em diferentes parcelas do território, contribui para a identificação e análise dos impactos ambientais decorrentes do uso e ocupação inadequados, favorecendo também a tomada de decisões que leva à mitigação dos efeitos desses impactos, o que pode ser amplamente aplicado a unidades de conservação e delimitação de áreas de preservação.

A análise integrada e zoneamento pelo método da Geoecologia das Paisagens atualmente tem auxiliado os estudos em UC's, com resultados consideráveis, permitindo propor melhorias na gestão ambiental e na configuração adequada de ocupação do solo. Na presente pesquisa esse método será utilizado para fazer análise integrada e zoneamento da unidade de conservação Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, abordado no próximo tópico.

2.4 O Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses

O estado do Maranhão em sua distribuição está situado entre a Floresta Amazônica, o Cerrado e a Caatinga, originária no Nordeste brasileiro, essa característica fornece diferentes composições climatológicas e fitogeográficas, que influencia primordialmente as diversas coberturas vegetais existentes como Cerrado, Manguezais, Dunas, Restingas, Matas de Cocais, Florestas e Caatinga.

No litoral do estado do Maranhão a composição e o modelo litorâneo apresentam feições típicas das litologias dominantes em bacias sedimentares do Quaternário submetidas a longos períodos de atividades dos agentes externos, modelando as formas das superfícies erosivas e deposicionais, esta costa é a segunda em extensão do Brasil possuindo extensão aproximada de 640 km, sendo a segunda maior em extensão do Brasil e do Nordeste superado apenas pelo litoral da Bahia, no qual estende-se no sentido oeste-leste da foz do rio Gurupi, na divisa com o estado do Pará, até o delta do rio Parnaíba, no limite com o Piauí (Ab'Saber, 1960).

A faixa litorânea do Maranhão é dividida entre duas vertentes litorâneas. A porção oeste do estado pertence ao litoral amazônico e a porção leste pertence ao litoral nordestino setentrional, tendo a Baía de São Marcos como divisor, possuindo características geoambientais diferenciadas que justificam sua divisão em Litoral Ocidental, mais ampla na área das reentrâncias, Golfão Maranhense e Litoral Oriental (Feitosa, 2006).

O Litoral Oriental do Maranhão tem adquirido destaque pela composição e características fisiográficas e paisagísticas, pois no qual se destacam grandes unidades de conservação como o Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, A APA dos Pequenos Lençóis e o Delta do Parnaíba, onde segundo El-Robrini et al. (2018) as primeiras são uma base acumuladora de sedimentos onde a forte dinâmica é regida principalmente pela ação eólica, enquanto a última caracteriza-se por ser a ação hidrológica que propicia uma vasta geodiversidade.

O Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses (PNLM) foi criado em 02 de junho de 1981, com base em uma proposta apresentada pelo projeto RADAMBRASIL1 na década de 1970, para preencher lacunas existentes no então Sistema de Unidades de Conservação (IBAMA, 2004). Devido ao relevo plano e a característica fisiográfica do parque, constituído por areias quartzosas marinhas e cordões de imensas dunas de coloração branca, as quais assemelham-se a “lençóis jogados sobre a cama” , originou a denominação da unidade de conservação de “Lençóis Maranhenses” (ICMBio, 2018).

A origem dos sedimentos (areia) depositados que formou os campos de dunas ao longo do Período Quaternário são fortemente advindos do rio Parnaíba num período em que sua vazão era maior que nos tempos atuais (Gastão e Maia, 2010) e atualmente esses sedimentos são provenientes principalmente de rios que desembocam próximo ao parque, dos quais os principais são o rio Parnaíba e o rio Preguiças (Guedes, 2017).

O campo de dunas presentes no PNLN é resultado de um processo de sedimentação ocorrido no Quaternário, estabilizados uma grande área de dunas ativas (dunas móveis) e um conjunto de paleodunas circundantes com sua formação advinda a partir da formação barreiras, no qual os eventos de tectônica sedimentar ocorridos no Plio-pleistoceno; que ocasionaram o soerguimento da faixa litorânea e conseqüentemente a modelagem da rede de drenagem e erosão do Grupo Barreiras, bem como o aprofundamento dos vales e mais recentemente, no Período Quaternário, os eventos de transgressão marinha e o aporte de sedimento para a formação de dunas; são os responsáveis pela formação do atual cenário da zona costeira da região (Gastão e Maia, 2010).

Segundo Guedes (2017), o suprimento de sedimentos dá suporte de deposição sedimentar do crescimento do campo de dunas costeiras de maneira complexa porque é influenciado por mudanças no nível relativo do mar (NRM) combinado com outros fatores sensíveis ao clima, corrente de deriva litorânea, ventos em terra e precipitação no continente.

Os diversos eventos transgressivos e regressivos produziram profundas alterações na dinâmica terrestre, acarretando, um complexo conjunto de morfologias e ecossistemas, onde o avanço e o recuo da linha de costa vinculada às ações (arranque, erosão, transporte, denudação, sedimentação, agradação, decomposição, desagregação, deformação, etc.) dos agentes morfológicos (fluvial, fluviomarinho, glaciação-deglaciação, ondas, marés, correntes marinhas, vento, gravidade, placas litosféricas, magma, etc.) e associados aos efeitos das mudanças climáticas, deixaram como resultados extensas planícies costeiras ao longo do litoral brasileiro (Meireles et al, 2005).

A formação dos depósitos eólicos no PNLN teve origem nas variações relativas do nível do mar, mudanças climáticas ou uma contribuição de ambos. Segundo Gastão (2010) e Duff (1995) apud Meireles et al (2005) durante o primeiro estágio que ocorre ao longo do Pleistoceno Médio, por volta de 123 mil anos antes do presente, os níveis do mar flutuaram dramaticamente em decorrência disto, as evidências mostram erosão dos depósitos eólicos e o alto nível do mar durante os períodos mais quentes teria conservado os registros sedimentares acima da Grupo Barreiras do período Terciário, esses registros são conhecidos como

paleodunas, onde havia uma associação da formação desses campos de paleodunas a períodos mais secos em virtude das mudanças positivas de temperatura.

Enquanto durante o segundo estágio, por volta de 70 – 60 mil, ainda no Pleistoceno, ocorrem à formação das dunas eólicas, refletindo as condições positivas de suprimento, transporte e preservação de sedimentos, que podem ser intercaladas com períodos de erosão ou deposição de areia em decorrência das variações do nível do mar que durante este período chegou até -130 metros e o clima mais seco durante a maior parte do Pleistoceno tardio associado a um recuo do nível relativo do mar sugere um maior potencial de deriva eólica na costa nordeste do Brasil sob ventos alísios e fraca influência da ZCIT (Head; Gibbard, 2005).

O terceiro estágio caracteriza-se pela evolução das dunas móveis para as atuais parabólicas, no qual combinam novos avanços de areia, movendo-se sobre superfícies mais antigas estabilizadas por vegetação associadas à formação de campos de dunas transgressivos do Litoral Oriental do Maranhão, no qual a estabilização das dunas pelo crescimento da vegetação ocorreu durante um período de 5 mil anos e foi desencadeada por uma diminuição na força do vento em um período em que se tinha lençol freático alto, vegetação mais densa, desenvolvimento do solo e aumento da precipitação que limitaram a disponibilidade de sedimentos e a capacidade de transporte e, assim, levaram o sistema eólico a se acumular e estabilizar (Guedes et al., 2017)

Atualmente o campo de dunas ativo e sem vegetação se desenvolve sobre paleodunas inativas do Pleistoceno, que são estabilizadas por uma vegetação costeira. Nos planaltos paleodunares do Pleistoceno, a vegetação de restinga arbustiva ocorre em baixas densidades, devido à baixa umidade do solo e disponibilidade de nutrientes (Amaral et al., 2019).

No estágio atual as dunas móveis dos Lençóis Maranhenses (- 3 mil anos até o presente) é caracterizada pela presença de longas cadeias de barcanóides, separando-se da costa por um plano de deflação entre 600 m e 2000 m de largura, e migram sobre dunas de gerações mais antigas, documentadas na compartimentação geológica do Litoral Oriental (Gastão e Maia, 2010). Esse sistema de campo de dunas móveis que compõe o PNLM, cresceu rapidamente, porém devido a breves períodos úmidos, as condições de avanço foram interrompidas, facilitando o crescimento da vegetação em locais mais protegidos dos ventos constantes (Figura 1).

Figura 1 - Diferentes paisagens naturais no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses



(A) Campo de dunas e lagoas; (B) Foz do Rio Negro; (C) Zona Primitiva; (D) Praia e Pós-Praia
Fonte: dados da pesquisa (2023)

O PNLM está localizado no Nordeste (NE) do Brasil, precisamente na porção NE do estado do Maranhão (Figura 2). Situa-se numa zona de transição dos climas semiáridos do interior do Nordeste para os úmidos equatoriais da Amazônia e caracteriza-se como uma área protegida na região do litoral oriental do Maranhão, dentro dos limites territoriais dos municípios de Barreirinhas, Santo Amaro do Maranhão e Primeira Cruz.

O município de Barreirinhas possui a população habitante de 65.589 pessoas, constando como o mais populoso da região dos Lençóis, com o Índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM) de 0,570, enquanto o município de Santo Amaro do Maranhão possui uma população de 13.949 pessoas, com IDHM de 0,518 e o Município de Primeira Cruz possui uma população residente de 13.614 pessoas, com o IDHM de 0,512 (IBGE, 2022). As principais informações socioeconômicas estão representadas no Quadro 1, abrangendo os três municípios:

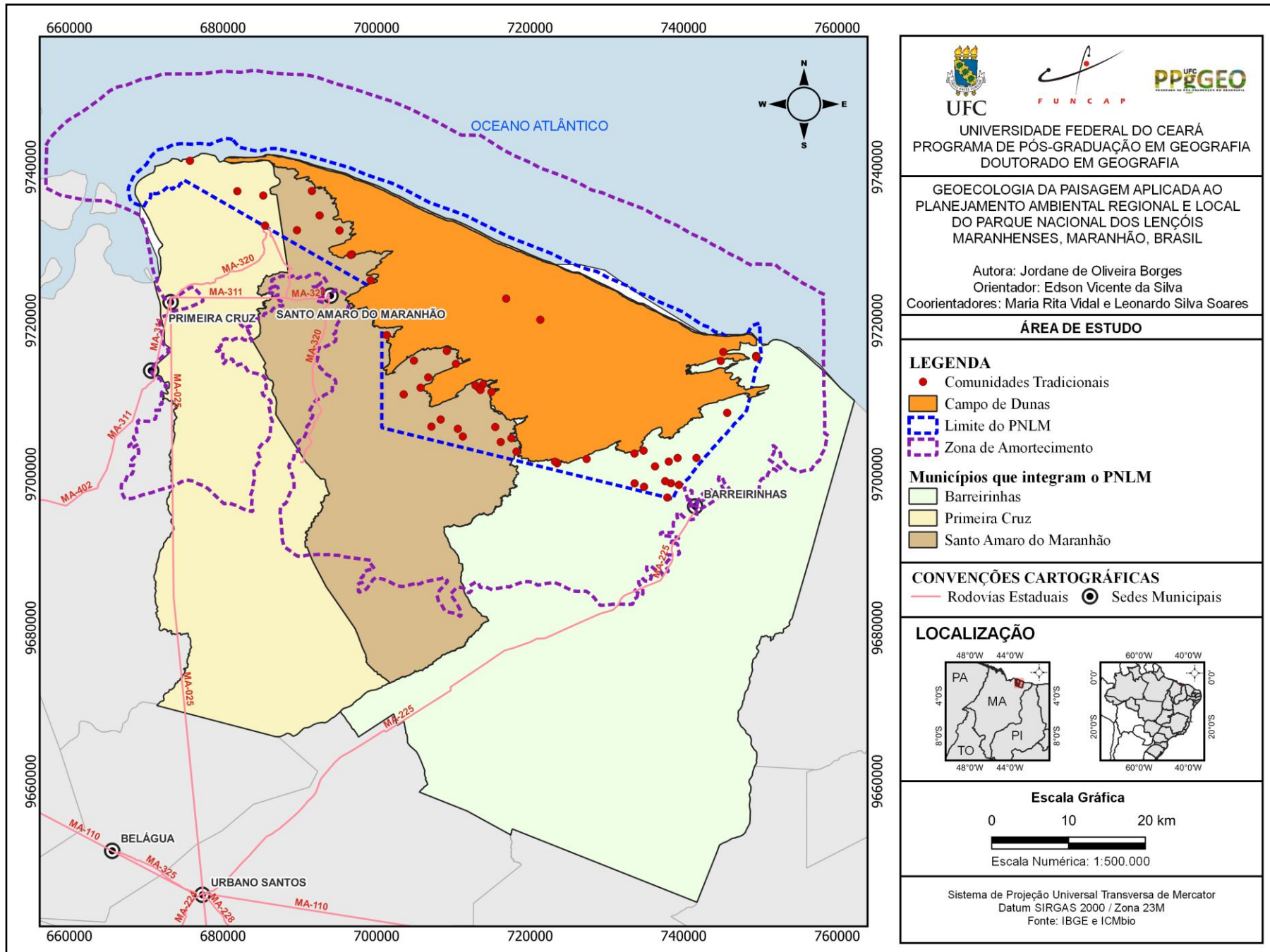
Quadro 1 – Dados socioeconômicos dos municípios que abrangem o PNLM

Município	População	IDH	PIB per capita (R\$)	Atividades Econômicas
Barreirinhas	65.589	0,570	9.951,26	Agropecuária, turismo, administração, defesa, educação, saúde pública e seguridade social.
Santo Amaro do Maranhão	13.949	0,518	5.916,27	
Primeira Cruz	13.614	0,512	5.732,25	

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2022)

O PNLM está vinculado à legislação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC, principal entidade que regula as áreas protegidas no Brasil, constituindo uma área muito representativa e fundamental para as manutenções ecológicas e auxílio para as comunidades, oferecendo, ainda, benefícios de interesse científico, cultural, educativo e recreativo.

O Sistema SNUC no qual o PNLM está vinculado foi instituído em 18 de julho de 2.000, por meio da Lei N^o 9.985, e está se consolidando de modo a ordenar as áreas protegidas, nos níveis federal, estadual e municipal, sendo que a consolidação do Sistema SNUC busca a conservação in situ da diversidade biológica a longo prazo, centrando-a em um eixo fundamental do processo conservacionista. Estabelece ainda a necessária relação de complementariedade entre as diferentes categorias de unidades de conservação, organizando-as de acordo com seus objetivos de manejo e tipos de uso: Proteção Integral e Uso Sustentável (ICMBIO, 2020).



Em relação a cobertura vegetal, o PNLM está agrupado na área das formações pioneiras (Sistema Edáfico de Primeira Ocupação) - Subdivididas em Influência Marinha (restingas), Influência fluviomarinha (manguezal e campos salinos); e Influência fluvial (comunidades aluviais) e a outra formação seria as áreas de Tensão Ecológica - Sistemas de Transição (representado pelo contato entre biomas). Esta classificação facilita a tomada de decisões em determinado setor dentro do PNLM, no qual está constado no plano de manejo do parque (IBGE, 2022).

O PNLM está categorizado como Unidades de Proteção Integral, que tem como objetivo básico a preservação da natureza, sendo admitido o uso indireto dos seus recursos naturais, com exceção dos casos previstos na Lei do SNUC. Esse parque é classificado como parque acional que 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 (ICMBIO, 2020).

A Zona de Amortecimento (ZA) do PNLM é caracterizada como área de influência que exerce relações com a Unidade de conservação, considerando-se principalmente os Municípios da Microrregião e as microbacias presentes no entorno, assim como outras áreas onde fatores intrínsecos interfiram na unidade ou que a unidade possa interferir sobre os mesmos (ICMBIO, 2020).

A definição de ZA de acordo a lei nº 9.985 que instituiu o SNUC, estabelece que ZA é “o entorno de uma Unidade de Conservação onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade” (inciso XVIII, artigo 2º).

A área de Influência do Parque abrange seis municípios, entretanto somente três desses municípios estão diretamente na interface do PNLM, pois possuem microbacias que drenam para o interior do Parque. Devido a esta influência direta a ZA está em sua maior parte delimitada em Barreirinhas, Santo Amaro e Primeira Cruz. Essa delimitação possui uma área de 4.232,31km², exclui as sedes municipais de Barreirinhas, Primeira Cruz e Santo Amaro do Maranhão, mas inclui de oeste para leste duas APA's: Upaon-Açu/ Miritiba/Alto Preguiças e Foz do rio Preguiças/Pequenos Lençóis/Região Lagunar Adjacente. Nos seus limites estão incluídas parte dos municípios de Humberto de Campos, Primeira Cruz, Santo Amaro do Maranhão e Barreirinhas (ICMBIO, 2020).

De acordo com o ICMBIO (2020), na região de Primeira Cruz a ZA abrange áreas com restinga, planície flúvio-marinha (manguezal, campos inundáveis e apicum), campo de dunas fixas, tabuleiros rebaixados, nascentes e foz dos rios Mirim, Miritibinha, Mananzaro, Velho e do Alegre, os quais convergem para a foz do rio Peria que, por sua vez, atua como limite natural entre essa municipalidade e a de Humberto de Campos. Enquanto nas proximidades de Santo Amaro do Maranhão, a ZA tem como limite oeste o rio Queixada e o lago de Santo Amaro, enquanto que a leste está o rio Negro, ao norte o PNLN e ao sul a rodovia MA-402 e a nascente do rio Bacabinha. Nessa área predomina campo de dunas moveis e principalmente fixas, tabuleiros rebaixados, restinga e cursos d'água que a drenam em direção ao interior da UC, a exemplo do rio Alegre e seus 15 afluentes, além de outros 6 que contribuem para o rio Negro. Verifica-se, ainda, a presença de campos de restinga nas proximidades da sede de Santo Amaro do Maranhão, assim como mata ciliar e áreas de culturas de subsistência.

A ZA no município de Barreirinhas é delimitada pelo rio Negro a oeste; o rio Preguiças a leste; a rodovia MA-402 e a nascente do riacho Mirinzal a sul; o limite do Parque e o Oceano Atlântico, ao norte. Nessa área ocorrem praia arenosa, planície de deflação eólica, campo de dunas fixas e tabuleiro rebaixado além de restinga, seguida por campos inundáveis, mata ciliar e áreas destinadas às culturas de subsistência, bem como franjas de manguezais próximas ao povoado de Mandacaru (ICMBIO, 2020).

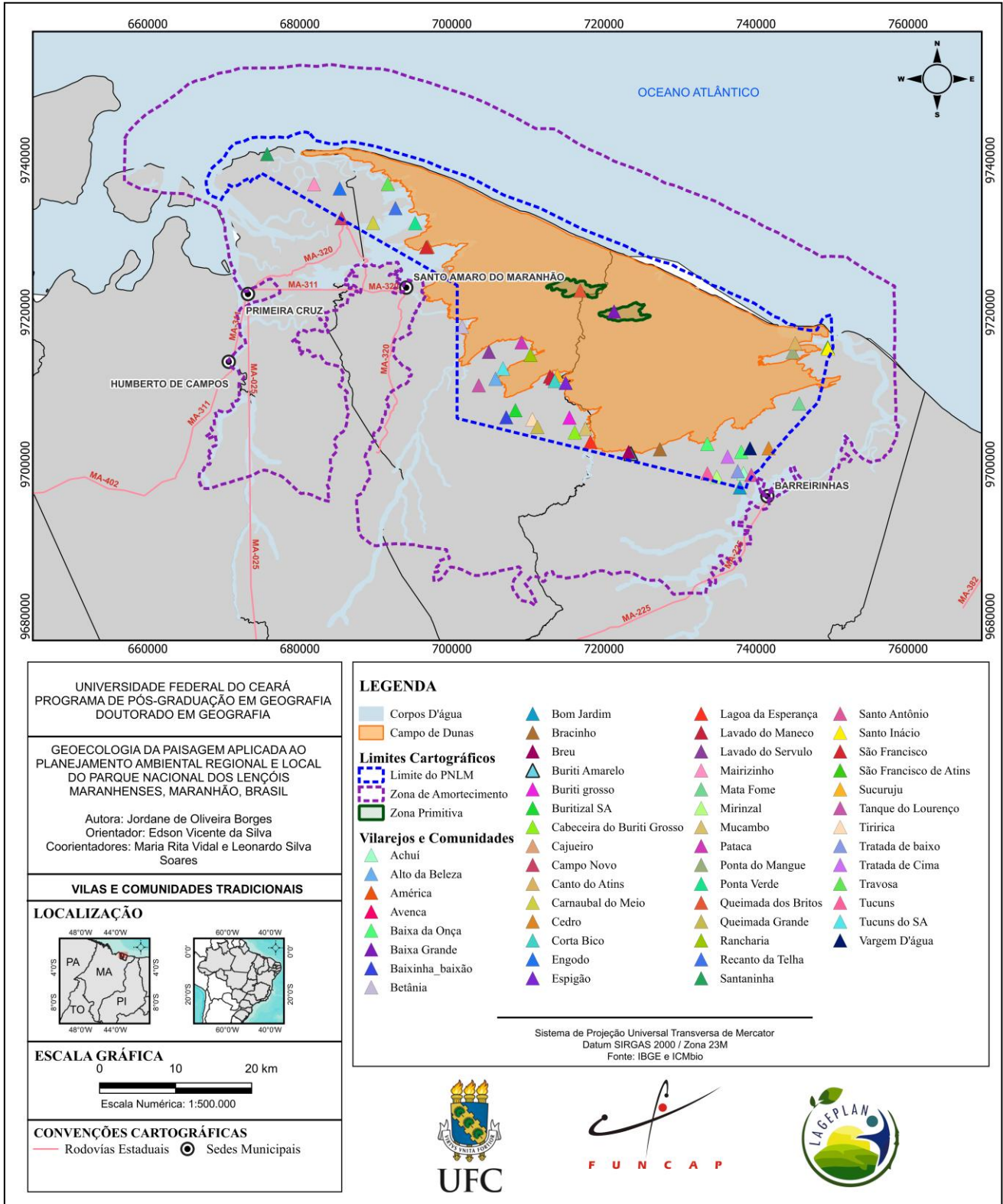
A referida área tem uma significativa rede de drenagem representada pelos rios Preguiças, Juçaral, Maçangano, Sucuriju e demais cursos d'água e no Oceano Atlântico, a ZA equivale a 10km a partir do limite do parque no mar, incluindo o trecho que vai da foz do rio Peria/Barra dos Veados, a oeste, até sua projeção após a localidade de Caburé o que inclui parte da foz do rio Preguiças, a leste. Compreende o setor norte dos municípios de Primeira Cruz, Santo Amaro do Maranhão e Barreirinhas onde são praticadas a pesca artesanal pela população local e a pesca de arrastão por empresas do ramo (ICMBIO, 2020).

2.5 Aspectos humanos no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses

A Paisagem do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses (PNLM), abriga não apenas características ambientais únicas e paisagens naturais deslumbrantes, mas também comunidades humanas que coexistem com o geossistema local. Antes da formação da Unidade de conservação do PNLN, 60 comunidades tradicionais já estavam instaladas no que

seria atribuído como limite desta UC. Neste trabalho foram identificadas 52 comunidades tradicionais, constituídas de pequenas vilas e aglomerado de famílias listados na Figura 3.

Figura 3 – Localização de vilas e comunidades tradicionais nos limites do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses



Fonte: dados da pesquisa (2024)

A população dessas comunidades tradicionais pode ser estimada em mais de 5.000 habitantes, nas quais as principais atividades realizadas são a agricultura, pesca, criação de animais, produção de artesanato, comercialização de castanha de caju e atividades associadas ao turismo (Figura 4). Segundo Filho (2019) historicamente a ocupação dessas localidades, antes mesmo da criação do PNLM em 1981, possibilitou a constituição de formas específicas de relação com o meio biofísico. A relação tão próxima com o meio, inclusive os fizeram nomear o Parque devido as características fisiográficas que apresenta uma área de relevo plano, constituído por areias quartzosas marinhas e cordões de imensas dunas de coloração branca, as quais assemelham-se a “lençóis jogados sobre a cama” (ICMBio, 2002, p. 5)

Essas famílias que moram no entorno do Parque interagem com diferentes formas de vida que fazem parte desse geossistema, reproduzindo o seu próprio modo de vida (Figura 4). Devido a essa proximidade tão intrínseca com a paisagem dessa UC, qualquer iniciativa que implique o PNLM deve ser levada em consideração as comunidades tradicionais que vivem neste território, uma vez que a missão de uma UC é a proteção integral, isso inclui tanto a proteção à biodiversidade identificada nos diferentes ambientes como também ao modo de vida das populações tradicionais ali existentes (Santos e Rocha, 2020)

Figura 4 – Comunidades tradicionais ao longo do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses



(A)Queimada dos Britos; (B) Rancharia; (C) Canto dos Lençóis

Fonte: Dados da pesquisa (2023)

A ocupação destas comunidades em Unidades de Conservação destinadas à preservação e conservação da biodiversidade foram ocupadas desde tempos remotos, sendo necessário levar em conta as manifestações culturais e materiais desses grupos e a representação dos espaços habitados por eles (Margem et al, 2008).

Nestas comunidades tradicionais o acesso às políticas públicas como escolas geridas pelo governo ou municípios ainda não foram devidamente supridas e acesso ao ensino fundamental não é de acesso a todas, apenas algumas possuem agentes de saúde advindo das sedes dos municípios no qual essas comunidades pertencem, assim como raramente possuem acesso à política pública de energia elétrica, disponível em povoados fora do Parque nacional dos Lençóis Maranhenses, com exceção de Atins (Dias, 2017).

No município de Barreirinhas, que possui a maior parte das pesquisas com comunidades tradicionais que habitam o PNLM, estão presente 17 comunidades. Onde 16 estão presentes no interior do Parque, como Achuí; Baixa da Onça, Bracinho, Buriti Amarelo, Buritizal, Canto do Atins, Cedro, Janaúba, Lavado do Serrano (Marca d'água), Mata Fome, Mirinzal, Ponta do Mangue, Santo Antônio, Tratada de Cima, Tratada dos Carlos, Tucuns e Vargem D'água, pelo menos cinco dessas comunidades não possuem associação formalizada tratando-se de comunidades com reduzido número de família residindo, assim, não há número suficiente de potenciais associados para formalização de uma associação de moradores, porém possuem algumas organizações sociais atuantes nas comunidades como Igreja Católica, Sindicato dos Trabalhadores Rurais, Associação da Funerária, Turismo de Base Comunitária e Igreja Adventista (Kroeff; Böhmii, 2014).

As atividades realizadas pelas comunidades além da agricultura de subsistência, criação de animais de pequeno porte de forma semi-intensiva ou extensiva, pesca e extrativismo vegetal e animal é o turismo. No território que abrange o PNLM já existe comunidades tradicionais totalmente adaptadas ao turismo como é o caso de Atins, que além do turismo se mantém pela pesca.

O turismo, tal como outras atividades realizadas em outras comunidades e povoados do Parque é bastante marcado pela sazonalidade, onde o período das chuvas, que ocorre de janeiro a junho, possibilita também a cheia das lagoas e de outros corpos hídricos como os Igarapés e rios temporários aumentando a procura por passeios turísticos. Enquanto no período de estiagem de intensificação dos ventos, os meses mais secos (de agosto a outubro) são marcados por outras atividades tradicionalmente realizadas nestas comunidades como no caso da pesca artesanal nas comunidades litorâneas (Santos, 2021).

Apesar do turismo ter começado a fazer parte das atividades econômicas de algumas comunidades tradicionais, estudos indicam que apesar da atividade turística ser uma vocação do Parque, o desenvolvimento desta atividade ocorre de maneira desordenada levando a impactos ambientais maiores que os benefícios socioeconômicos (IMESC, 2023). Desde o estabelecimento do Parque como uma UC e a constituição do seu plano de manejo, algumas atividades tradicionalmente realizadas pelas comunidades tradicionais foram consideradas “atividades conflitantes” iniciando uma série de conflitos socioambientais.

Inicialmente o PNLN foi inserido no grupo das Unidades de Proteção Integral (UPI) a partir da aprovação da Lei nº 9.985 do Decreto Federal nº 86.060, num contexto histórico em que predominava a concepção dicotômica sociedade-natureza, a criação de tal área pressupõe a preservação de espécies da flora e da fauna, restringindo o acesso a seus recursos naturais, assim como do seu entorno, definido como Zona de Amortecimento, com condicionantes ambientais para sua utilização e proibição, em tese, da existência de populações humanas em seu interior (Terra, 2017).

Segundo Terra (2017) a legislação estabeleceu restrições que impactam o modo de vida e a subsistência dessas comunidades tradicionais no interior do PNLN:

“Por força dessa legislação, estabeleceu-se uma série de restrições às comunidades tradicionais que habitam o interior do parque e que se servem dos recursos naturais e dos atributos do lugar para sua subsistência, por meio de atividades como pesca, roça, pecuária extensiva e extrativismo, entre outras. O conjunto de exigências impostas pelo documento legal impactou uma população que, desde as grandes secas do final do século XIX, se instalou nas bordas dos Lençóis e, a partir de então, vem desenvolvendo uma prática de subsistência na área, habituada às suas tradições nos padrões de uso e ocupação do solo. A medida teve como consequência direta o acirramento dos conflitos preexistentes e o afloramento de outros, mais complexos, com reflexos na gestão do território do parque” (Terra, 2017, p. 248).

A relação sociedade-natureza dessas famílias no PNLN foram alteradas restringindo as formas de uso, as regras de apropriação e os regimes de propriedade junto a população das comunidades, onde foram gerados conflitos a partir das restrições de uso do espaço e dos recursos do parque nacional que foram impostas aos moradores. De modo que a criação do PARNA conduziu mudanças que afetaram o modo de vida dos moradores que não podem realizar novas construções, nem tirar madeira para construção de suas casas e a disposição dos barcos de pescaria, tendo ainda o controle do tipo de malha a ser usada na pesca e a caça de pássaros e mamíferos é proibida. Tendo que conviver com as regras do Plano de Manejo (Moura, 2012).

O cenário de constantes proibições, restrições, sanções e ausência de políticas públicas tem levado muitas famílias a sair de suas localidades para outras fora do perímetro

do PNLM, seja sede dos municípios, outros municípios ou outros Estados. Algumas famílias construíram casas para seus filhos em outras localidades fora do Parque como alternativa caso sejam obrigadas a se retirarem pelo ICMbio, outras famílias que um dos conjugues, oriundo de localidade fora do parque deixou sua casa e voltou a morar na localidade de origem ou o conjugue oriundo de localidades fora do parque construiu e mantém casa também neste lugar (Dias, 2017).

O relatório da International Union for Conservation of Nature (IUCN) recomenda que sejam evitados os conflitos e interpretadas as bases da cultura local para o processo de tomada de decisões. Da mesma forma, o SNUC também preconiza que as populações tradicionais devem ter seus meios de vida e cultura protegidos e valorizados, de modo que a implementação de uma UC deve ser feita de forma democrática, mediante consultas populares (Terra, 2017).

As comunidades tradicionais da área ainda mantêm um modo de vida tradicional, essencial para a conservação e a utilização sustentável da biodiversidade, uma vez que em muitos casos a conservação da natureza é produto da ação das sociedades e culturas humanas, em particular das sociedades tradicionais.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste trabalho realizou-se uma abordagem metodológica sistêmica de ordem quantitativa e qualitativa, tendo o Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses e os municípios que fazem interface com o parque como uma unidade territorial, baseada na abordagem científico-metodológica proposta por Rodriguez; Silva e Cavalcanti (2022). Buscando trazer o enfoque estrutural e funcional para o estudo da Paisagem a partir da divisão em Unidades Geocológicas traçadas na área de estudo, sendo caracterizada pela homogeneidade das condições naturais em cada nível taxonômico.

As fases metodológicas que nortearam esta pesquisa também são baseadas nos postulados de Rodriguez; Silva; Cavalcanti (2022) através da análise histórico natural, sendo compostas pelas seguintes etapas: organização, inventário, análise, diagnóstico e proposição.

3.1 Fase de Organização e Inventário

Na fase de organização delinear-se os elementos fundamentais que definiram os objetivos e o desenho do trabalho, com a determinação das categorias de planejamento que se utilizaram para a delimitação da área de pesquisa, delineamento de objetivos, elaboração das justificativas e das hipóteses.

Para o entendimento do Parque Nacional do Lençóis Maranhenses e seu entorno enquanto um sistema integrado que dispõe de inter-relações entre os seus componentes, foi necessário compartimentar o sistema em divisões importantes para a análise, como os sistemas marinho, litorâneo, fluvial e terrestre.

O presente trabalho foi realizado em escala de análise regional e local de 1:100.00, entretanto por ser analisado toda a extensão de três municípios foi definido a escala cartográfica apenas escala regional de 1:400.000 e 1:500.000, compreendendo toda a área do PNLN e seus municípios de interface, inclusive áreas predeterminadas pela Zona de Amortecimento, constituindo uma grande unidade paisagística para o entendimento das relações sistêmicas que se pontuam a nível local. Entende-se que diferentes escalas mudam os elementos de dominância em uma paisagem, uma vez que estas diferentes escalas foram determinantes para análise funcional das paisagens na área de estudo.

O recorte compreendido entre a área dos municípios e a ZA do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses constituiu neste estudo, a grande unidade paisagística regional. Sendo, sobretudo, um recurso analítico para o entendimento das relações sistêmicas que se pontuam a nível local. Desse modo, a análise no nível regional tem como função aprofundar

os aspectos físicos que dinamizam as relações locais, possibilitando dar respostas frente aos mais significativos problemas ambientais e sociais com maior influência sobre a dinâmica paisagística local, bem como entender de que maneira os processos regionais compreendidos influenciam e modificam a estrutura e funcionamento das paisagens locais do PNLM e sua área de entorno.

Na fase de inventário da pesquisa foi realizado o levantamento cartográfico dos elementos e condicionantes da paisagem, ou seja, levantamentos geológicos, geomorfológicos, hidrológicos, pedológicos e de cobertura vegetal que foram necessários para caracterização geral do território, assim como o levantamento bibliográfico para obtenção de dados secundários e fundamentação teórica sobre a Geoecologia das Paisagens do PNLM.

Associado às consultas bibliográficas, foram realizados trabalhos de campo para reconhecimentos iniciais, levantamentos e identificação dos elementos condicionantes da paisagem, possíveis problemas ambientais e interação antropogênica nos municípios que trouxeram suporte à elaboração dos mapas, tabelas, perfis e cenários na fase posterior.

Na etapa de campo incluíram o georreferenciamento das características naturais e antropogênicas utilizando um Garmin Etrex 20 Global Positioning System (GPS). Esses recursos foram fotografados com uma câmera digital profissional. Fotos aéreas foram capturadas com um drone DJI Phantom-4, como etapa de validação laboratorial, voando de 50 a 90 m de altura.

As fontes cartográficas utilizadas para os limites da área de estudo foram fornecidas por variadas instituições públicas. O software QGIS 3.28.4 LTR foi utilizado na estruturação do banco de dados, ou seja, na definição de categorias (tipos de dados). Foi utilizada a projeção SIRGAS 2000. Os limites municipais do Brasil em uma escala de 1:250.000, obtidos no site do IBGE. Os dados de vegetação, em uma escala de 1:200.000, foram obtidos no site do ICMBio (icmbio.gov.br/ran/downloads.html). Os dados vetoriais de geologia foram obtidos do projeto RADAMBRASIL do Serviço Geológico do Brasil - CPRM e a tipologia geomorfológica, assim como os dados litológicos e estruturas de drenagem foram obtidos no site do Serviço Geológico do Brasil - CPRM, GEOBANK.

Os dados para a análise de uso, cobertura e ocupação do PNLM foram obtidos através dos dados do Zoneamento Ecológico Econômico do Bioma Cerrado e Sistema Costeiro do Maranhão realizado pelo Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos (IMESC), no qual foram organizadas as escalas de acordo com a necessidade

do estudo, assim como alguns indicadores socioeconômicos das populações adjacentes e das comunidades tradicionais que vivem dentro nos limites do parque.

Os dados de precipitação, temperatura média e velocidade do vento foram adquiridos no banco de dados do *climateengine*, no qual foram utilizados dados dos últimos 40 anos de toda a área circundantes do PNLM, sendo gerados gráficos e um mapa de precipitação.

A partir deste levantamento de dados na fase de inventário foram confeccionados mapas temáticos com todos os elementos que compõe a paisagem, sendo gerados mapa de geologia, geomorfologia, hipsometria, hidrografia, precipitação chuvosa, solos, vegetação e uso da terra, que foram tratados como condicionantes paisagísticos do PNLM, que serviram como documento base para outros mapas temáticos e para proposição de zoneamento e planejamento ambiental.

3.2 Fase de análise

3.2.1 Análise dos condicionantes da paisagem e delimitação de unidades geoecológicas

Esta etapa teve como base a fase de inventário, na qual destinou-se a analisar e interpretar todos os dados referentes à interação entre os componentes naturais, sociais e econômicos. Assim como, a análise das propriedades das unidades naturais para a determinação da estrutura espacial e funcionamento da área de estudo. Segundo Rodriguez; Silva; Cavalcanti (2022) a "análise paisagística" é o conjunto de métodos e procedimentos técnico-analíticos que permitem conhecer e explicar a estrutura da paisagem, suas propriedades, índices e parâmetros sobre a dinâmica.

Na fase de análise foi realizada a interpretação de todos os dados obtidos na fase de inventário, sendo observado a interação entre os componentes naturais e socioeconômicos, assim como foi realizado a delimitação das Unidades Geoecológicas (UG's), que tiveram sua estrutura espacial baseadas nas unidades geomorfológicas, que serviram como base territorial para a determinação das subunidades geoecológicas.

As Subunidades Geoecológicas (SUG's) foram determinadas a partir das outras características dos condicionantes de paisagem, sendo determinadas a partir da UG (unidade geomorfológica) + cobertura vegetal ou UG (unidade geomorfológica) + cobertura vegetal + Uso Antrópico, facilitando assim a determinação da estrutura espacial e funcionamento do PNLM e seu entorno.

A partir da determinação das UG's e SUG's da paisagem da área de estudo foi realizado um mapeamento temático utilizando análises integradas dos dados referentes aos aspectos físicos e as características decorrentes do uso e ocupação da terra, inclusive associando com as áreas urbanizadas, semiurbanizadas ou grandes áreas agropecuárias.

3.2.2 Estrutura horizontal (planas) das unidades de paisagens

O enfoque estrutural utilizado neste trabalho foi a análise da estrutura horizontal das unidades e subunidades geocológicas das paisagens, no qual foi baseado na metodologia descrita por Vidal e Mascarenhas (2020), que definem a estrutura horizontal como a constituição genético-morfológica ou plana representada por elementos que se repetem na organização da dinâmica e dos componentes; é estudada pela análise da imagem da paisagem natural do território e se define como um mosaico de unidades.

Para a análise da estrutura horizontal das paisagens foram atribuídos métricas nas unidades geocológicas definindo-se contornos e formas da estrutura horizontal. Esse entendimento sobre a organização espacial frente à estrutura da paisagem implica na busca das formas adequadas (tamanho, área, altura, forma), dos tipos e intensidades de usos do solo, em dependência das características da estrutura e funcionalidade da paisagem.

De acordo com Vidal e Mascarenhas (2020) e Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2022), a estrutura horizontal, pode variar em função de mecanismos causais ocorridos ao longo do tempo histórico, distinguindo-se as tipologias: (I) difusa, (II) em faixa, (III) indeterminada, (IV) alternada, (V) mosaico e (VI) concêntrica. Essa premissa foi utilizada na análise estrutural das UG's e SUG's gerando-se um mapa temático que auxiliou na discussão desses resultados.

A outra interpretação na estrutura das paisagens foi realizada a partir das ações naturais e antrópicas em cada SUG's presente na área de estudo, tomando como base, aspectos geométricos de seus contornos. A análise dessas estruturas planas considerou a distribuição dos contornos de acordo com um dado sistema de linhas e traçados, distância entre os contornos, comprimento, sinuosidade e extensão. A classificação das formas foi adaptada da metodologia abordada por Vidal e Mascarenhas (2020) que classificaram como: (I) alongadas; (II) curvilíneas; (III) geométricas.

3.2.3 Estrutura funcional das unidades de paisagens

A estrutura funcional no presente estudo foi determinada pela interação entre os elementos espaciais que se interligam pelos geofluxos (relações laterais). Obedecendo a premissa de Rodriguez; Silva; Cavalcanti (2022) e Vidal e Mascarenhas (2020), que atribuem o entendimento das relações laterais pelas diferentes quantidades de matéria e energia que circulam no sistema, armazenadas ou retidas temporariamente, em outro momento disponibilizadas para a estruturação horizontal ou vertical.

A análise da estrutura funcional nas UG's na paisagem do PNLM e seu entorno foram determinados através das relações laterais, resultantes da integração entre as paisagens a partir de redes ou canais por vias de transmissão dos fluxos de matéria, energia e informação; as trocas de energia e substâncias que acontecem regularmente.

Os geofluxos do PNLM foram determinados a partir da classificação atribuídos por Rodriguez; Silva; Cavalcanti (2022); Vidal e Mascarenhas, (2020), no qual foi classificado como relações: (I) hídrico-litorâneo; (II) hídrico-estuarino; (III) litorâneo-eólico; (IV) hídrico-fluvial; (V) hídrico-subterrâneo; (VI) fluxo gravitacional.

Outro fator utilizado para a discussão da estrutura funcional das UG's na paisagem do PNLM e seu entorno são as funções sistêmicas, no qual são determinadas as principais funções de forma sistêmica que as UG's desempenham. Estas funções sistêmicas foram definidas na pesquisa como: (I) função de acumulação; (II) função de emissão; (III) função de transmissão.

Segundo Vidal, Silva, Rodriguez e Mascarenhas (2014), toda paisagem desenvolve um conjunto de funções geocológicas advindas das relações genéticas entre seus elementos estruturais, ou seja, a gênese da paisagem é condicionada aos tipos de processo e aos componentes geoambientais mais atuantes. A partir desta premissa foi determinado para a composição da estrutura funcional, as funções geocológicas presentes no PNLM e seu entorno, atuando em conjunto com as funções sistêmicas e geofluxos. As funções geocológicas determinadas na área de estudo: (I) função de força; (II) função de entrada; (III) função de armazenamento (IV) função de produção; (V) função de regulação e (VI) função de interação.

A estrutura horizontal e funcional das UG's e SUG's serviram como base de análise e determinação do estado ambiental, zoneamento funcional e proposições de planejamento ambiental no último capítulo desta tese.

3.3 Fase de diagnóstico

3.3.1 Estado Ambiental da paisagem

Na fase de diagnóstico foi realizado um levantamento das interações funcionais, através da interpretação todo o material produzido nas fases anteriores, descrevendo os principais problemas e potencialidades do PNLN e seu entorno. Para a elaboração do diagnóstico da área, foram tomadas como base fundamental as unidades e subunidades geológicas, identificadas, caracterizadas e delimitadas na fase de análise, levando em consideração a estrutura e a ação antrópica sobre estas.

Para determinação do diagnóstico foram realizadas a avaliação da degradação através dos processos geológico degradantes nas UG e a avaliação do estado ambiental das paisagens através da sua situação geológica, produzindo-se um quadro-síntese, no qual foram identificados os principais problemas ambientais registrados na área pesquisada.

O estado ambiental da paisagem (situação geológica) é determinado pelo tipo e grau de impacto e a capacidade de reação do geossistema. No presente estudo a distinção das classes do estado geológico das paisagens baseou-se na proposta de Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2022), composta pelas classes:

- Estável ou não alterado: conserva-se a estrutura original, não havendo problemas ambientais significativos que deteriore a paisagem, uma vez que o nível da dinâmica geológica tem um caráter natural.
- Medianamente estável (sustentável): refletem poucas mudanças na estrutura, incidindo alguns problemas de intensidade leve a moderada, que não alteram o potencial natural e a integridade do geossistema.
- Instável (insustentável): fortes mudanças da estrutura espacial e funcional, de tal maneira que não consegue cumprir as funções ecológicas, porém parte do geossistema, mesmo assim conserva a integridade, mesmo com um declínio na produtividade e que esta provavelmente se perca no curso de uma geração;
- Crítico: perda parcial da estrutura espacial e funcional com eliminação paulatina das funções ecológicas, manifestando-se um número significativo de problemas ambientais de forte intensidade.
- Muito crítico: perda e alteração generalizada da estrutura espacial e funcional. O geossistema não está em condições de cumprir as funções geológicas, no qual foi perdido qualquer potencial de recurso, não sendo adequadas atualmente para nenhum uso humano.

3.4 Fase de Proposição

3.4.1 Zoneamento funcional geoecológico como proposta de planejamento ambiental

A realizar-se a identificação das unidades geoecológicas, assim como suas estruturas e funcionamento na fase de análise e o diagnóstico do estado ambiental dessas paisagens compartmentalizadas, obtivemos subsídios para realizar o zoneamento funcional geoecológico, no qual apontará propostas de atividades adequadas.

A partir do zoneamento ambiental (compartmentalizado em unidades) constitui-se uma das bases essenciais para se estabelecerem as estratégias de planejamento de um território, estabelecendo os limites espaciais, nos quais se instituirão as ações de gestão, por meio de um zoneamento funcional, estabelecido por zonas sobre a qual se vincularão as políticas públicas e ações de gestão do território (Silva; Rodriguez, 2014)

As propostas tiveram como base cartográfica a compartmentalização das unidades geoecológicas (com base na geomorfologia) e atividades adequadas, realizando-se um agrupamento em zonas. A elaboração do mapa temático de zoneamento funcional é a base para discussões de propostas de planejamento e gestão ambiental no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses e nos territórios dos municípios de Barreirinhas, Santo Amaro do Maranhão e Primeira Cruz, devendo percorrer um conjunto de percursos diretamente vinculado ao meio ambiente e suas particularidades.

4. CONFIGURAÇÃO GEOAMBIENTAL DOS CONDICIONANTES DA PAISAGEM DO PARQUE NACIONAL DOS LENÇÓIS MARANHENSES.

A investigação dos condicionantes da Paisagem possui caráter essencial no desenvolvimento e discussão dos resultados nesta pesquisa, onde foi elaborado um capítulo dedicado a estes elementos e sua interação geossistêmica. No decorrer do capítulo são discutidos a formação geológica, geomorfológica, hipsométrica, climática, hidrográfica, pedológica, fitogeográfica e uso/ocupação antrópica, voltados a compreensão da relação entre esses condicionantes na composição da Paisagem do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses.

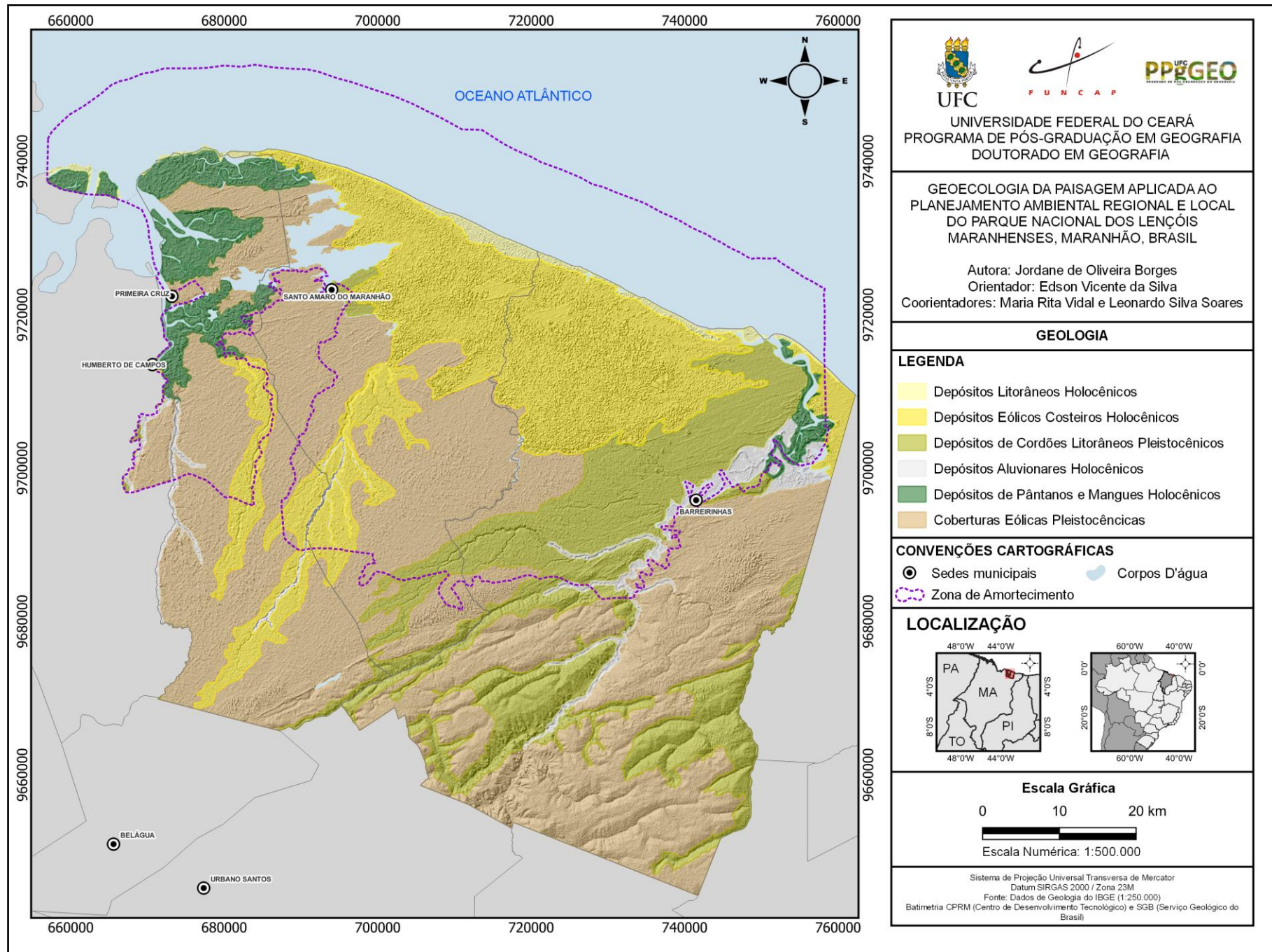
4.1 Aspectos geológicos e geomorfológicos

A base litoestratográfica presente no PNLM e no seu entorno está associada às unidades geomorfológicas. A composição geológica visível na área de estudo, está quantificada em sua maioria no período quaternário, basicamente no Holoceno, composta principalmente por depósitos litorâneos, pântanos, aluvionares e eólicos, este último compõe a área do campo de dunas sobre a planície litorânea e avança sobre a planície fluvial do rio Alegre. A formação do tabuleiro predomina-se o aspecto litoestratográfico do grupo Barreiras ainda no terciário e coberturas deste período, tornam-se o principal componente formador do tabuleiro, podendo ser observado cordões litorâneos pleistocênicos e depósitos eólicos pleistocênicos (Figura 5).

Segundo Vasconcelos et al (2004); Gastão e Maia (2010) na costa leste maranhense os depósitos sedimentares quaternários sobrepõe-se a sul à Formação Itapecuru, datado em idade cretácea e a leste à Grupo Barreiras, atribuídas ao Neógeno e à Bacia sedimentar de Barreirinhas, da qual teve a evolução tectônica apresentando reflexos em reativações neotectônicas durante o Quaternário.

Geologicamente, a Bacia Sedimentar Cretácea de Barreirinhas, conta com a presença de duas unidades estratigráficas bem definidas: o Grupo Barreiras e os Depósitos Aluvionares. Na porção leste da cidade são encontrados correspondentes a depósitos eólicos a porção a leste da cidade de Barreirinhas corresponderia a depósitos eólicos, sem morfologia preservada, do Pós-Barreiras, mais antigos que os depósitos com feições eólicas preservadas no sudeste da área como pertencem a Formação Barreiras (Almeida-Filho et al.,2009; Gastão e Maia, 2010)

Figura 5 – Aspectos geológicos do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses e seu entorno.



Fonte: dados da pesquisa (2024).

Os depósitos quartzosos litorâneos marinhos e eólicos estão presentes por toda a extensão da costa, são preenchidos por sedimentos compostos por areias quartzosas finas e muito finas, modeladas pela ação eólica. O campo de dunas ativas do PNLM é formado por esse depósito litorâneos e com ação eólica, resultado de um processo de sedimentação ocorrido no quaternário, estabilizados uma grande área de dunas ativas (dunas móveis) e um campo de paleodunas circundantes com sua formação advinda a partir da formação barreiras, no qual os eventos de tectônica sedimentar ocorridos no plio-pleistoceno (Suguió, 2017).

Na Bacia do Rio Preguiças ao longo do rio principal, temos uma grande bacia de depósitos aluvionares formadas no holocênico, que são formados por sedimentos clásticos (cascalhos, areias e finos), depositados pelo sistema fluvial da bacia do rio Preguiças no leito e nas margens das drenagens, incluindo as planícies de inundação. Segundo Magalhães Júnior e Barros (2020), esses depósitos são muito retrabalhados e mutáveis como decorrência dos processos de transporte e erosão fluvial a que estão expostos.

Semelhante a este trabalho, Santos (2009) também observaram e caracterizaram as coberturas do período quaternário no PNLM e seus entorno em Depósitos de Cordões Litorâneos; Depósitos de Mangues, Depósitos Marinhos Litorâneos, Depósitos Eólicos Litorâneos, Depósitos Fluviomarinhos, Aluvionares e Coluvionares.

Os depósitos eólicos costeiros são visíveis ao longo da Bacia do rio Alegre, no qual a composição de sedimentos é semelhante ao do campo de dunas. Esses sistemas eólicos costeiros encontram-se sob influência direta das flutuações Globais do nível do mar e do clima, sendo produtos da atuação dos ventos alísios e precipitações comandadas pelas variações hemisféricas da Zona de Convergência Intertropical tornando-se imprescindível na formação e preservação desses depósitos (Sawakuchi et al., 2016).

Segundo Zular (2016), as sucessões de dunas registram o efeito da Zona de Convergência Intertropical na dinâmica eólica, e a do nível relativo do mar, no caso dos campos de dunas do PNLM, sendo variável a intensidade de ação dessas forçantes na sedimentação eólica. A deposição eólica nesta área ocorreu predominantemente em condições de queda das flutuações globais do nível relativo do mar, sugerindo que a plataforma continental não foi completamente vegetada em períodos específicos, havendo disponibilidade de sedimentos retrabalhados diretamente da plataforma exposta que acumularam na zona de intermaré para serem levados pelo vento.

Vital (2014) ressalta que a área do PNLM possui a acumulação de sedimentos maior no depósito eólico do Maranhão, devido ao barramento hidráulico da corrente de deriva

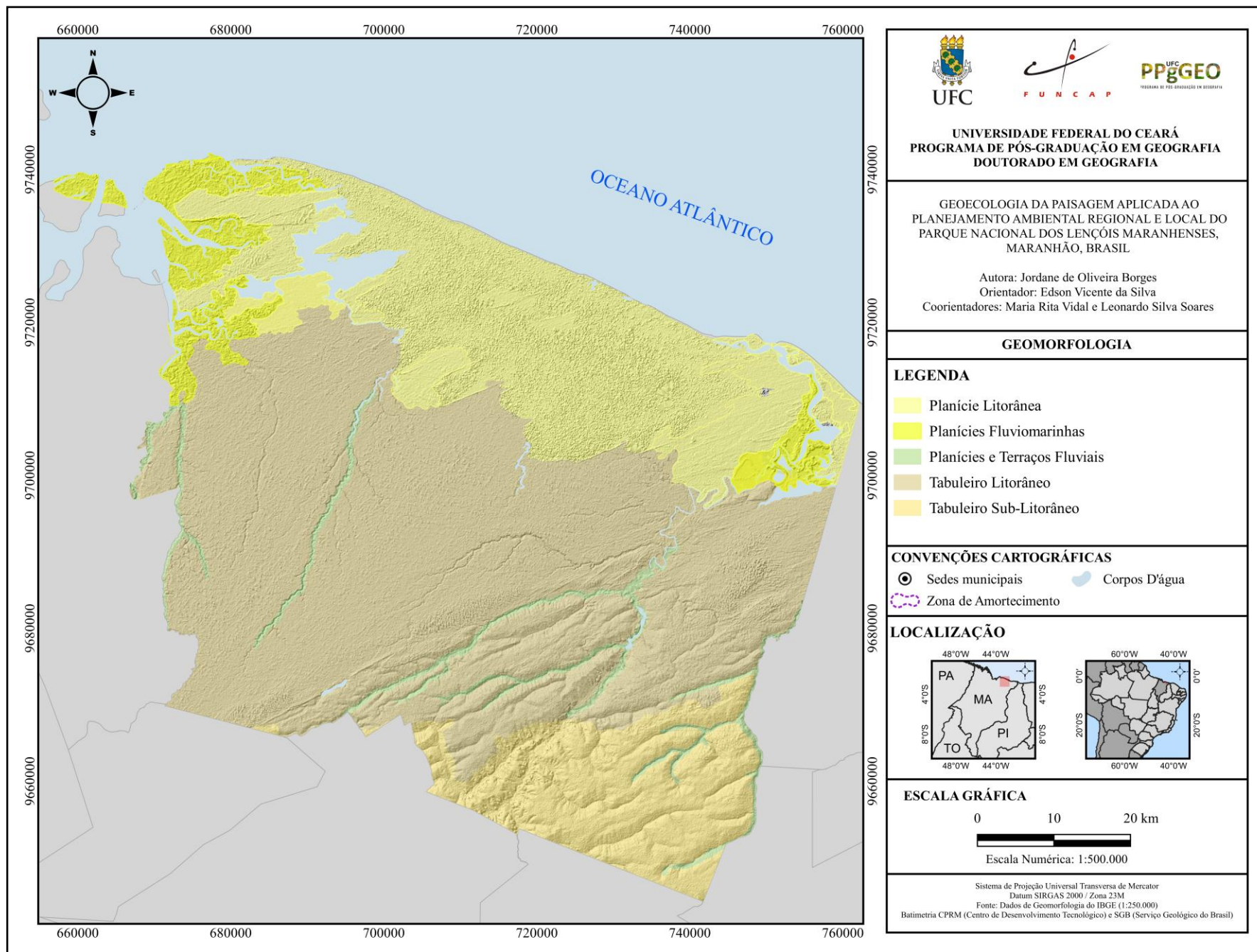
litorânea situadas a oeste do campo de dunas , associada a ventos mais fortes e a estabilização desses depósitos provavelmente teve a contribuição dos eventos associados pelo aumento da concentração da Zona Intertropical nos sedimentos eólicos, indicativo de fenômenos pedogênicos. Zular (2016) corrobora indicando que a ocorrência desses eventos de escala milenar em períodos de alta taxa de acumulação promoveu ações pedogênicas de maior intensidade, preservando os sedimentos eólicos acumulados em períodos anteriores por protegê-los de processos deflacionares.

Segundo Fitzsimmons (2009) dos indicadores de estabilização de campos de dunas é a ocorrência de níveis regionais de paleosolos que podem ser preservados em diferentes graus no registro dunar, definindo o limite superior de uma camada que indica fase de atividade eólica, mostrando sua importância para a reconstrução da história paleoambiental preservada no registro dunar, tendo em vista que os estudos paleoclimáticos a partir de sedimentos eólicos arenosos estão ligados a determinação de períodos de formação, migração, estabilização e preservação de dunas e relação destas condições com mudanças climáticas.

As formas de relevo do PNLN foram resultadas tanto da ação de deposição sedimentar como ação erosiva, caracterizadas pelas costas baixas ou planas, como exposto na Figura 6:

Os tabuleiros da área de estudo são o Tabuleiro Litorâneo, conhecido de Tabuleiro de Barreirinhas, constitui a maior unidade geomorfológica dos municípios que compõe a área de estudo, formado principalmente de cobertura e depósitos litorâneos e eólicos do pleistoceno, no qual está a maior parte das paleodunas e está recoberto pela sedimentação atual na sua porção norte referentes a área de estudo, formada pela deposição de dunas móveis que compõe o campo de dunas do PNLN. Ao sul do município de Barreirinhas pode ser encontrado a unidade geomorfológica composta pelo Tabuleiro Sub-litorâneo, com características de altimetria maior que o Tabuleiro Litorâneo.

Figura 6 – Unidades Geomorfológicas do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses e seu entorno



Fonte: dados da pesquisa (2024).

Esses tabuleiros são sustentados por rochas sedimentares pouco litificadas do Grupo Barreiras, abrangendo diversificado conjunto de padrões de relevo deposicionais de origem eólica e representa a mais extensa área de sedimentação eólica de idade quaternária no Brasil. Geralmente sustentados por rochas sedimentares com pouca litificação e caracterizados por formas de relevo tabular com extensos topos planos, com predominância de processos de pedogênese e formação de solos espessos, bem drenados e com pouca tendência a processos erosivos. Este cenário foi propício a formação dos imensos campos de dunas situado em grande parte acima deste tabuleiro e se estendem por 50 a 120 km para o interior (Soares; Santos; Szlafsztein, 2020).

Os Tabuleiros Litorâneos são formas de relevo que ocorrem na área emersa contígua à faixa litorânea, com níveis topográficos superiores aos da baixada, em geral não ultrapassando 100 metros de altitude. Os tabuleiros ocorrem contíguos ao litoral ocidental e no golfo maranhense, modelados em rochas sedimentares das formações Itapecuru e Barreiras. Na região nordeste do Maranhão, essa morfologia domina em áreas mais distantes do litoral. Nesta unidade geoambiental, as superfícies tabulares próximas ao litoral encontram-se cobertas por dunas fixas (paleodunas) até uma distância significativa da linha da costa (Feitosa, 2006). Enquanto os Tabuleiros Sublitorâneos são constituídos por depósitos sedimentares miopleistocênicos do Grupo Barreiras, possuindo o comportamento de glaciais de deposição dissecados em interflúvios tabulares (Costa et al., 2021).

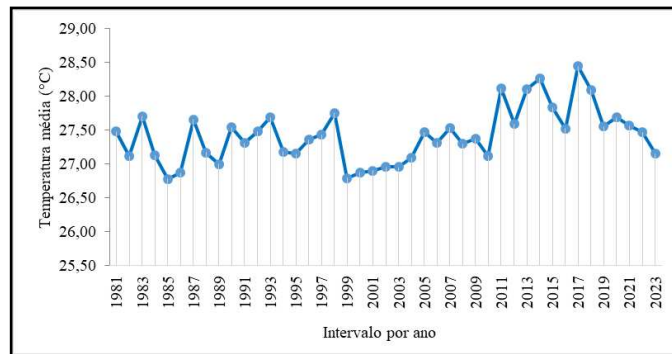
As modificações progressivas durante o período Pleistoceno-Holoceno recente foram influenciadas pelas flutuações do nível do mar, no qual podem ser também encontradas paleodunas a uma distância de aproximadamente 160 km da costa com deslocamento preferencial NE/SW e áreas de vegetação bem desenvolvida que atenuam o impacto do vento e o fluxo de sedimentos (Gorayeb et al., 2020).

4.2 Condições climáticas, hipsométricas e hidrológicas

As condições climáticas como temperatura média, velocidade do vento e Pluviometria se mantiveram constante ao longo dos últimos 40 anos, corroborando com a manutenção da paisagem na área de estudo.

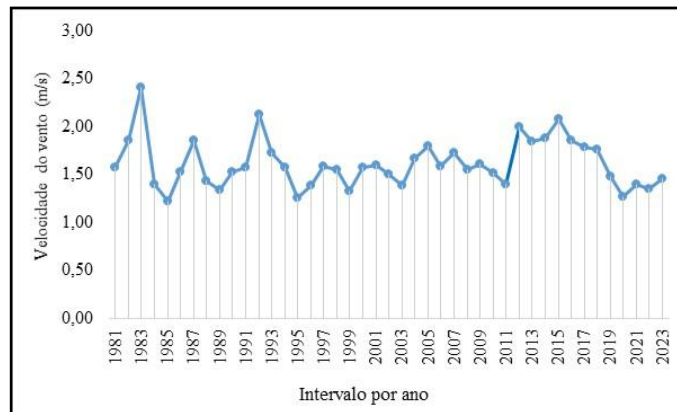
Pode-se observar de acordo com os dados anuais gerados pelo Terraclimate que a temperatura média anual mais alta ocorreu em 2017, com 28,50°C, enquanto a maior velocidade do vento em média anual ocorreu em 1984 com 2,50 m/s (Figura 7 e Figura 8).

Figura 7 – Variação das temperaturas médias anuais na região do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses



Fonte: Terraclimate (2024).

Figura 8 – Variação da média de velocidade do vento por ano na região do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses



Fonte: Terraclimate (2024).

O fluxo de ventos no PNLM ocorre a nordeste com variações que dependem da pluviometria, mas que podem variar entre 1,00 m/s e 3,00 m/s (Gonçalves et al., 2003). A corrente de vento mais atuante no PNLM é o alísio de nordeste, seguido de sudeste, pois estes ventos em conjunto com as temperaturas e o regime pluviométrico, ao encontrar um solo sedimentar moldam um relevo suavemente ondulado coberto por campos de dunas móveis cujas configurações acompanham o sentido dos ventos (Araújo e Fonseca, 2016).

Segundo Meireles (2014) as areias presentes no campo de dunas do PNLM possuem diâmetro médio da partícula de ocorrência mais frequente compreendido entre 0,177 a 0,125 mm e 0,354 a 0,250 mm, referente a areias finas e médias, respectivamente, diminuindo seu diâmetro a medida em que se afastam da linha de costa, confirmando a capacidade de transporte dos ventos alísios de NE na modelagem das feições morfológicas, aliados ao processos energéticos das ondas, das marés e da velocidade dos ventos e da disponibilidade de sedimentos.

A importância do estudo de fluxos de ventos na área de estudo efetua-se devido a modelagem e do tipo de duna presente e também na mobilização dos fluxos para a dinâmica geocológica. O PNLM possui no seu campo de dunas, as “Dunas Barcanas” que formam-se sobre a superfície praial (pós-praia) e, gradativamente vão sendo deslocadas para o interior dos campos de dunas pela ação de ventos unidirecionais (NE), aumentando suas dimensões com o sucessivo acúmulo de areia proveniente da forma em lençol. As “Dunas Transversais” localizadas nas laterais e limites interiores do maior campo de dunas do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses correspondem às dunas de maior altura de crista e menor taxa de deslocamento anual, no qual a altura dessas dunas reflete seu cavalgamento sobre o campo de “Dunas Parabólicas Fixas”, onde alcançam cotas de 50 a 60m (Gonçalves et al., 2003).

Outros tipos de dunas presentes são as “Dunas transversais de crista sinuosa” e “Dunas transversais de crista reta”, sendo que a primeira apresenta orientação, preferencialmente, perpendicular ao principal sentido dos ventos (NE) com dimensões variadas e a segunda corresponde às dunas de maior altura de crista e menor taxa de deslocamento anual retardada pelo contato frontal e lateral com a vegetação e pequenas drenagens.

Gonçalves et al., (2003) ainda caracterizam mais dois tipos de dunas, sendo estas as “Dunas oblíquas” que correspondem às formas distribuídas obliquamente em relação ao sentido dos ventos NE dominantes, controladas por fluxos aquosos (pluviosidade) no qual adquirem larguras maiores do que as originais antes de suas transformações e que podem alcançar dimensões de até 2500 metros de comprimento e as feições desenvolvidas nas porções laterais de dunas barcanas e transversais durante suas migrações, chamadas de “Cordões longitudinais”, na qual são feições desenvolvidas nas porções laterais de dunas barcanas e de transversais durante suas migrações.

A Pluviometria no PNLM e seu entorno nos últimos 40 anos variou entre 421.000 mm e 543.000 mm entre os anos de 1981 – 2023, de acordo com os dados do TerraClimate (Figura 9).

Não há significância entre as áreas de maior altimetria e a intensidade da pluviosidade, pois a maior altitude é de 115 metros. Entretanto, de acordo com as análises na área do campo de dunas do parque, a pluviosidade é um pouco mais baixa, sendo considerada com bastante umidade, o que foge totalmente da característica de deserto, apesar da aparência arenosa.

Segundo o Inmet (2020), a precipitação média anual na região é de 2.000 mm, sendo que os dois períodos distintos são uma estação chuvosa, que normalmente ocorre entre janeiro e junho, e uma estação seca entre agosto e dezembro. Essa precipitação pluvial na região é caracterizada por valores máximos de fevereiro a maio, chovendo cerca de 90% do total anual e mínimos de agosto a dezembro, chovendo apenas 10% do total anual, sendo consequência da elevada umidade do ar e da variação das perturbações de correntes, a precipitação apresenta totais pluviométricos anuais que variam de 1.473 mm a 1.623 mm no PNLN, de acordo com o IBAMA (2003), corroborando com os dados de precipitação encontrados neste trabalho.

Não foi observada correlação significativa para a atuação da altitude (hipsometria) em conjunto com a precipitação de chuvas, somente como um aspecto importante para a formação e delimitação da Paisagem do PNLN, sobretudo atua com grande influência na rede de drenagem das Bacias hidrográficas que integra o parque (Figura 10).

Segundo Machado et al. (2023) a análise hipsométrica auxiliam nas observações dos estágios de evolução do relevo e avalia a influência de fatores geológicos e tectônicos na topografia e suas modificações atuantes no relevo. A região possui valores de altitudes com predominância de superfícies mais aplainadas e com maiores elevações no setor no sul da área de estudo, algumas localidades apresentam até 115 metros nessa região.

O terreno da área de estudo possui características distintas, no baixo curso das bacias hidrográficas, onde o relevo possui baixa declividade, com uma característica hídrica heterogênea e uma drenagem de canais intermitentes em decorrência da tipologia sedimentar porosa (areia). Possui lagoas formadas através das dunas móveis dos Lençóis Maranhenses, enquanto no médio e alto curso dos sistemas de bacias hidrográficas dos rios Alegre e Negro, encontram-se terreno pantanoso, que desenvolvem os canais de médio porte sendo perenes em sua maioria com vales interdunares de drenagem pouco profundos (Gastão e Maia, 2010).

A maior altitude na área de estudo fica no alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Preguiças, possuindo total de 115 metros composto de um campo de paleodunas inativas, onde o relevo se encontra bastante suavizado com poucas ondulações.

Segundo Pereira e Lima (2024) o relevo da zona costeira do litoral oriental maranhense traz a influência dos lineamentos estruturais advindos possivelmente de eventos tectônicos mais recentes, formado por diferentes relevos, presença de lineamentos (juntas) e processos erosivos do Grupo Barreiras induzidos pela rede de drenagem da região.

O PNLN está sob abrangência de três bacias hidrográficas principais, consistindo nas Bacias do rio Preguiças na porção leste da área de estudo, o rio Negro, principal sistema no centro dos lençóis, a oeste a bacia do rio Alegre e parte do Sistema Peria, que contribui com as atividades dinâmicas dentro da ZA do parque (Figura 11).

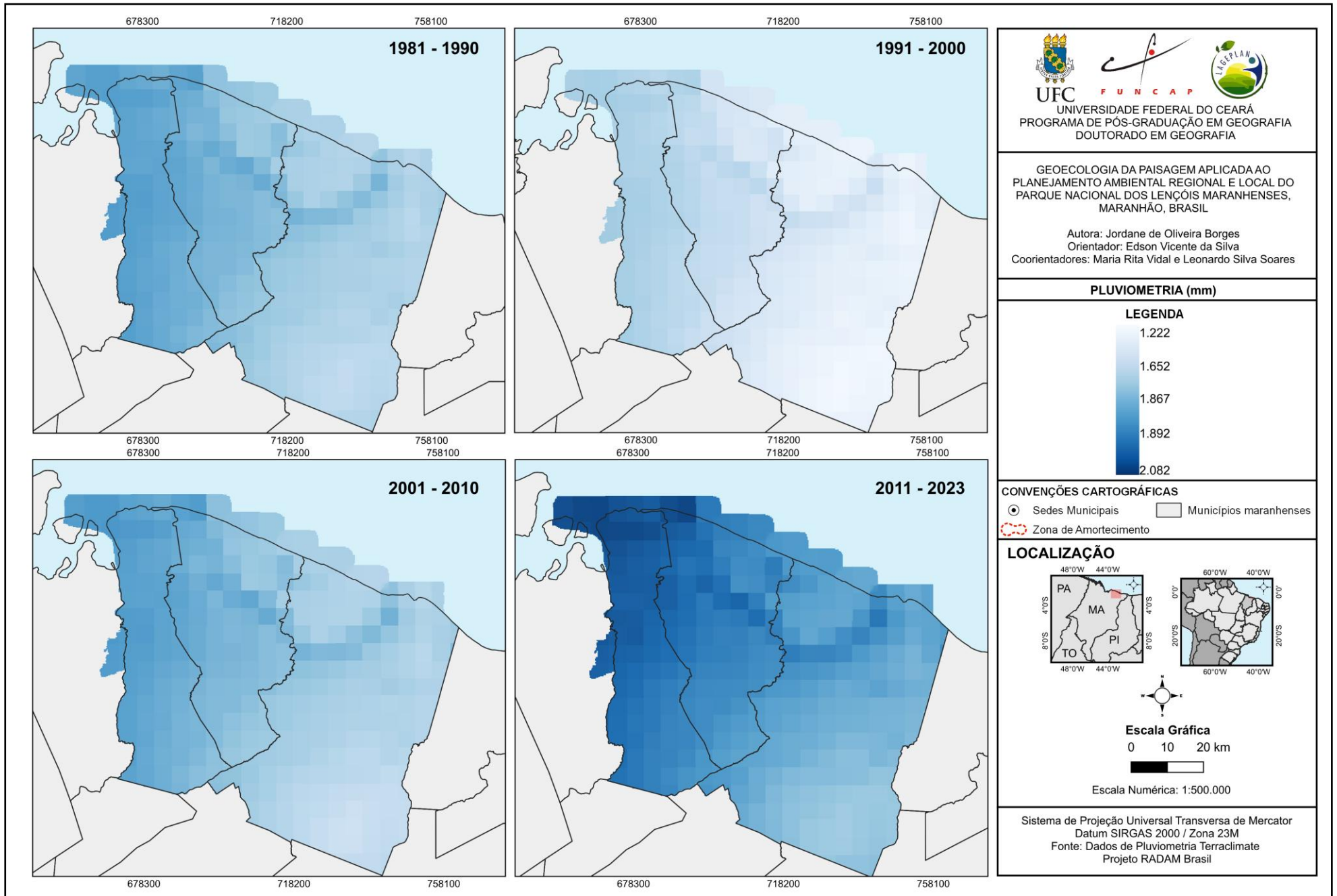
A Bacia do Rio Preguiças, tem como rio principal o Preguiças, no qual nasce entre 92 e 108 metros de altitude, possui como principais afluentes o rio Cocal, rio Guaribas, rio Juçaral, rio Maçangano, entre outros.

Essa bacia hidrográfica possui algumas distinções das demais, em seu alto curso um campo de dunas inativas com vegetação arbórea-arbustiva que abriga canais de drenagem, em sua maioria, perenes, porém com a presença também de canais intermitentes. A margem direita do alto curso abriga canais tortuosos e retilíneos, com um campo de paleodunas inativas, onde o relevo se encontra bastante suavizado com poucas ondulações (Jesus e Barreto, 2021; Machado et al., 2023).

O rio Negro, principal rio da bacia hidrográfica do rio Negro, nasce entre 76 e 92 de altitude, atravessa o campo de dunas do PNLN e contribui hidricamente com algumas lagoas no centro do parque na época chuvosa e escoar até o mar, porém no período seco possui característica endorreica e temporária, ficando retido nas lagoas na zona primitiva do parque. Esse sistema hidrográfico possui como afluentes os riachos do Sucuriú, Igarapé do Espigão e Igarapé dos ferros. No seu baixo curso o rio Negro contribui com as lagoas interdunares adjacentes ao canal do rio.

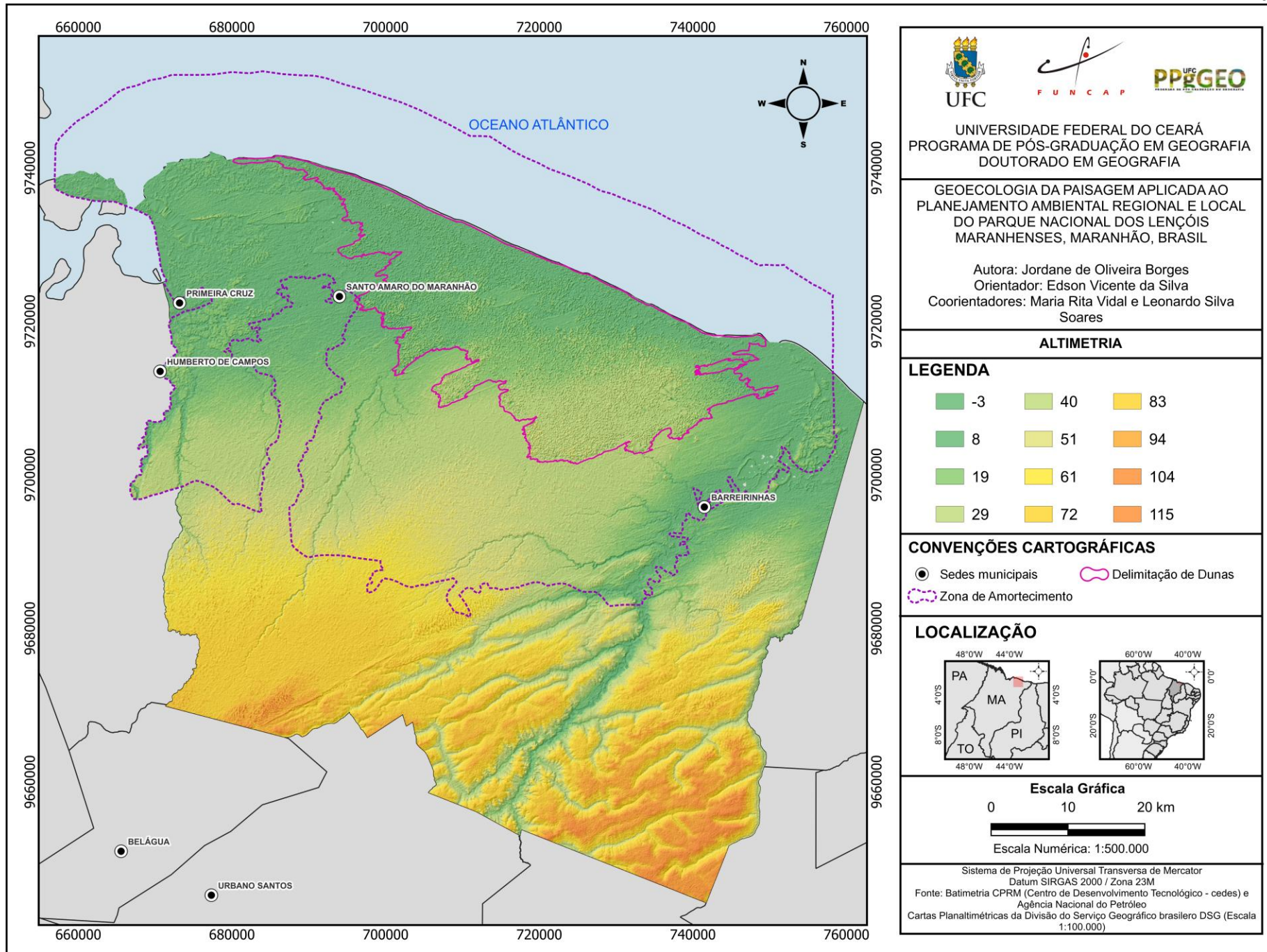
De acordo com a delimitação de lagoas realizada através de sensoriamento remoto na área do campo de dunas do PNLN foram constatadas 1913 lagoas interdunares, possuindo característica temporária, onde no período de estiagem, mais precisamente entre agosto e dezembro se reduzem, principalmente pela ausência de chuvas e no centro do parque pela evasão do rio Negro. Não há consenso do número real de lagoas na literatura, necessitando de mais trabalhos de delimitação e contagem para conhecer seu número exato.

Na Bacia Hidrográfica do rio Alegre, seu rio principal nasce entre 84 e 100m de altitude com drenagens internas e com afluentes como o rio Queixada, rio das Pedras, rio Bacabinha e riachos Baixão do Buritizal, Satuba, São Domingos entre outros. Contribui permanentemente com o Lago de Santo Amaro que dá origem ao canal de desembocadura do rio Alegre para a planície fluviomarinha no Sistema Peria e conseqüentemente até o oceano.

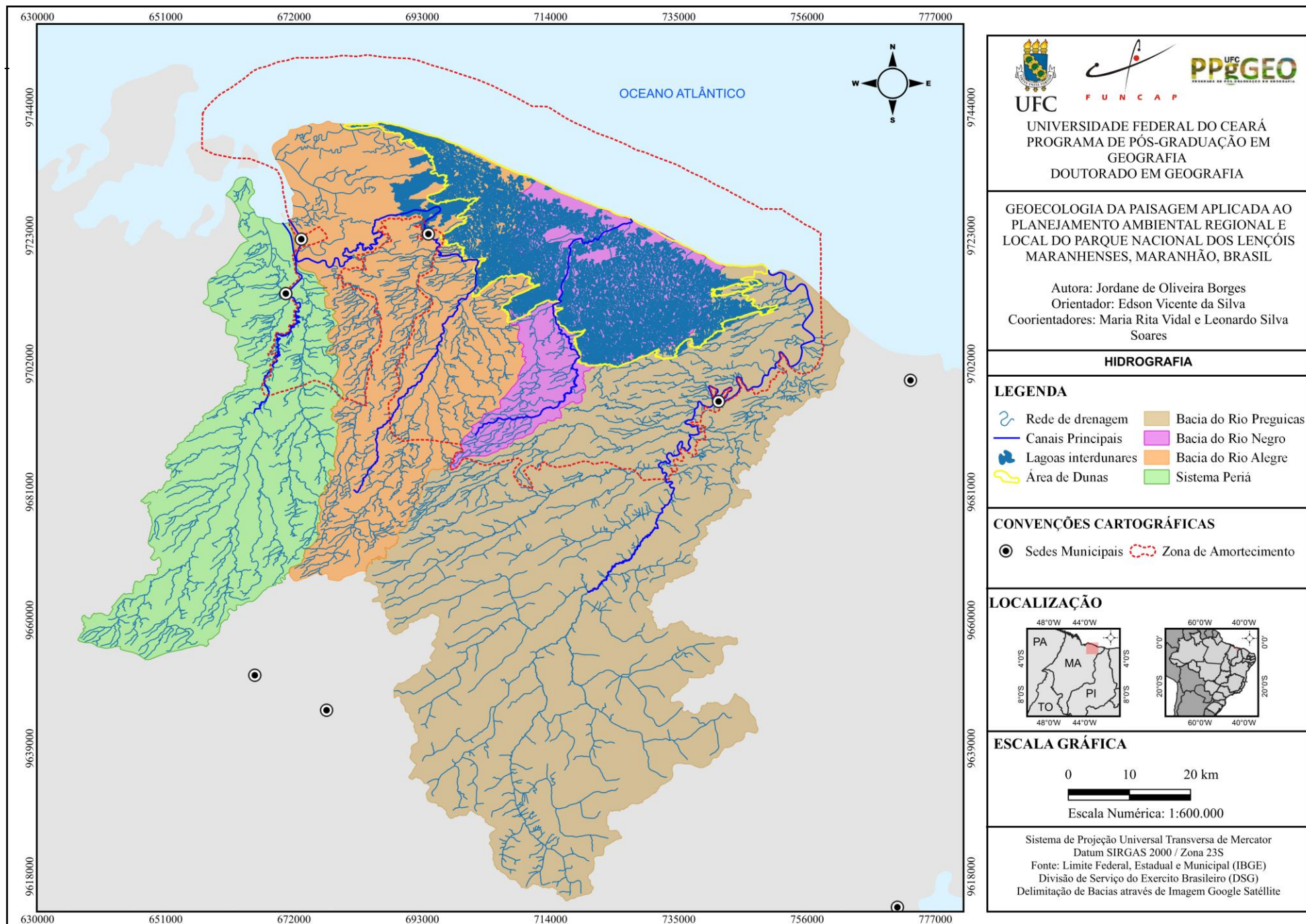


Fonte: dados da pesquisa (2024).

Figura 10 – Hipsometria do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses e seu entorno.



Fonte: dados da pesquisa (2024).



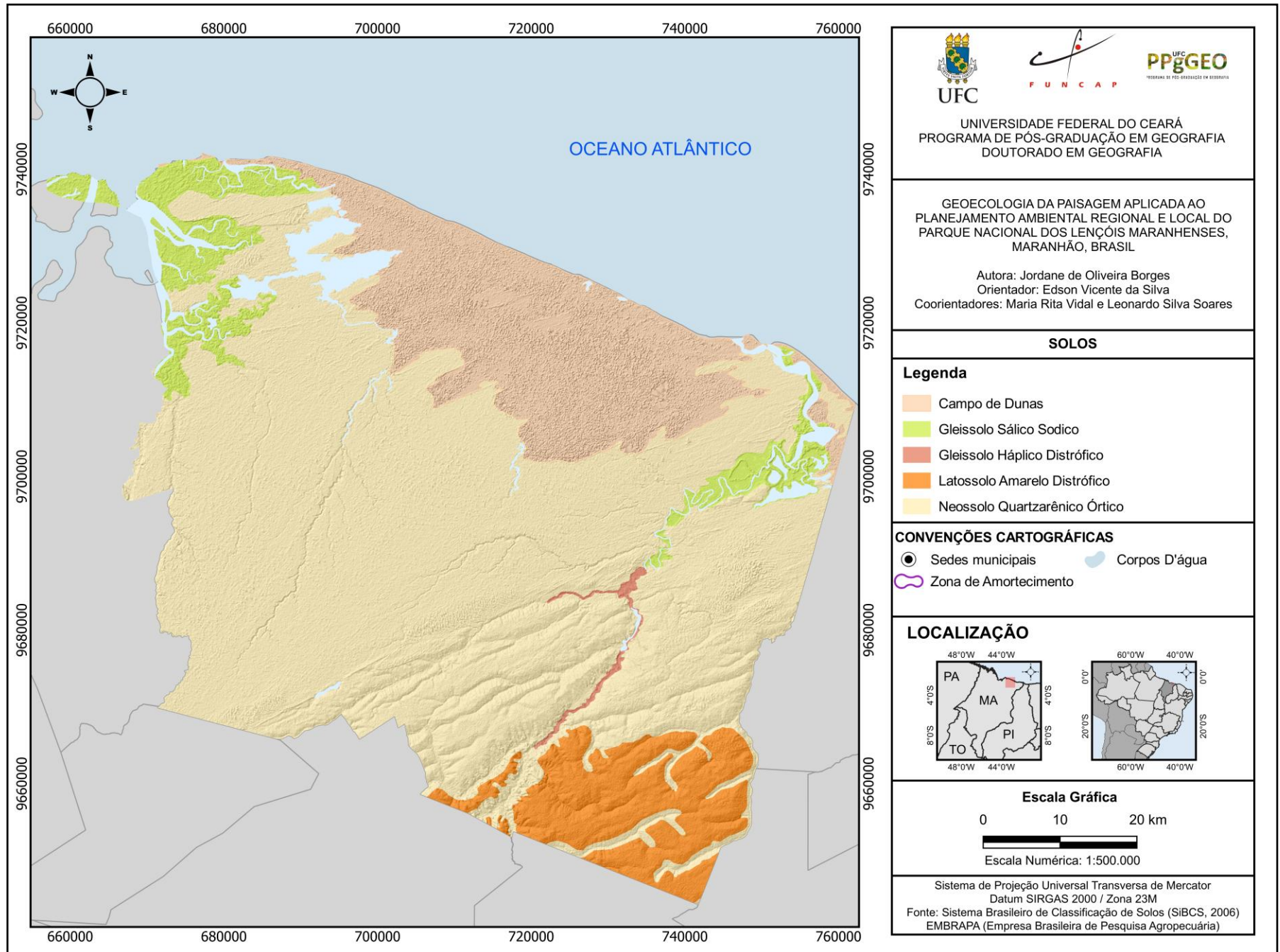
Nas bacias hidrográficas dos rios Alegre e Negro, os médios e altos cursos de ambos, possuem características hídricas bastante heterogêneas, onde os canais de drenagem de médio porte são principalmente perenes, com vales rasos e relevo ondulado (Machado et al., 2023).

O Sistema Peria possui como canal principal, o rio homônimo, que deságua próximo a Humberto de Campos. Possui apenas uma pequena parte na ZA, em que seu afluente principal, o rio da Ribeira, é o único rio que faz interface direta com o PNLM, tornando-se um importante carreador de energia para a área da planície litorânea do parque e considerado totalmente como parte da ZA. Esse rio possui como principais afluentes o riacho do Centro Velho e o riacho Bom Jesus de Baixo.

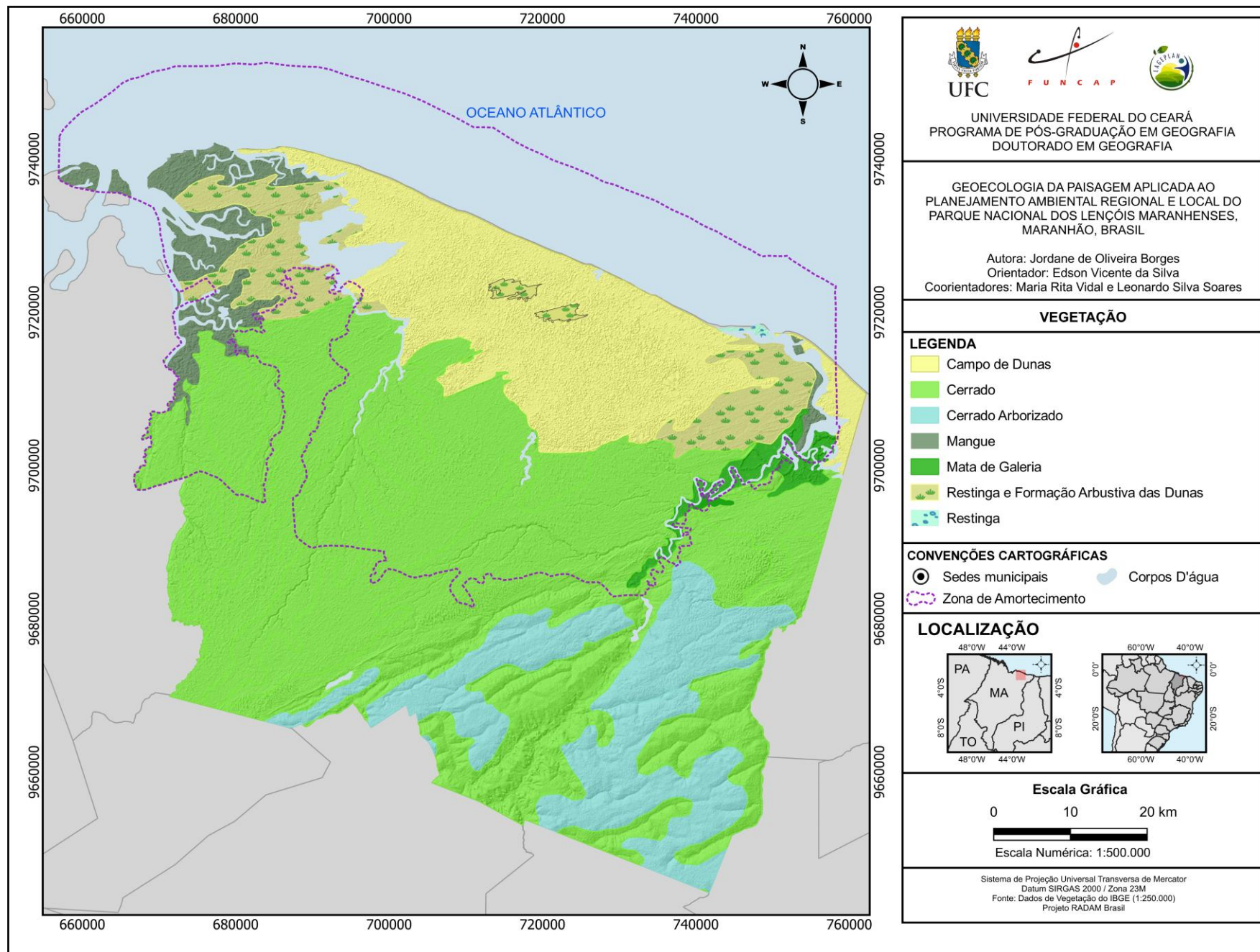
3.4 Formação do solo e vegetação

As classes de solo encontradas no PNLM são os Neossolos Quartzarênicos que compõem a maior parte da área de estudo, Latossolos amarelos presentes no Tabuleiro Sublitorâneo, Gleissolos sálicos sódicos nas áreas das planícies litorâneas (fluviomarinhas) e Gleissolos háplico em pequenas áreas do alto curso da bacia hidrográfica do rio Preguiças (Figura 12). Associado e influenciado pelo solo temos as coberturas vegetais compostas por Restingas, Formação arbustiva de dunas, Mangues, Vegetação densa com influência fluviomarinha, Cerrado e Parques de Cerrado (Figura 13 e Figura 14).

O Neossolo Quartzarênico órtico, ocorre em relevo plano ou suave ondulado, apresentando textura arenosa ao longo do perfil e cor amarelada uniforme abaixo do horizonte A, que é ligeiramente escuro. Pelo relevo característico não há uma ocorrência muito alta de processos erosivos devido à textura ser essencialmente arenosa. Segundo Santos (2018) neste tipo de solo não pode ser considerado sensato o desenvolvimento de qualquer atividade agrícola. Por serem áreas muito arenosas e de fácil mobilização de sedimentos, sendo conveniente que sejam destinadas à proteção ambiental, porém como se trata do perfil órtico não apresentam restrição ao uso e manejo.



Fonte: dados da pesquisa (2024).



Esta classe de solo possui profundidade pouco considerável, são solos com sequência de horizontes A-C ou A, AC, C sem contato lítico dentro dos primeiros 50cm de profundidade, apresentando textura arenosa nos horizontes até, no mínimo, a profundidade de 150cm a partir da superfície do solo. Machado et al (2023) estudando as Bacias Hidrográficas do Litoral Oriental do Maranhão, com interface no PNLN, ressaltam que os solos apresentaram variação espacial, possuindo a composição Neossolos Quartzarênicos Órtico, taxonomicamente pouco desenvolvidos do Grupo Barreiras no período do Terciário e sedimentos marinhos do período do Holoceno, sendo rasos ou pouco profundos, sem contato lítico dentro de 50cm de profundidade, sequência de horizontes A-C, essencialmente quartzosos, tendo, nas frações areia grossa e areia fina, ocorrem nas áreas de dunas fixas, paleodunas e nos tabuleiros pré-litorâneos.

O campo de dunas do PNLN formou-se inicialmente acima deste tipo de solo, sendo resultado de um processo de sedimentação ocorrido no quaternário, estabilizados por uma grande área de dunas ativas (dunas móveis) e um campo de paleodunas circundantes com sua formação advinda a partir do Grupo Barreiras, os eventos de transgressão marinha e o aporte de sedimento para a formação de dunas; são os responsáveis pela formação do atual cenário da zona costeira da região com grande quantidade de areias quartzosas (Gastão e Maia, 2010).

A cobertura vegetal característica deste tipo de solo é o Cerrado (Formação Savânica), definido paisagisticamente de várias formas fitogeográficas, variando dos campos limpos (vegetação herbácea) até o cerradão com porte florestal (Figura 13). Nas formações savânicas, expõem-se num arranjo de campo sujo, campo cerrado, cerrado sensu stricto, que representam incontestáveis ecótonos nas suas formas vegetacionais (Imesc, 2021).

Segundo Ab'Saber (2021), o estado do Maranhão em geral, representa umas das mais extensas fisiografias do Cerrado transicional de todo o Brasil, no qual compreende um mosaico de vários tipos de vegetação, como savanas herbáceo-arbóreas, matas secas, campos, áreas úmidas em veredas e matas de galeria, dentre tantas outras. A possível explicação para essa variedade de fitofisionomias é a diversidade de solos encontrados nessas paisagens, também por sua topografia, condições climáticas e hidrológicas, especificamente essa ocorrência vai do nível do mar no Nordeste do estado do Maranhão, a 812 metros de altitude, no extremo sul do estado, na Chapada das Mangabeiras.

A vegetação Parque de Cerrado, presente no Tabuleiro Sublitorâneo é característica principalmente da classe Latossolo amarelo distrófico, solo oriundos de

materiais argilosos ou areno-argilosos sedimentares do Grupo Barreiras no litoral oriental do Maranhão que possui cor amarelada e uniformidade em profundidade (Santos, 2018). O relevo nestas áreas possui altimetria e declividade maiores e possuem a formação vegetal caracterizada por presença de árvores agrupadas em pequenas elevações do terreno, algumas vezes imperceptíveis e outras com muito destaque, que são conhecidas como “murundus” ou “monchões”. Essas árvores, nos locais onde se concentram, possuem altura média de três a seis metros. Considerando um trecho com os agrupamentos arbóreos e as “depressões” ou “planos” campestres entre eles, onde forma-se uma cobertura arbórea de 5% a 20% (EMBRAPA, 2024).

Outra composição de vegetação presente em Neossolos Quartzarênicos órticos na Planície Litorânea e em pequenas partes do Tabuleiro compostos por áreas de dunas fixas e paleodunas são formações vegetais com influência marinha, como restingas e formações arbustivas de dunas (restinga arbustiva), que ocorre em baixas densidades em forma de arbustos dispersos devido ao baixo teor de umidade do solo e baixa disponibilidade de nutrientes (Amaral et al., 2019). Esse complexo vegetal está associado a dunas, com indivíduos das camadas herbáceas, arbustivas e arbóreas crescendo em planícies que datam do período Quaternário, possuindo espécies típicas desse tipo de vegetação, mas são encontradas espécies de outros Biomas, como Cerrado (savana arborizada sem mata de galeria), Caatinga e mata ciliar. Espécies arbustivas, como *Humiria balsamifera* (“umiri”), possuem grandes comunidades herbáceas que circundam os lagos, supondo-se que essa diferenciação vegetal resulta de ações naturais e/ou antrópicos (Pinto; Rego; Albuquerque, 2020).

Este tipo de vegetação ocorre também na área da Zona Primitiva, no centro do campo de dunas, uma área que por influência de ventos, da hidrografia e influência de marés através do rio Negro, impedindo a formação de dunas, deixando exposto a sua composição de solo, favorável ao desenvolvimento de restingas. Essa formação vegetal está presente no centro do PNLN, adjacente ao campo de dunas e as áreas de praia e pós-praia ao norte de Barreirinhas, assim como ao norte de Primeira Cruz e adjacente ao campo de dunas em Santo Amaro do Maranhão.

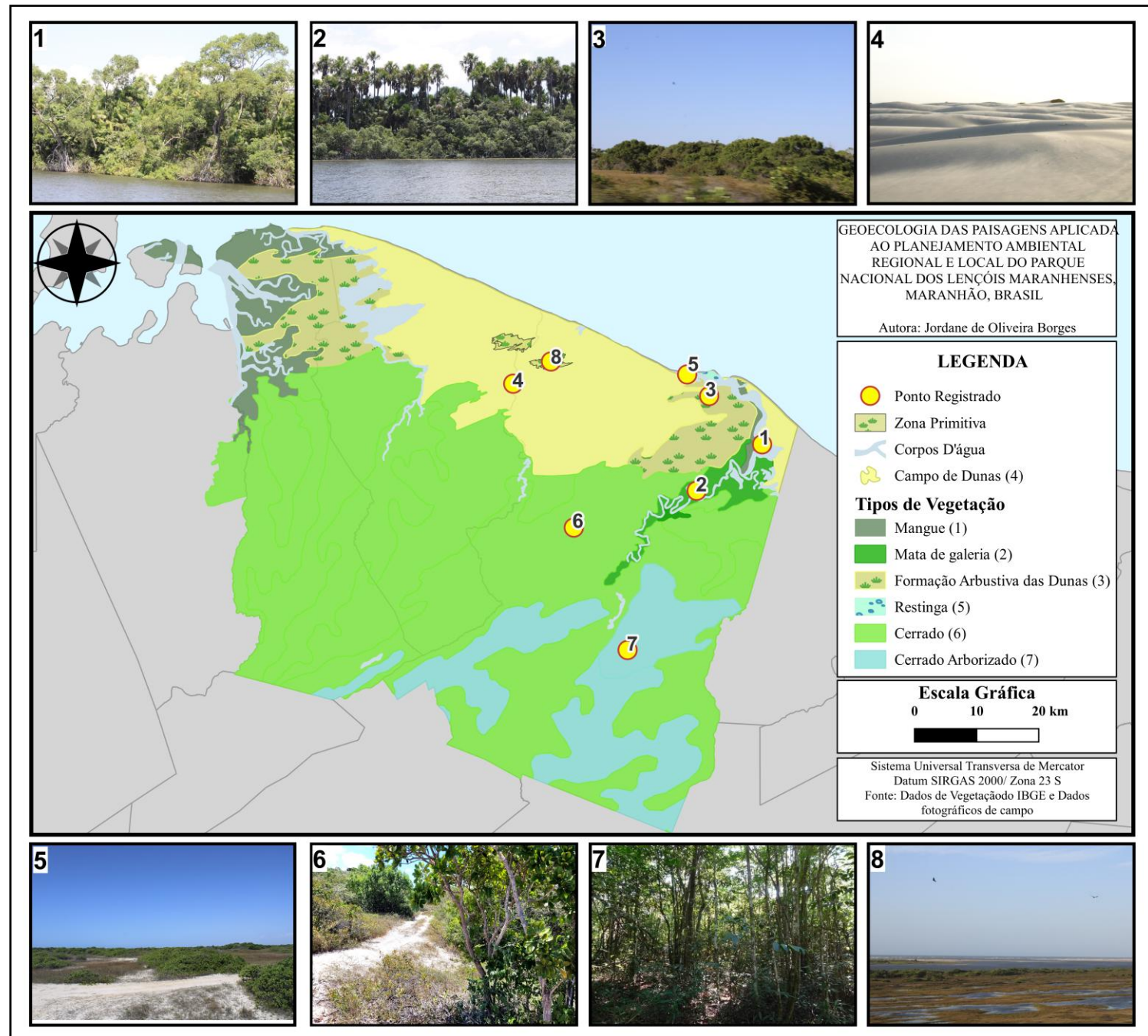
O solo presente a noroeste do PNLN em Primeira Cruz e na foz do rio Preguiças em Barreirinhas são os Gleissolos Sálícos Sódicos, no terceiro nível categórico do SiBCS, onde geralmente, ocorrem em relevo plano de várzea e esporadicamente em terraços e baixos cursos de rios nordestinos, por isso apresentam gleização. O solo fica descoberto nos locais

onde a concentração de sais é elevada, não apresenta potencialidades agrícolas, uma vez que a concentração de sais solúveis no solo é alta e esse teor de sódio causa toxidez à maioria das plantas, afetando o seu crescimento, pois inibe a adsorção de cálcio e magnésio, sendo indicados para preservação ambiental (Santos, 2018).

Esta tipologia de solo possui uma cobertura vegetal denominada Vegetação Perenifólia Halofítica de Mangue, possuindo influência fluvio-marinha. Esta vegetação está localizada na planície litorânea principalmente na desembocadura do rio alegre, em toda a extensão dos rios da Baleia e Mirim, localizados na bacia hidrográfica do rio Alegre. Essa vegetação apresenta-se também em parte da planície fluvial e foz do rio Preguiças, fazendo o encontro com restingas na área da Vila de Atins. A Vegetação Perenifólia Halofítica de Mangue nestas áreas possui grande diversidade de mangues enquanto vegetação, sendo este o elemento integrador e sintetizador da paisagem, onde o solo atua como principal suporte da cobertura vegetal.

A menor porção de solos presentes na área de estudo, localizados em áreas de alto e médio curso na bacia do rio preguiças são os Gleissolos Háplicos Distróficos, Segundo Santos (2018) são solos constituídos por material mineral com horizonte glei iniciando-se dentro dos primeiros 150cm de superfície, imediatamente abaixo de horizonte A ou E, ou de horizonte hístico com espessura insuficiente para definir a classe dos organossolos, não apresentando horizonte vértico ou horizonte B textual (EMBRAPA, 2024).

A cobertura vegetal nesta classe de solo são as formações densas de matas ciliares e matas de galeria do Cerrado e na transição dos Gleissolos háplicos para os Gleissolos Sálidos, apresenta matas ciliares e de galeria com a presença de espécies de alta salinidade oriunda de mangues, ocorrendo devido a influência da salinidade advinda do mar, observados principalmente na composição mista da vegetação até a transição com mangues.



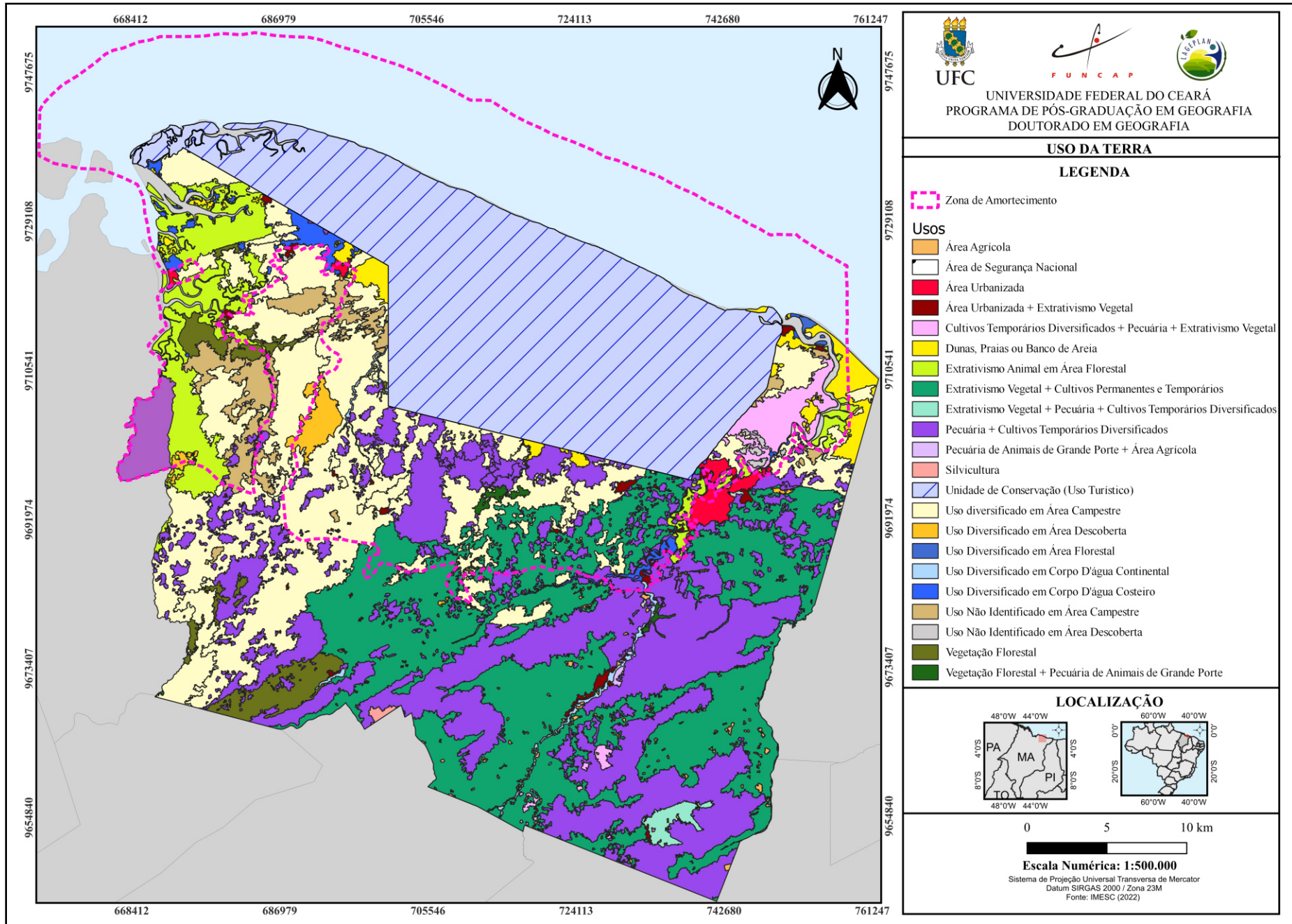
4.3 Formas de usos da terra

A primeira forma de uso observado é uma vasta área voltada a unidade de conservação do PNLM, no qual preza a integridade de sua preservação e conservação de acordo com o Plano de Manejo do parque, enquanto as outras formas de uso ou ocupação estão ao seu entorno, no território dos municípios (Figura 15 e Figura 16).

O PNLM possui sua delimitação cartográfica instituída por esferas federais e estaduais, tanto em ambientes florestais quanto em ambientes campestres dos quais independem dos tipos de fitofisionomias presentes, bem como em ambientes costeiros (Brasil, 2015). Integra um conjunto de unidades de conservação, elencando todas as áreas destinadas à preservação integral, ou seja, aquelas em que as ações humanas devem ser praticamente inexistentes, salvo para fins científicos, de educação ambiental e/ou de ecoturismo, de baixíssimos impactos, bem como circunscritos a até 10% do espaço total da área protegida.

As áreas urbanizadas com maior expressividade na área de estudo correspondem as cidades de Barreirinhas, Santo Amaro do Maranhão e Primeira Cruz. A cidade de Barreirinhas possui 65.589 habitantes com densidade demográfica de 21,53 habitantes por km², Santo Amaro do Maranhão que possui 13.949 habitantes e densidade demográfica de 8,81 habitantes por km², enquanto a cidade de Primeira Cruz possui 13.614 habitantes com densidade demográfica de 10,18 habitantes por km² (IBGE, 2020).

Na área que compreende ao Tabuleiro Litorâneo são encontradas diversas categorias de ocupação, com destaque as grandes áreas de pecuária e cultivos temporários diversificados, extrativismo vegetal e cultivos permanentes/temporários e uso diversificado em área campestre, abrangendo quase a totalidade do Tabuleiro Litorâneo. Segundo o IMESC (2021) esta atividade está associada à atividade econômica e de consumo que procura unir ciência e tecnologia, visando produção de gado (bovino, bubalinos, equinos, asininos, muares etc.). Na área de estudo esta atividade se caracteriza como atividade extensiva e semi-intensiva com finalidades diversas (cria-recria, corte, leite, mista) e aos mosaicos de usos que envolvem a utilização de mais de um produto.



Fonte: dados da pesquisa (2024).

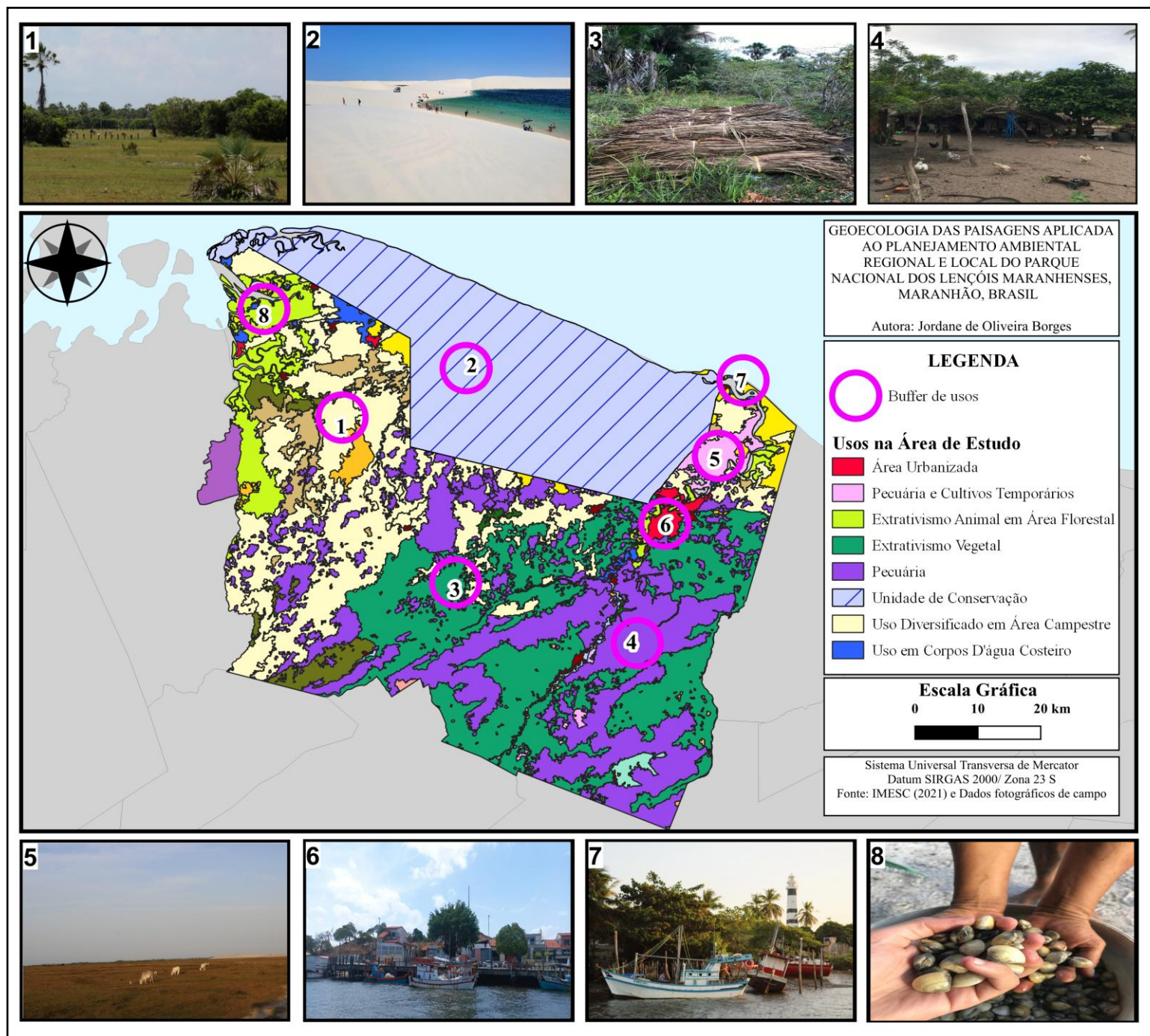
Estes usos geralmente ocorrem em pequenas propriedades com produção diversificada, conseguindo culturas temporárias como mandioca, milho, feijão, hortícolas com frutíferas permanentes, cultivo de árvores, avicultura, bovinocultura, caprino/ovinocultura e suinocultura (IBGE, 2022) e áreas que apresentam estruturas de pastagens destinadas ao pastoreio dos animais, com vegetação herbácea cultivada ou vegetação campestre (natural), ambas apresentando interferências antrópicas (Plantio; a limpeza da terra; dragagem; calagem; adubação; entre outros).

O extrativismo vegetal e cultivos permanentes/temporários referem-se às áreas de porte florestal onde há coleta e apanha de produtos vegetais como sementes e frutos, além disso, têm-se os cultivos temporários e permanentes diversificados associados aos mosaicos de usos que envolvem a utilização de mais de três produtos como pequenos cultivos de hortaliças, feijão, milho entre outros.

O uso diversificado em área campestre no qual compreende áreas diferenciadas pela tipologia de ocupação e de uso do solo diversificado, possui atividade rural consolidada incluindo em alguns casos pequenos núcleos reconhecidos como agrovilas que apresenta diversificação de sistemas de produção que inclui: agroindustriais, atividades agrosilvopastoris, extrativismo, turismo rural etc. Dispõe de uma matriz produtiva que responde tanto à competitividade do agronegócio, com especialização de produto, adoção de tecnologias de ponta e produção em larga escala à agricultura familiar e de subsistência em pequenas áreas com baixo nível tecnológico de produção e investimento e exploração vegetal (IMESC 2021).

Os demais usos da terra identificados em áreas menores no Tabuleiro Litorâneo são os “cultivos temporários diversificados”, “pecuária e extrativismo vegetal”, “vegetação florestal e pecuária de animais de grande porte” e por fim, os “usos não identificados em área campestre e área descoberta”, uma vez que estes podem corresponder à área plantada (ou em preparo para produção) de cultivos temporários (culturas de curta duração, uma vez que na colheita, a planta se destrói, a exemplo do arroz, feijão, soja, sorgo). A área de vegetação florestal associados a pecuária de animais de grande porte são representados por fragmentos de vegetação típica das áreas florestais, com predomínio de vegetação com porte arbóreo, que ocorrem associados à bovinocultura em pequenas e médias propriedades rurais e que também são realizados plantios temporários.

Figura 16 – Carta-imagem das formas de uso encontradas no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses e seu entorno.



Fonte: dados e registros da pesquisa (2024).

No Tabuleiro Sub-litorâneo a principal forma de uso é baseada na pecuária e cultivos temporários diversificados com a categorização semelhante ao abordado nos usos do Tabuleiro Litorâneo, seguidos do extrativismo vegetal associado a pecuária e cultivos temporários diversificados e o extrativismo vegetal com cultivos permanentes e temporários diversificados.

Na Planície Litorânea as principais atividades de uso da terra realizadas são o extrativismo animal em área florestal (mangues), uso diversificado em corpo d'água costeiro e uso diversificado em área campestre. Segundo o IMESC (2021) o “extrativismo animal em área florestal” refere-se à exploração dos recursos animais nativos por meio da atividade legalizada de caça e catação de crustáceos (caranguejos, sururu, siri, sarnambi, dentre outros) em áreas de manguezais, enquanto o “uso diversificado e corpo d'água costeiro” compreende as áreas de corpo d'água costeiro que apresentam múltiplas formas de uso nessa localidade, sejam comerciais, lazer, pesca, transportes.

Nas Planícies e Terraços Fluviais, principalmente no Rio Preguiças são encontrados principalmente o uso diversificado em corpos d'água continental, esta classe corresponde à diversificação de atividades em corpo d'água continental tanto para uso consuntivo (como irrigação, abastecimento humano, industrial e uso animal) quanto para uso não consuntivo (como geração de energia elétrica, transportes, pesca, recreação, dentre outros), tendo em vista a disponibilidade hídrica do Maranhão, esses usos em corpo d'água continental no Bioma Cerrado e Sistema Costeiro, representando área de 1.024,34 km² no Maranhão, ocorrem principalmente nos rios (IMESC 2021).

As demais classes observada nas Planícies Fluviais são o extrativismo vegetal e uso agrícola observados em toda as planícies dos rios Preguiças, Alegre e Peria (componente da ZA do Parque) e na planície fluvial do rio Preguiças é encontrado a Classe “Área urbanizada e extrativismo vegetal”, podendo ser descrita como uma subclasse definida como áreas não localizadas no perímetro urbano municipal, mas que estão próximas ou distantes do núcleo urbanizado e têm como característica a presença de áreas de cultivo. Estão presentes os povoados, comunidades rurais e tradicionais na área de estudo.

4.4 Interação entre os condicionantes paisagísticos

Os condicionantes paisagísticos interagem para a dinâmica da paisagem, a interação entre estes elementos constitui as marcas e aspectos visíveis da paisagem, podendo

ser atribuída como natural ou atrelada com fatores antrópicos como o uso, ocupação e manejo da terra.

Segundo Silva (2013) com o estudo da dinâmica natural da paisagem é possível por meio da análise climática, geológica, geomorfológica e pedológica e cobertura vegetal, considerar as potencialidades, limitações e vulnerabilidades do meio ambiente.

A interação entre os condicionantes paisagísticos ou geoambientais atuam na gênese de uma variedade de paisagens, na concretização de atuações físicas e biológicas, e se manejados de forma inadequada, na degradação ambiental. No quadro 2 demonstra-se, de forma sintética, os tipos de interações que ocorrem em escala regional e local da área do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses e seu entorno:

Quadro 2 - Síntese dos condicionantes paisagísticos do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses e seu entorno

Unidade Geológica	Unidade Geomorfológica	Bacia Hidrográfica	Unidade de Solo	Tipo de Vegetação	Tipologia de Uso
Depósitos Litorâneos Holocênicos	Planície Eólica (praia e pós praia)	Bacias dos rios Alegre e Negro.	Neossolos Quartzarênicos Órticos	Restinga	Unidade de Conservação de Proteção Integral
Depósitos Eólicos Costeiros Holocênicos	Planície Eólica;	Bacias dos rios Alegre, Negro e Preguiças	Campo de Dunas; Neossolos Quartzarênicos Órticos	Campo de Dunas; Formação arbustiva das Dunas; Restinga	Unidade de Conservação de Proteção Integral; Uso diversificado em área campestre;
Depósitos de Pântanos e Mangue Holocênicos	Planície Litorânea; Planície Fluvio-marinha	Foz dos rios Alegre e Preguiças	Gleissolo Sáfico Sódico	Manguezal	Extrativismo Animal; Uso diversificado em área campestre;
Depósitos Aluvionares Holocênicos	Planícies e Terraços Fluviais;	Bacias dos rios Alegre e Preguiças	Neossolos Quartzarênicos Órticos	Vegetação Densa com Influência Fluvio-marinha	Pecuária; Lavouras temporárias e permanentes; Uso diversificado em corpos d'água continental.
Depósitos de Cordões Litorâneos Pleistocênicos	Tabuleiro Litorâneo; Tabuleiro Sub-litorâneo	Bacia do rio Preguiças	Neossolos Quartzarênicos Órticos; Latossolos Amarelos Distróficos	Cerrado; Parque de Cerrado	Extrativismo Vegetal; Cultivos permanentes e temporários, Pecuária; Extrativismo Vegetal; Uso diversificado em

Coberturas Eólicas Pleistocênicas	Tabuleiro Litorâneo; Tabuleiro Sub-litorâneo	Bacias dos rios Alegre, Negro e Preguiças	Neossolos Quartzarênicos Órticos; Latossolos Amarelos Distróficos	Restinga; Cerrado; Parque de Cerrado	área campestre Extrativismo Vegetal; Cultivos permanentes e temporários, Pecuária; Extrativismo Vegetal; Uso diversificado em área campestre
-----------------------------------	--	---	---	--------------------------------------	--

Fonte: dados e registros da pesquisa (2024).

A dinâmica geoambiental do PNLN são altamente instáveis. Pode-se observar que o substrato geológico (geologia) dos Lençóis Maranhenses é constituído principalmente por sedimentos arenosos quaternários, depositados por processos fluviais e marinhos. Essa base é constantemente remodelada pela ação eólica e pela oscilação sazonal das marés (ação do clima).

O aporte de sedimento em proximidade com o litoral (dinâmica marinha e fluvial), condiciona a formação de solos sobretudo neossolos (solos), essa característica limita o estabelecimento da vegetação e cria uma relação solo-vegetação de forte seletividade, onde apenas espécies adaptadas a ambientes oligotróficos conseguem se fixar (vegetação), principalmente na área de estudo, *coberturas sobre os neossolos que compõem mais de 50%*.

Em áreas de interdunas, onde a água das chuvas se acumula e forma lagoas temporárias, surgem condições mais favoráveis à retenção de matéria orgânica, permitindo microambientes de maior fertilidade relativa.

O estudo dessa interação na demonstra que a paisagem possui forte fragilidade, principalmente se um dos elementos citados neste capítulo, sofrer interrupção ou modificação brusca. Essa discussão de forma integrada entre os condicionantes paisagísticos é a base para a delimitação e avaliação das unidades geocológicas e os serviços ambientais atribuídos na constituição dessas unidades, discutidos no próximo capítulo.

5. UNIDADES GEOECOLÓGICAS DO PARQUE NACIONAL DOS LENÇÓIS MARANHENSES: ESTRUTURA E FUNCIONALIDADE ATRAVÉS DA DINÂMICA NATURAL E SOCIOECONÔMICA.

As paisagens litorâneas do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses caracterizam-se por variadas trocas nas interações físicas, biológicas, socioculturais e econômicas, consistindo em uma área difícil de descrever e estudar como um todo, sendo necessário a divisão em unidades e subunidades como abordados neste capítulo, sendo definidos as unidades geológicas, sua estrutura e funcionamento, assim como a contribuição dessas unidades na formação e caracterização da Paisagem do parque

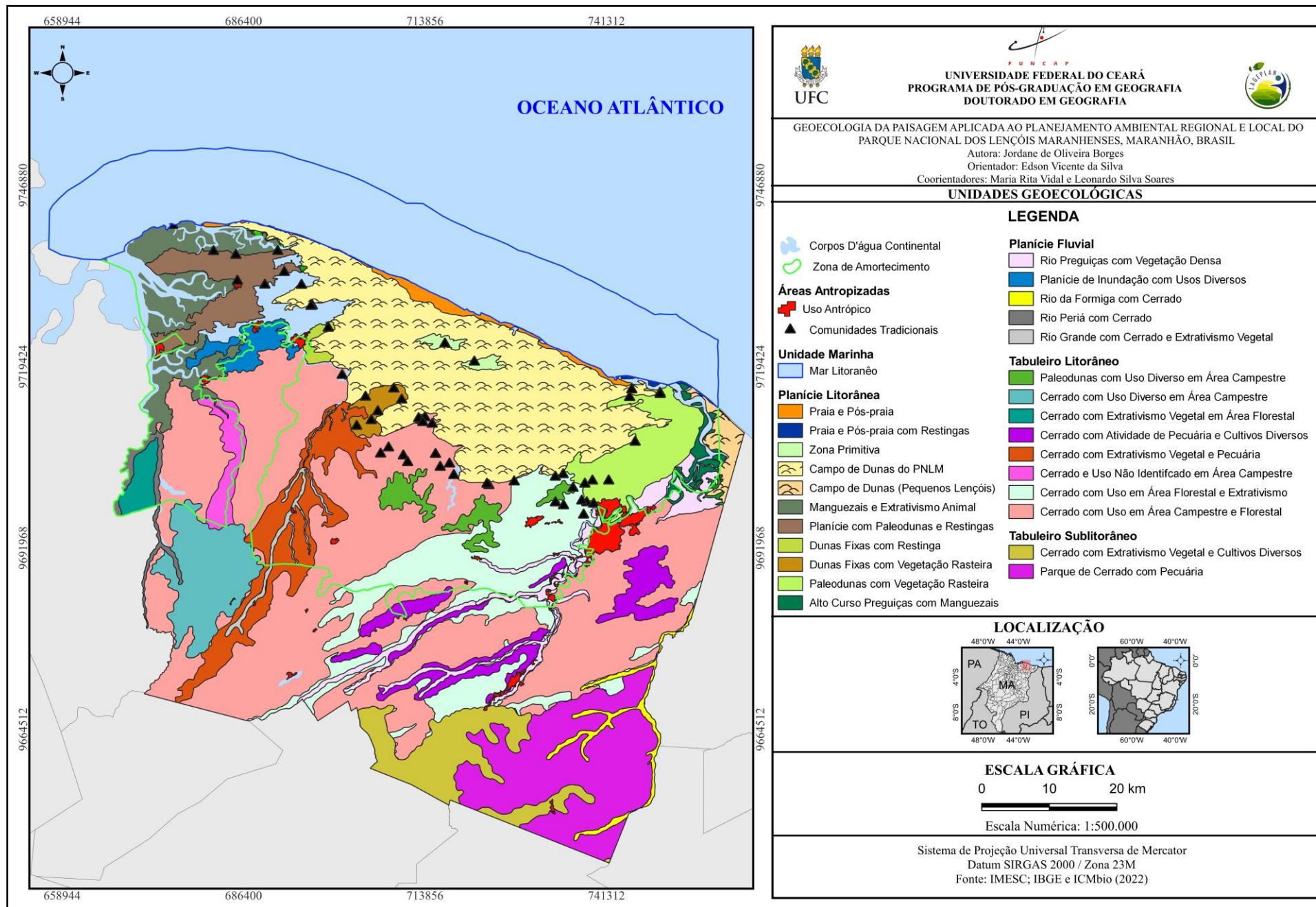
5.1 Unidades e Subunidades Geológicas

Entende-se como Unidade Geológica (UG) a individualização, tipologia e unidades regionais e locais da paisagem, tendo em vista que a regionalização e tipologia são fundamentais na análise paisagística, constituindo a base das propriedades espaço-temporais dos complexos territoriais que se reproduzem pela influência dos fatores naturais e antropogênicos (Rodriguez; Silva; Cavalcanti, 2022).

O sistema taxionômico para as UG's foi determinado inicialmente pela geomorfologia e para as Subunidades geológicas (SUG's) foi definido a partir da interação das unidades (componentes geomorfológicos) com a cobertura natural (vegetação) e uso da terra, onde características similares em determinados pontos da paisagem foram definidas como uma tipologia. A partir deste método foram identificadas seis UG's, como unidades principais e vinte e seis SUG's em toda a área de estudo, como pode ser observado na Figura 17.

5.1.1 Unidade Marinha

Para a UG mar litorâneo, onde considerou-se a delimitação preestabelecida pela ZA do Parque que consta no Plano de Manejo elaborado pelo ICMbio (2004). A importância do mar como unidade paisagística é o caráter de interface entre o continente e o oceano, dando-lhe configuração ímpar na fisiologia das paisagens locais, apresentando fluxos de matéria e energia, modificando com frequência a dinâmica dessa paisagem atua nas transformações da linha de costa e deposição de sedimentos ou das oscilações do nível do mar em períodos de transgressão e regressão marinha.



Fonte: dados e registros da pesquisa (2024).

A importância do mar litorâneo na formação do PNLM segundo Maia et al (2011) ocorreu em dois momentos, quando o mar encontrava-se na penúltima transgressão, erodindo total ou parcialmente os depósitos continentais de estágios anteriores e no segundo estágio o mar estava em níveis muito mais baixos do que o atual, disponibilizando material suficiente para a formação de dunas.

A faixa litorânea corresponde à zona de transição entre o domínio continental e o domínio marinho, e está sujeita a contínuas alterações morfodinâmicas, constituindo-se de um ambiente altamente instável, apresentando grande variabilidade temporal e espacial. Esses processos englobam oscilações do nível do mar e dinâmica erosiva e deposicional associada à ação das ondas, marés, correntes e dinâmicas eólicas (Costa et al. 2017).

5.1.2 Unidade Planície Litorânea

Na zona da Planície Litorânea a primeira SUG encontrada é a faixa de praia e pós-praia, que corresponde a faixa de areia onde o continente e o mar trocam energias, nessa SUG o processo de transporte de sedimentos se inicia com a troca de energia que transporta o sedimento no mar litorâneo para a faixa de praia através de correntes e movimentos de deriva litorânea e logo após sobrem ação da dinâmica eólica.

A praia corresponde a uma faixa da região litorânea coberta por sedimentos arenosos e litológicos a partir da linha de baixa mar, nesta faixa pode ser observada em alguns pontos resquícios de paleomangues. Enquanto a pós-praia, caracteriza-se por uma área de dinâmica e fluxo de sedimentos advindo da praia em direção a unidade de campo de dunas retroalimentando as dunas dos lençóis maranhenses, esta dinâmica se dá, sobretudo, em função da ação dos ventos. Essa faixa de Praia e pós praia se estende do litoral de primeira cruz a Atins em Barreirinhas. Na área que corresponde a vila de Atins encontramos outra SUG, correspondendo a Praia e Pós praia com a presença de restingas, apresentando vegetação rasteira e arbustivas próprias de vegetação com influência marinha.

A SUG planície litorânea com campo de dunas móveis, está constituída como principal componente do sistema que forma o PNLM, sendo formada por depósitos eólicos sedimentares recentes, composta por areias quartzosas de cor esbranquiçada, com granulometria variando de média a fina, caracterizada a área acumuladora de sedimentos arenosos fundamental, uma vez que dinamiza o sistema estudado.

Essa SUG é a segunda maior na área de estudo, no qual ocupa uma extensa área da planície litorânea e parte do Tabuleiro de Barreirinhas com aproximadamente 955,77 km².

Caracteriza-se por possuir lagoas interdunares intermitentes e perenes, sendo que as lagoas intermitentes enchem apenas no período chuvoso. São encontradas dunas dos tipos móveis na maior parte da sua extensão, sendo que não apresentam cobertura vegetal ou ocorrem nas áreas interdunares e áreas de lagoas apenas espécies pioneiras e de pequeno porte, são instáveis e migratórias, tendo seu limite final no povoado Canto de Atins, no qual faz divisa com outra SUG. A principal atividade realizada nesta unidade são passeios turísticos, com rotas para algumas lagoas definidas pelas associações de transportes turísticos, atividades do ICMbio (órgão ambiental responsável), nesta subunidade está presente o povoado Canto de Atins com 27 famílias que desenvolvem atividades além do turismo, como pequenas criações de animais e cultivo familiar.

Segundo Maia (2011) o aparecimento do campo de dunas móveis ocorreu em último estágio de formação dos lençóis maranhenses e continuam a migrar atualmente, de acordo com as mudanças climáticas e ambientais ocorridas durante o Quaternário estão intrinsecamente ligadas à gênese e evolução dos depósitos arenosos deste período.

O campo de dunas móveis dos Pequenos Lençóis é uma SUG encontrada na margem direita do rio Preguiças, porém em menor extensão e sem grandes variedades de tipos de dunas, fazendo parte da ZA do PNLN e da APA dos Pequenos Lençóis.

No centro do campo de dunas do PNLN encontramos a SUG Zona Primitiva que pode ser considerada também uma unidade a parte, pois possui características especiais da Paisagem, onde caracteriza-se por uma “depressão” entre as dunas e que expõe o solo originário, consistido por Neossolo quartzarênico coberto por vegetação de restinga e drenado pelo rio negro, uma vez que em marés altas também recebe certa salinidade. Nesta unidade localizam-se as comunidades “Queimada dos Britos”, composta por 19 famílias e as comunidades “Baixa Grande” com 6 famílias, no qual são desenvolvidas atividades de pecuária semi-intensiva e alguns cultivos de hortaliças (ICMBIO, 2024).

À Nordeste de Santo Amaro do Maranhão, fazendo limite com a planície fluvio-marinha e o Lago de Santo Amaro tem-se a SUG planície com paleodunas e dunas fixas recobertas com restingas, composta por vegetação arbustiva com influência marinha. Nesta subunidade localiza-se seis comunidades, sendo a principal Travosa, que desenvolve a atividade de pesca e extrativismo animal, o povoado Campo novo que é o maior dentro desta unidade e as pequenas comunidades de Mairizinho, Engodo, Recanto da Telha e Carnaubal do Meio.

Na área correspondente a bacia do rio Alegre aparece a SUG dunas fixas com

restingas que recobre parte do campo de dunas do PNLN em Santo Amaro do Maranhão. Essas dunas fixas correspondem a cadeias de dunas parabólicas e dunas transversais associadas a vegetação rasteira do tipo “nebkha” e de sombra; dunas fixas correspondendo, essas dunas fixas correspondem às formas eólicas vegetadas e mais antigas do que as dunas livres (Gonçalves et al., 2003).

No município de Barreirinhas a SUG planície litorânea com dunas fixas e paleodunas associada a vegetação rasteira (vegetação de dunas), encontra-se adjacente a SUG campo de dunas, no qual podem ser encontradas algumas criações de animais em sistema extensivo, advindo das comunidades tradicionais e povoados localizados nesta unidade. Estão dentro dessa SUG sete comunidades tradicionais, como São Francisco do Atins, Santo Inácio, Ponta do Mangue, Mata Fome, Cedro, Vargem d’água e Baixa da Onça.

Nas bordas dessa SUG podem ser encontradas árvores de porte médio provenientes do Cerrado. Entre essa SUG e a SUG praia com restingas, localiza-se a vila de Atins, onde desenvolvem-se atividade turística e esportes na unidade. Dentro desta SUG são encontradas algumas áreas de uso humano, advindas desses pequenos povoados com base econômica como a agricultura, a pesca e o extrativismo vegetal (Gusmão, 2024).

Segundo Ramos (2021) as dunas fixas (inativas) equivalem a depósitos eólicos recobertos por vegetação de porte arbóreo/arbustivo, por essas características são bioestabilizadas e imobilizadas, favorecendo à estabilização do relevo e um maior desenvolvimento pedogenético e as paleodunas que também estão presentes na área de estudo, correspondem a depósitos eólicos mais antigos sem forma definida, apresentando na sua porção superior o desenvolvimento de solos de cor avermelhada em função da oxidação do ferro, chamados eolianitos ou cascudos, consistindo em depósitos cimentados por carbonato de cálcio em ambiente continental.

5.1.3 Unidade Planície Fluviomarinha

A primeira SUG identificada como planície fluviomarinha recoberta com manguezais e extrativismo animal, localiza-se a partir da baía do Tubarão, noroeste de Primeira Cruz, até sudoeste de Humberto de Campos, composta por manguezais localizados em desembocaduras de rios, provenientes da Bacia do rio Alegre e rias afogadas, na qual a principal forma de atividade econômica realizada é a extração de caranguejos, crustáceos e pesca, principalmente na comunidade tradicional Santaninha, localizada nesta unidade.

Essa subunidade é identificada também no baixo curso do rio preguiças, no qual

predominam manguezais e pode ser vista também como uma SUG a parte, identificada como planície fluvio-marinha com manguezais no alto curso do rio Preguiças. Caracteriza-se por ser uma subunidade importante para o desenvolvimento econômico de Barreirinhas, localizando-se os povoados de Mandacaru e Vassouras, porém não são consideradas comunidades tradicionais.

5.1.4 Unidade Planície e Terraço fluvial

A primeira SUG identificada foi a planície e terraço fluvial do rio Preguiças com vegetação densa, essa vegetação é composta por mata ciliar e vegetação de galeria no alto e parte do médio e baixo curso, apresenta vegetação densa e devido a salinidade advinda das marés até parte do médio curso, está composta por espécies vegetais da mata de galeria e espécies de áreas com salinidade. Nessa subunidade encontra-se atualmente com ocupação antrópica em toda a sua extensão, seja povoado, vilas, atividades antrópicas de criação bovina e cultivos e ainda na sua extensão localiza-se a cidade de Barreirinhas que exerce grande atividade nesta subunidade.

Segundo Gusmão et al (2024) o sistema antrópico urbano está restrito ao limite territorial de Barreirinhas, pois apenas a sede do município encontra-se na área de contribuição da bacia, os demais, somente o espaço rural. A área urbana de Barreirinhas desenvolveu-se à margem esquerda do rio Preguiças, sendo uma ocupação com um histórico de povoamento do litoral maranhense onde a população construía suas moradias próximas às margens dos principais rios.

Com a abertura da rodovia MA-225, evidenciou-se uma transformação na conjuntura do sistema urbano, com a construção de residências, hotéis, pousadas, agências de turismo, comércios, o aumento do fluxo populacional e da especulação imobiliária (IMESC,2020).

Na bacia hidrográfica do rio Alegre foram determinadas duas SUG's a primeira identificada a partir da planície de inundação associada com usos diversos, possuindo extensão de 53,67 km², é caracterizada por uso de extrativismo vegetal e animal e pequenas criações, plantações no período seco e a segunda foi definida a partir da planície e terraço fluvial do rio Alegre coberta com cerrado e atividades de extrativismo vegetal e Pecuária. Ambas possuem sua extensão dentro dos municípios de Santo Amaro e Primeira Cruz. A segunda SUG percorre toda a extensão do município de Santo Amaro até a ZA do parque, com extensão total de 1143,83 km², no qual são realizadas atividades realizadas referem-se à

exploração dos recursos vegetais nativos em áreas florestais, mediante a coleta ou apanha de produtos, que permite a produção sustentada ao longo do tempo ou de modo primitivo e itinerante, estando associadas a essas áreas florestais, existem pequenas ou médias propriedades rurais com produção agropecuária que são estabelecidas no entorno, e se caracterizam por culturas alimentares de subsistência (IMESC, 2022).

A planície fluvial do rio Peria ainda está localizada dentro da ZA do PNLM, então foi considerada com uma subunidade importante na área de estudo. Essa unidade denominada planície fluvial do rio Peria coberta com cerrado, está localizada no sudoeste do município de Primeira Cruz no limite com Humberto de Campos, possui poucas atividades antrópicas e tem grande contribuição com todo o sistema que abastece o PNLM, por isso considerada no presente estudo. No outro extremo no sudeste da área de estudo encontra-se a unidade planície fluvial do rio Formiga recoberta com cerrado, no limite de Barreirinhas com Paulino Neves, no qual desenvolve-se algumas atividades de extrativismo vegetal e atividade turística em um ponto do rio.

Segundo Bandeira (2013) as planícies e terraços fluviais encontradas nos lençóis maranhenses são formadas a partir das antigas planícies de inundação que constituem a forma mais comum de sedimentação fluvial, encontrada nos rios de todas as grandezas, assim como os terraços fluviais inserem-se entre os elementos morfológicos do vale e podem ser definidos como sendo antigas planícies de inundação que foram abandonadas, uma vez que estes acompanham os principais rios das bacias presentes na área de estudo, como o rio Preguiças, rio Alegre e parte de outros sistemas fluviais como o Peria e rio Formiga.

5.1.5 Unidade Tabuleiro Litorâneo

O Tabuleiro Litorâneo constitui a maior UG da área de estudo, estando subdividido neste estudo em sete SUG's, nas quais desenvolve-se a maior parte das atividades de cultivos permanentes e temporários, ocupações urbanas dos povoados e construções antrópicas, assim como a maior parte dos usos diversificados. Para melhor compreensão da divisão e discussão desta unidade, as subunidades serão apresentadas a partir da subdivisão do Tabuleiro Litorâneo por atividade em cada município.

A SUG localizada inicialmente em Primeira Cruz consiste no tabuleiro recoberto com cerrado e atividades de uso diversificado em área campestre, correspondendo a uma extensão de 206,42 km², no qual desenvolve-se em conjunto com a cobertura vegetal a pecuária de animais de pequeno porte e pequenas agrovilas com atividades agrícolas em

sistemas rudimentares. A outra SUG é o tabuleiro recoberto por cerrado e com atividade de extrativismo vegetal em área florestal encontrada nos limites de Primeira Cruz e Humberto de Campos nas dependências do sistema hidrográfico Peria e em sincronia com a SUG planície fluvial do rio Peria, composta por áreas de cerrado arborizado e denso, no qual forma um sistema florestal onde desenvolve-se ocorre a exploração dos recursos vegetais nativos, por meio da coleta ou apanha de produtos, que permite a produção sustentada ao longo do tempo, ou de modo primitivo e itinerante. Possui tamanho total de 396,4 km².

Ainda nos limites do município de Primeira Cruz observa-se a SUG de tabuleiro recoberto com cerrado e uso não identificado que corresponde a 90,90 km² de extensão caracterizado por atividades não identificadas e até áreas de solo exposto para posterior plantio.

Na área correspondente a Santo Amaro do Maranhão a primeira SUG's presente é o tabuleiro litorâneo com paleodunas e atividades de uso diverso em área campestre, esta unidade possui 60,88 km² de extensão com pequena área representante dessa unidade com extensão de 9,05 km² localizada no município de Barreirinhas, essas áreas representantes dessa unidade possuem uma cobertura de cerrado em vegetação rasteira e são desenvolvidas pequenas atividades agropecuárias com criação de animais de pequeno porte e plantações de culturas temporárias.

Em grande parte do município de Barreirinhas é encontrado a SUG tabuleiro com uso florestal baseado em extrativismo vegetal e cultivos diversos abrangendo uma extensão de 942,32 km², neste perímetro está localizados povoados grandes que desenvolvem atividades agropecuárias e extrativistas, como o povoado água fria, Povoado do Engenho, Povoado do braço entre outros. São desenvolvidas atividades em áreas florestais onde há coleta e apanha de produtos vegetais como sementes e frutos, além da pecuária de pequeno (aves), médio (caprino e suíno) e grande porte (bovino) que geralmente ocorrem em pequenas propriedades com produção diversificada, conjugando culturas temporárias como mandioca, milho, feijão, hortícolas e floríferas, sendo incluídas as culturas produzidas na agricultura familiar e/ou de subsistência.

Esta SUG juntamente com os povoados que ocupam essa área, estão em completa sincronia com a unidade planície fluvial do Preguiças, no qual muitos povoados estão estabelecidos em afluentes do rio principal. A outra unidade que faz sinergia com essas SUGS é a unidade de tabuleiro litorâneo coberto com cerrado e atividades de pecuária e usos diversos, possuindo uma extensão total de 176,94 km² a oeste de Barreirinhas e outras áreas

menores nos limites da bacia do rio preguiças no qual são criados animais de pastagem, aproveitando o cerrado campestre (vegetação rasteira), além de cultivos temporários e permanentes advindos de agrovilas.

A última SUG consiste no tabuleiro litorâneo coberto com cerrado e atividades de uso campestre e florestal, caracterizada por ser a maior unidade localizada na área de estudo abrangendo toda a área dos três municípios que possuem interface com o PNLM. Caracteriza-se por ser uma área com presença de Cerrados florestais, arbustivos e rasteiros no qual são desenvolvidas atividades de pecuária de animais de grande e pequeno porte e são encontrados mosaicos de usos agropecuários e extrativistas em toda a extensão de 6732,19 km².

5.1.6 Unidade Tabuleiro Sublitorâneo

Na UG de Tabuleiro Sublitorâneo localizada basicamente ao sul do município de Barreirinhas, definindo-se duas SUG's, sendo a primeira o tabuleiro sublitorâneo recoberto com cerrado e com atividades de extrativismo vegetal e cultivos diversos, possuindo a extensão de 1688,13 km². São aproveitadas as características da cobertura vegetal e do solo para as atividades econômicas desenvolvidas e segundo Soares et al (2014) ao sul de Barreirinhas os sistemas agrícolas temporários associados as sojiculturas e os silvicultores de eucalipto, são a principal função da paisagem em detrimento da agricultura camponesa.

A segunda SUG consiste no tabuleiro sublitorâneo recoberto com Parque de Cerrado e atividades de pecuária com extensão de 3079,25 km², essa unidade une as características naturais do cerrado também conhecido "campo de murundus", característica principal do Parque de Cerrado com pequenas elevações e amontoados de arvores entre a vegetação rasteira e arbustiva, nesta unidade a criação de animais de grande e pequeno porte em conjunto com a vegetação nativa compõe a paisagem, ressaltando a ação antrópica na composição paisagística desta subunidade.

Essa nova configuração de Paisagens no Tabuleiro Sublitorâneo foi favorecida pelo poder público por meio de projetos nessa parte do município de Barreirinhas, sendo factual que o poder público por meio de projetos e subsídios favoreceu essa nova função da Paisagem da área de estudo.

5.1.7 Considerações Preliminares

As unidades e subunidades geocológicas definidas nesta área de estudo retratam as variadas trocas entre os fenômenos físicos, biológicos, sociais, culturais e econômicos, uma

vez que a zona de interface dinâmica implica no encontro da atmosfera, terra e mar.

Na análise demonstrada nesta pesquisa foi considerada as planícies juntamente com o tabuleiro litorâneo e sublitorâneo como um único geossistema, tendo os critérios fisiográficos que permite a definição de geofáceis (subunidades) por critérios naturais-antrópicos, sendo ainda relacionados pelos fluxos integradores atuantes nas unidades geocológicas.

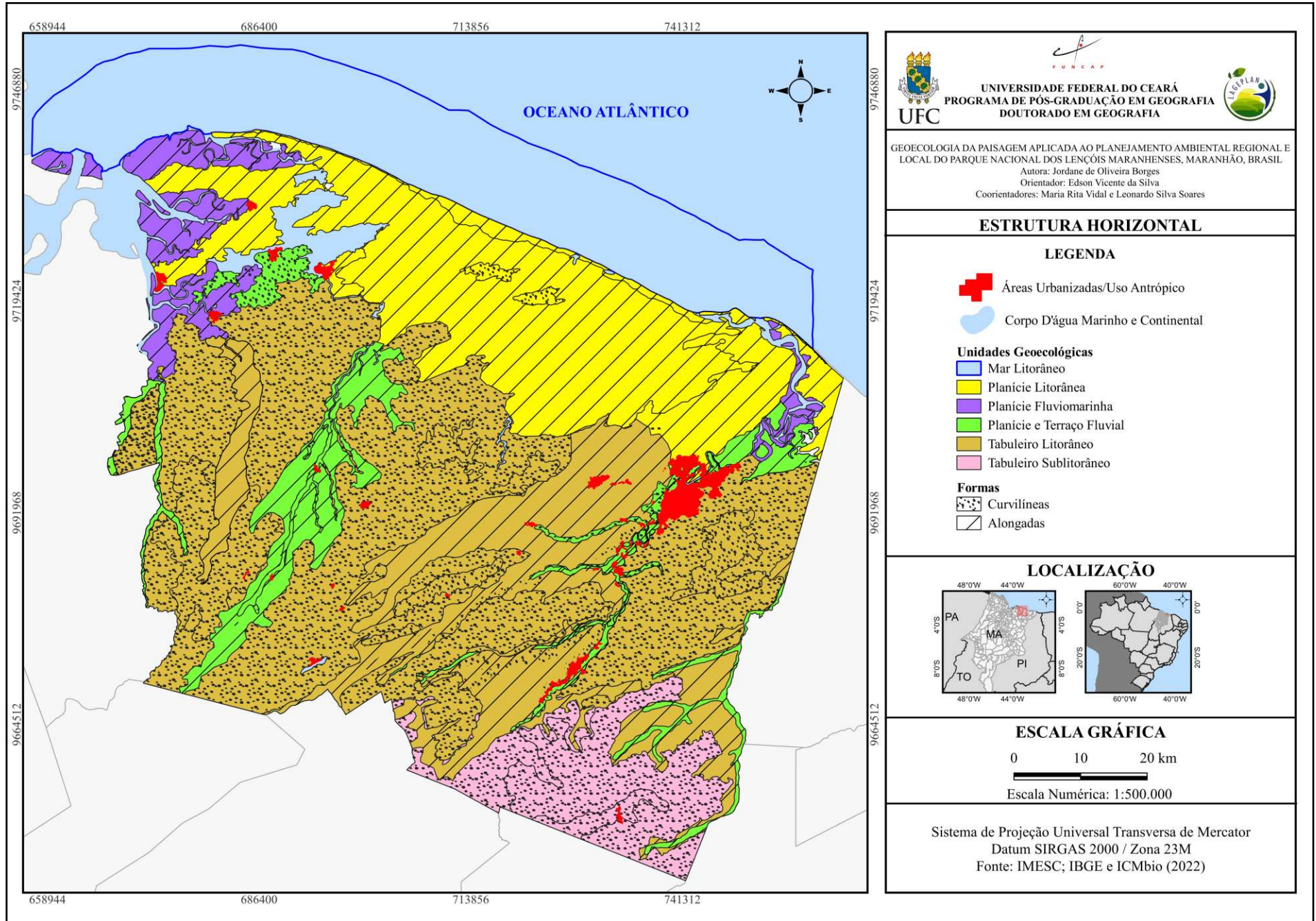
A interação entre os processos intercorrentes dos elementos paisagísticos, dando origem às UG's e suas transformações naturais-antropogênicas, subsidiaram a análise estrutural e funcional das unidades geocológicas determinadas nesta pesquisa.

5.2 Análise da estrutura horizontal e funcional das Unidades Geocológicas

A estrutura morfológica das UG's presentes no PNLM e seu entorno estão organizadas e estruturadas em função de mecanismos causais ocorridos ao longo do tempo histórico, principalmente mediante a dinâmica natural de formação do parque que inclui os cursos dos rios principais e seus afluentes, ação da dinâmica marinha, direção e velocidade dos ventos, os relevos e a altimetria do terreno.

A estrutura horizontal da paisagem na área de estudo como um todo pode ser classificada de acordo com a tipologia como uma estrutura em mosaico. No qual o perímetro do parque e seu entorno, que inclui a extensão total de três municípios, se dispõe como um mosaico de unidades e subunidades da paisagem, correlacionados através da interação oceano-continente e moldados pela interação entre as correntes marinhas, transporte pelo vento, deposição sedimentar dos rios, escoamento e lixiviação através das chuvas sobre o tabuleiro e água subterrâneas (Figura 18):

No presente estudo como foi realizado uma análise estrutural das UG's, porém a maior parte das unidades não sofreram mudanças na estrutura plana devido a intervenção humana, com exceção da SUG planície e terraço fluviais do rio Preguiças com vegetação fluviomarinha densa, descaracterizada na área da cidade de Barreirinhas. A paisagem na área de estudo é composta por grandes unidades e subdividida em pequenas subunidades, tendo em vista que a maior parte composta pelo tabuleiro litorâneo, uma unidade espacialmente maior, constitui um mosaico de feições diferenciadas que são importantes para a análise e a compreensão da estrutura da paisagem.



Quanto à análise das formas nas UG's e SUG's da área de estudo apresentaram formas alongadas e curvilíneas. As formas alongadas obedecem a direção dos ventos e a ação dos cursos d'água, podendo ser observadas nas unidades da planície litorânea, planície fluviomarina e planície fluvial. Pode ser observadas duas subunidades no Tabuleiro Litorâneo que também apresentam forma alongada, podendo ser devido a influência dos cursos d'água ou topografia mais baixa.

As formas curvilíneas estão presentes principalmente nas unidades de Tabuleiro Litorâneo e Tabuleiro Sublitorâneo e conseqüentemente em suas SUG's, diferindo das demais SUG's presentes na planície fluvial, porém a forma curvilínea está presente na subunidade planície de inundação, presente na bacia hidrográfica do rio Alegre. Neste estudo, as formas curvilíneas apresentadas nas SUG's não predominaram a ação e interação entre os cursos d'água e sim, a morfoestrutura do relevo e topografia do terreno (altura e ondulações), excetuando a planície de inundação influenciada pelo lago de Santo Amaro em sua forma e contorno.

As SUG's apesar de apresentarem atividades antrópicas que auxiliaram em sua divisão, não são intensas ao ponto de modificar as estruturas planas das unidades e subunidades. Inclusive não apresentaram padrões geométricos (sistema de linhas traçadas artificialmente) como nos trabalhos de Mascarenhas e Faria (2018); Liu e Nijhuis (2020); Vidal, Mascarenhas (2020). A extensão da atividade antrópica na área de estudo apresenta-se principalmente nas áreas urbanizadas e semi-urbanizadas, mas não apresentam padrão geométrico. As formas geométricas poderiam apresentar-se no em várias áreas dos municípios e no entorno do PNLN fosse adotado menores escalas de análise.

As formas das UG's e SUG's na área de estudo não apresentaram muita variação devido a gênese de formação, principalmente devido a dinâmica atuante na interface oceano-continente. As ações de ventos constantes, fluxos de radiação solar, oscilações de temperaturas, ação das marés, elevados índices de salinidades, entre outros fluxos de matéria e energia, uma vez que desempenham um papel dominante no funcionamento e dinâmica das paisagens e na elaboração de suas estruturas genético-morfológicas (Vidal e Mascarenhas, 2024).

A estrutura funcional (funcionamento) são os processos estáveis que atuam permanentemente na paisagem, entre esses temos a função sistêmica, que mantém o regime de funcionamento a partir da emissão, transmissão e acumulação de matéria e energia, com

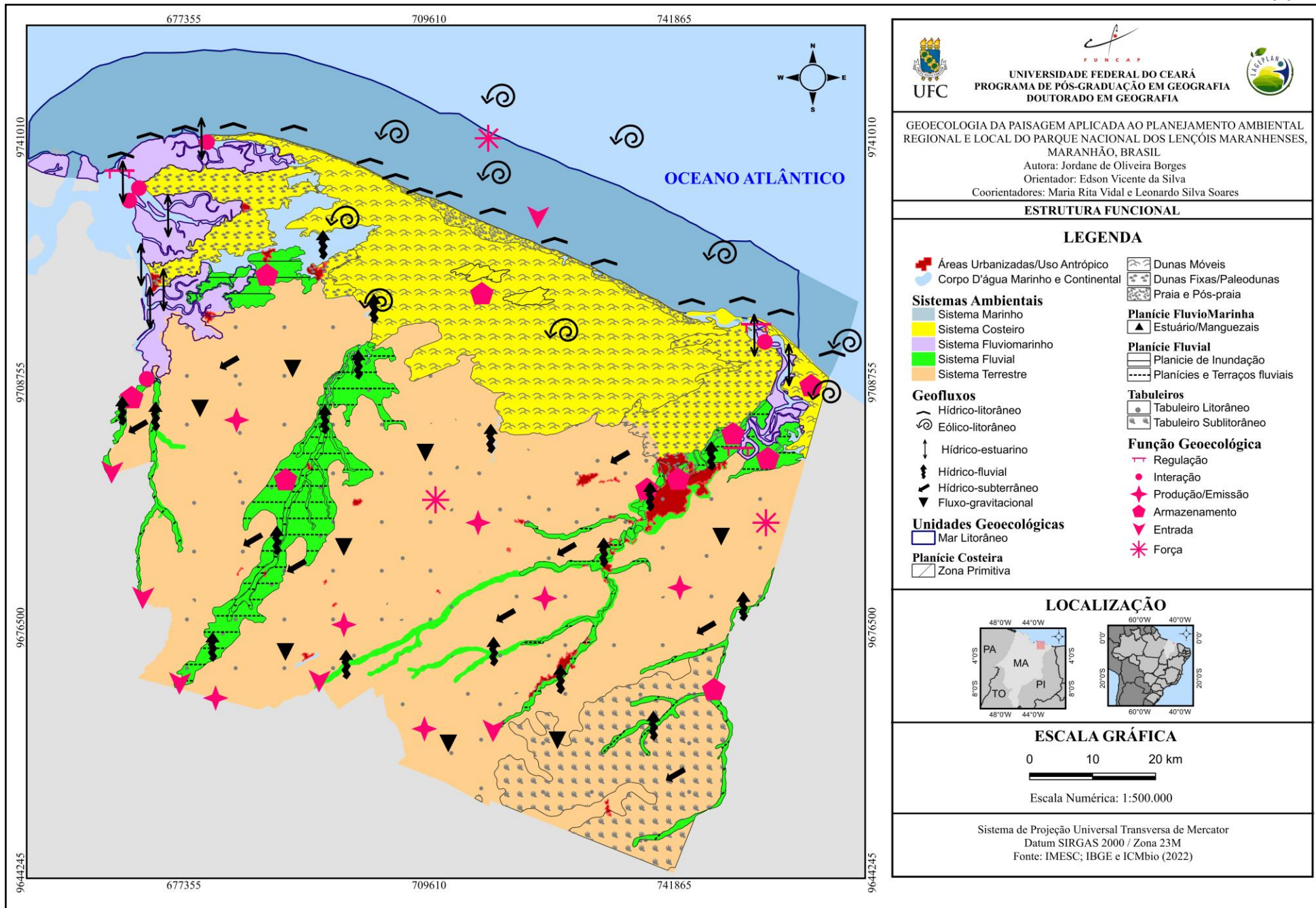
interligação dos elementos espaciais a partir dos geofluxos (relações laterais) e a produção de novos elementos. A estrutura funcional do PNLM e seu entorno pode ser observada no Quadro 3 e na Figura 19.

Quadro 3 – Funcionamento das Unidades Geoecológicas a partir das funções sistêmicas e geoecológicas

Sistemas ambientais	Geofluxos (relações laterais)	Unidades geoecológicas (funcionais)	Funções sistêmicas	Funções geoecológicas	Produtos
Sistema Marinho	Hídrico-litorâneo	Mar Litorâneo	Função de transmissão	Entrada	Seixos, cascalhos e outros sedimentos
Sistema Litorâneo	Hídrico-litorâneo Eólico-Litorâneo	Praia-pós praia	Função de acumulação	Armazenamento	Areia, Biomassa
		Dunas móveis			
		Dunas fixas			
		Zona primitiva			
Sistema Fluviomarinho	Hídrico-Estuarino	Planície fluviomarinha	Função de acumulação	Válvula de interação Regulação/interrupção	Areia, Argilas, Matéria orgânica, Biomassas, Sais minerais
Sistema Fluvial	Hídrico-Fluvial	Planícies Fluviais e Terraços Fluviais	Função de acumulação	Armazenamento	Argila, Matéria orgânica, Solo, Biomassa, Sais minerais
	Hídrico-Subterrâneo				
	Hídrico-Fluvial	Planície de Inundação	Função de Transmissão	Entrada	
	Hídrico-Estuarino				
Sistema Terrestre	Gravitacional	Tabuleiro Litorâneo	Função de Emissão	Produção	Biomassa, areia
	Hídrico-subterrâneo	Tabuleiro Sub-litorâneo		Força	

Fonte: dados e registros da pesquisa (2024).

As relações laterais (geofluxos) que ocorrem no sistema marinho do PNLM, especialmente na unidade mar litorâneo é a hídrico-litorânea, sendo a ação das correntes marinhas e marés que atuam na linha de costa, representando a energia atuante oceano-contidente. Possui a função sistêmica de transmissão de matéria e energia, dinamizando as relações por meio do transporte de sedimentos, sais, nutrientes e fluxos d'água controlando a dinâmica e a evolução, atuando juntamente com a função geoecológica de entrada que constitui as vias de ingresso dos fluxos de energia, matéria e energia e a função de força que garante o movimento do sistema, caracterizada pela entrada e saída dos fluxos de energia, sendo a atmosfera e a litosfera as fontes fundamentais desse processo.



Fonte: dados e registros da pesquisa (2024).

No Sistema Litorâneo (costeiro) tem-se além da relação hídrico-litorânea, possui a relação eólico-litorânea com a entrada de energia pela ação dos ventos e responsável pelo transporte e modelagem dos sedimentos vindo do mar pelas correntes e marés, possuindo a função sistêmica de acumulação, que armazenam, absorvem, filtram e amortizam os fluxos transmitidos concentrada ou seletivamente por canais fluviais ou erosões causadas pelos ventos. Possui ainda função geoecológica das suas UG's e SUG's de armazenamento, devido a estrutura espacial do sistema, em que se acumulam, armazenam, absorvem e filtram os fluxos matéria e energia. Armazenam produtos como areia e biomassa.

No Sistema Fluvial, representado pelas principais bacias hidrográficas, pode identificar o funcionamento através das relações hídrico-fluvial (transporte de sedimentos pelo fluxo dos rios) como o principal geofluxo, porém pode ser notado outras relações como a hídrico-subterrânea nas unidades de planície e terraços fluviais e ainda hídrico-estuarino na planície de inundação. Possui função sistêmica de acumulação e transmissão, dinamizando as relações por meio do transporte de sedimentos e fluxos d'água para o mar, no qual controla a dinâmica e a evolução. A função geoecológica presente nesta UG é de armazenamento, entretanto na subunidade de planície de inundação apresenta-se também a função de entrada para a planície fluviomarinha.

O Sistema e a UG planícies fluviomarinha possui como principal geofluxo a relação hídrico-estuarina, recebendo energia marinha e fluvial, no qual possui principalmente a função sistêmica de acumulação e a função geoecológica de regulação/integração, caracterizada por válvulas de saída e entrada regulando os fluxos e garantindo a exclusão dos produtos evacuados pelo sistema; reflete no controle e atenua as inundações ao mesmo tempo em que recicla substâncias tóxicas e regula a salinidade mantendo a diversidade (Vidal e Mascarenhas, 2020).

No sistema terrestre, as UG's presentes nos Tabuleiros Litorâneo e Sublitorâneo possuem o geofluxo hídrico-subterrâneo (transporte de água por lixiviação) e fluxo gravitacional, o segundo consiste no desprendimento de materiais dos relevos mais elevados, favorecendo a emissão de sedimentos dos Tabuleiros para as áreas mais rebaixadas das planícies, terraços fluviais e lagoas, principalmente através do fluxo de escoamento gerado pelas chuvas. A principal função sistêmica dessas UG's é a função de produção, atuando no cargo de receber, absorver, consumir e transportar os fluxos de matéria e energia no sistema,

garantindo assim, a função geoecológica de força que assegura o movimento advindo da atmosfera e litosfera.

O pleno funcionamento da paisagem depende de determinada quantidade de matéria e energia, para manter o geossistema em funcionamento e manter o processo de evolução das paisagens. Essas quantidades de energia podem ser armazenadas, retidas temporariamente e disponibilizadas a posteriori para a estruturação horizontal ou vertical das paisagens.

Segundo Vidal e Silva (2021) a partir da dinâmica e funcionamento ocorre a geração de produtos definidos como novas substâncias sintetizadas ou formações sinérgicas, elementos e componentes que se reproduzem permanentemente no sistema, gerando produtos a partir das interações sistêmicas realizado por cada paisagem, no qual cada uma produz diferentes produtos com sua própria composição, como está especificado no quadro 3.

A estrutura horizontal e funcionamento das UG's e SUG's presentes no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses foram usados como base para a análise da situação geoecológica de cada unidade e para construção de um zoneamento geoecológico que subsidiará a proposição de ações para o planejamento ambiental do Parque.

6. ESTADO AMBIENTAL E ZONEAMENTO FUNCIONAL GEOECOLÓGICO COMO MODELO PARA O PLANEJAMENTO AMBIENTAL DO PARQUE NACIONAL DOS LENÇÓIS MARANHENSES

Na paisagem como sistema integrado, onde considera-se o sistema natural e socialmente condicionado torna-se possível determinar o estado, nível de degradação e a situação ambiental através do rompimento do equilíbrio funcional dos geossistemas como um todo ou das Unidades Geocológicas interrompendo o fluxo e o funcionamento destas unidades através das ações humanas que causam maior impacto.

Neste capítulo o diagnóstico da situação ambiental das Unidades Geocológicas será utilizado como base para o Zoneamento Funcional Geocológico assim como para propostas de planejamento ambiental do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses (PNLM) e o território dos municípios abrangentes.

6.1 Processos geocológicos degradantes (problemas ambientais da Paisagem)

A dinâmica funcional é o conjunto de ações que sustentam o funcionamento dos geossistemas que constituem as paisagens. Segundo Vidal e Mascarenhas (2020) cada paisagem possui sua própria dinâmica funcional, sustentada por mecanismos e balanços de fluxos de EMI específicos e por uma cadeia de relações reversíveis (homeostáticas) que asseguram a integridade e coerência do sistema.

As alterações no funcionamento e mecanismos de autorregulação conduzem a um processo de degradação culminando em desequilíbrios na dinâmica funcional, resultando em processos geocológicos degradantes.

A degradação geocológica define-se como a perda de atributos e propriedades sistêmicas que garantem o cumprimento das funções geocológicas e a atividade dos mecanismos de autorregulação, visto que essa degradação possui um papel antagônico na dinâmica de funcionamento das Paisagens que são aqueles que conduzem à alteração desses mecanismos, da circulação de fluxos de EMI e, por conseguinte, à perda dos potenciais naturais e da capacidade produtora dos sistemas (Rodriguez, Silva e Cavalcanti, 2004).

Esses processos podem ser considerados ou até nomeados como problemas ambientais da Paisagem, em virtude do comprometimento da estrutura, funcionalidade e da qualidade dos sistemas de interação dos elementos que compõem a paisagem, se expressam em diferentes escalas espaciais e temporais, tendo como consequência dificultar o cumprimento das funções socioeconômicas e as deficiências gerais de sustentabilidade em grupos sociais.

Segundo Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004) esses processos geoecológicos degradantes (problemas ambientais) podem ser classificados como de ordem natural ou de interação, podendo-se distinguir os seguintes: erosão, deflação, perda da biodiversidade, degradação das pastagens, degradação do solo (perda do horizonte húmico, compactação), salinização, redução do nível de água subterrânea, laterização, inundações, entre outros. Enquanto os de interação (formados pela influência decisiva da ação antrópica) pode-se distinguir os seguintes: contaminação (do solo, atmosférica e da água), alteração dos recursos hídricos, alterações na vegetação (desmatamento e queimadas) etc.

Na área de estudo que abrange o PNLM, a Zona de Amortecimento e o entorno que compreende o território dos Municípios podem ser encontrados em algumas Unidades Geoecológicas mecanismos degradantes oriundo da ação antrópica (Figura 20).

Na escala utilizada neste estudo pode-se perceber que as Unidades Geoecológicas (UG) que estão fora da Zona de Amortecimento (ZA) sofreram mais com os problemas ambientais, apesar da ação antrópica atuar visivelmente nas UG's que fazem parte da ZA. Entretanto, a ocorrência da intervenção e modificação na Paisagem pela ação antrópica alterando a dinâmica geoecológica nas UG's, em sua maioria, ainda mantêm a base das suas ações naturais e evidências de autorregulação interagindo de forma nova com as atividades humanas, com exceção das grandes ocupações humanas que se traduzem em áreas urbanizadas que possuem maior tendência a modificação no processo de formação da Paisagem de forma irreversível.

Os processos geoecológicos degradantes encontrados na área de estudo podem ser classificados como naturais e de interação (Rodriguez, Silva e Cavalcanti, 2004). Os naturais são os que fazem parte do ciclo de funcionamento natural, principalmente na área do PNLM e dentro da sua Zona de Amortecimento. Enquanto os de interação foram divididos em duas categorias:

- **Problemas ambientais de uso do solo:** relacionados diretamente com as formas de usos e ocupação do solo, principalmente mediante as práticas desenvolvidas pela agricultura e pecuária.
- **Problemas ambientais de urbanização:** relacionado principalmente ao crescimento da urbanização, com aumento da pressão dos recursos causadas por necessidade de mais moradias, construções para diversos serviços e turismo.

Nas UG's principais pode-se constatar que os processos geocológicos degradantes ainda são de ordem natural, porém os de interação são observados principalmente nos tabuleiros e planícies fluviais (Figura 20; Quadro 4).

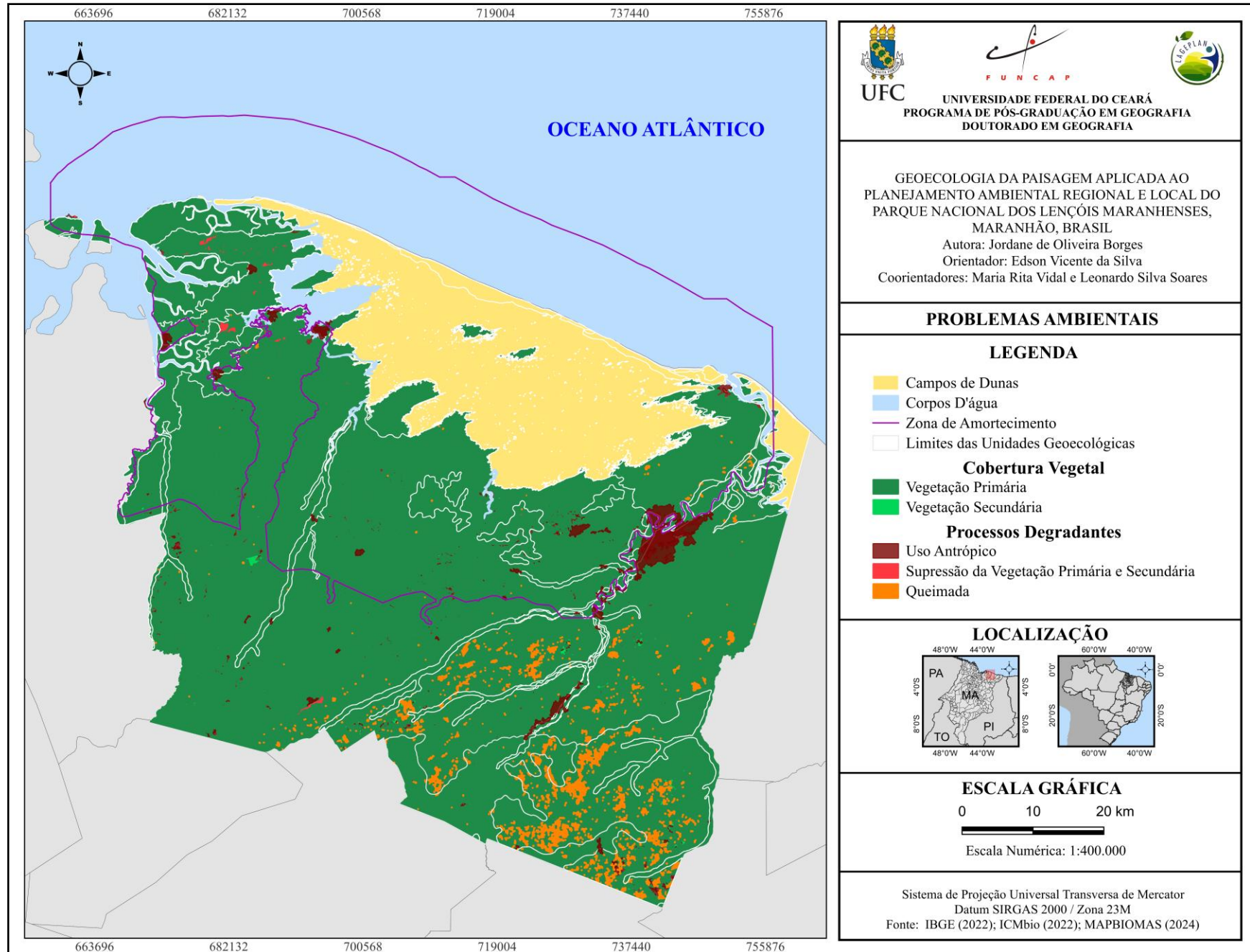
Quadro 4 – Processos geocológicos degradantes nas Unidades Geocológicas

Sistemas ambientais	Unidades geocológicas	Processo degradante	Descrição
Sistema Marinho	Mar Litorâneo	Natural	Movimentos de correntes e deriva litorânea
Sistema Litorâneo	Planície litorânea (Praia-pós praia Dunas móveis Dunas fixas Zona primitiva)	Natural e interação (urbanização)	Ocorrem ações eólicas naturais, porém na SUG de paleodunas e pós praia na vila de Atins, existe edificações e aumento construção de moradias.
Sistema Fluviomarinho	Planície fluviomarinha	Natural e Interação (uso do Solo)	Ainda realiza as funções estuarinas, porém podem ser observados focos de desmatamento e queimadas.
Sistema Fluvial	Planícies Fluviais e Terraços Fluviais	Natural e Interação (urbanização)	Observa-se grandes mecanismos de urbanização nas sedes e povoados, aumentando assim, as construções.
	Planície de Inundação	Natural	
Sistema Terrestre	Tabuleiro Litorâneo	Interação (uso do solo)	Apesar da realização da função geocológica possui a maior parte dos focos de queimadas e desmatamento para fins agropecuários e crescimento de urbanização.
	Tabuleiro Sub-litorâneo		

Fonte: dados e registros da pesquisa (2024).

No PNLM e o seu entorno são observadas como principais problemas ambientais causados pela interação/intervenção antrópica sobre o funcionamento da paisagem as Queimadas/perda da biodiversidade, degradação do solo, poluição hídrica, assoreamento, construções e edificações, desmatamento das encostas, margens dos rios e lagoas, pastagem semi-intensiva e extensiva com retirada do substrato vegetal.

A urbanização enquanto uso antrópico tem avançado para os limites da zona de Amortecimento, principalmente nas cidades de Barreirinhas, Santo Amaro do Maranhão, Primeira Cruz e Humberto de Campos (Planície fluviomarinha) e a vila de Atins, no qual a crescente necessidade de construção de moradias e empreendimento para diversos serviços, incluindo serviços de turismo tem realizado uma forte pressão em relação ao PNLM e as UG's que a compõe.



Fonte: dados e registros da pesquisa (2025).

Em relação as comunidades tradicionais dentro dos limites do PNLN e da Zona de Amortecimento não há indícios de problemas ambientais causados por atividades dos moradores, apesar dessas atividades serem consideradas conflitantes pelo Plano de Manejo do parque, devido a escala em que são realizadas não afeta o funcionamento e auto regulação das UG's nestas áreas.

A deterioração e os impactos ambientais observadas nas Unidades de Paisagem da área avaliada estão associados ao aproveitamento das áreas agrícolas, ao uso do solo para criação de gado na forma de pastagens, à expansão urbana e às atividades turísticas. Esses fatores possibilitam a classificação das unidades geológicas conforme o grau de comprometimento ambiental. As categorias avaliadas nos processos geológicos degradantes definidas oferecem subsídios consistentes para analisar a forma como se expressam os elementos dos geossistemas, determinando sua situação geológica.

6.2 Estado ambiental da paisagem do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses

No enfoque dos processos geológicos de interação as alterações dos mecanismos de formação e regulação sistêmica das paisagens e do grau de degradação, pode-se determinar o estado ambiental dos geossistemas. Por estado ambiental, considera-se a situação geológica da paisagem dada, determinada pelo tipo e grau de impacto e a capacidade de reação e absorção dos geossistemas.

A situação geológica pode ser explicada como resultado da manutenção da paisagem com suas características sistêmicas originais ou como a sobreposição de usos e pressões antrópicas sobre os sistemas naturais que geram modificações na paisagem, alterando sua dinâmica interna e comprometendo a estabilidade geológica, o que permite compreender o grau de impacto ambiental e apontar caminhos para estratégias de manejo sustentável, orientadas pela manutenção da integridade dos geossistemas.

A classificação da situação geológica da área avaliada foi realizada de acordo com o método descrito por Mateo e Martinez (1998) em estável, medianamente estável, instável, crítico e muito crítico. Essa classificação por Unidade Geológica (UG) está apresentada no quadro 5:

Quadro 5: Situação geocológica das unidades do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses e seu entorno.

Sistemas ambientais	Unidades geocológicas	Situação Geocológica	Descrição
Sistema Marinho	Mar Litorâneo	Estável	Não alterado
Sistema Litorâneo	Planície litorânea (Praia-pós praia Dunas móveis Dunas fixas Zona primitiva)	Estável (Medianamente estável em algumas SUG's)	Não alterado com exceção das SUG's com área urbanizada.
Sistema Fluviomarinho	Planície fluviomarinha	Estável	Não alterado com exceção das áreas urbanizadas.
Sistema Fluvial	Planícies Fluviais e Terraços Fluviais	Medianamente Estável	Não alterado com exceção das áreas urbanizadas.
	Planície de Inundação	Estável	
Sistema Terrestre	Tabuleiro Litorâneo	Medianamente estável a Instável	Ainda se mantêm sustentável na maior parte das áreas com indicativo de insustentabilidade em algumas áreas.
	Tabuleiro Sub-litorâneo		

Fonte: dados e registros da pesquisa (2024).

No Sistema Marinho a única UG, o mar litorâneo pode ser considerado estável por não possuir intensa atividade antrópica e a maior parte das atividades de pesca que apresentam-se nesta unidade são de caráter artesanal, o que mantém o sistema com caráter inalterado.

Nas paisagens do Sistema Litorâneo a UG (Planície Litorânea) e suas Sub-unidades Geocologicas (SUG's) podem ser consideradas em situação estável, devido a reduzida ou inexistente alteração no fluxo dinâmico dessas, pois a maioria possui ausência ou pouca atividade antrópica. As SUG's que possuem maior ação antrópica como a planície com paleodunas em Primeira Cruz, dunas fixas com vegetação rasteira e restingas em Santo Amaro do Maranhão (ambas localizam-se sedes municipais) e planície com paleodunas e vegetação rasteira em Barreirinhas (localiza-se a vila de Atins) possuem áreas urbanizadas que estão em expansão, principalmente, o crescimento da cidade de Santo Amaro do Maranhão e a intensa especulação imobiliária voltada ao turismo. Entretanto, não se tem evidências que nessas cidades e vila possuem interrupção do funcionamento e do mecanismo de autorregulação da UG, podendo ainda ser consideradas atividades de reduzido risco para o fluxo dinâmico da paisagem.

A implantação do Polo Ecoturístico dos Lençóis Maranhenses tem gerado especulação imobiliária na região do parque e na zona de amortecimento, com tendências de expansão turística e construção de casas de veraneio e complexos turísticos em zonas de criticidade ambiental constituídas por dunas, praias e restingas, com expropriação da população nativa (ICMbio, 2024).

Na unidade Planície Fluviomarina presente em Primeira Cruz e Barreirinhas, as SUG's possuem pequenas áreas de povoados e vilas que sobrevivem basicamente da pesca e do extrativismo de caranguejos e mariscos. Apesar das construções de moradias e algum desmatamento para fins agropecuários ainda não apresentam grandes problemas ambientais, podendo caracterizar essa UG como estável, considerando-a inalterada na sua maior parte.

No Sistema Fluvial principalmente a UG Planícies e terraços Fluviais estão medianamente estáveis nos altos cursos dos rios Alegre e Preguiças, pois, o crescente povoamento as margens de afluentes importantes podem causar certos problemas ambientais como assoreamento, porém ainda podem se manter sustentável com o manejo correto. Entretanto, no médio curso do rio Preguiças a intensa urbanização da cidade de Barreirinhas já podemos considerar a situação geocológica instável, devido a intensa pressão sobre essas partes do rio.

Neste Sistema a UG Planície de inundação pode ser considerada estável principalmente devido as suas características do relevo e a possibilidade de inundação em períodos chuvosos, podendo apenas ser utilizado para alguma finalidade agrícola, mas que não interfere nos serviços ecossistêmicos ou a dinâmica agroambiental dessa unidade.

Em compensação, o Sistema terrestre representado pelas UG's tabuleiro litorâneo e tabuleiro sublitorâneo devido as suas características pode ser considerado de medianamente estável a instável, principalmente na parte que compreende ao sul do município de Barreirinhas, pois são praticadas atividades que podem potencialmente interferir no estado funcional da paisagem, principalmente queimadas e desmatamento para atividades agropecuárias e cultivos diversificados, uma vez que a forma de cultivo é a roça de toco, com a utilização de queimadas para a limpeza da área e no caso do tabuleiro sublitorâneo para o cultivo de pastagens para criação de gado em sistema semi-intensivo e extensivo. Atualmente foram constatadas alterações na paisagem apenas da UG tabuleiro sublitorâneo levando a uma situação geocológica de medianamente estável a instável.

Não foram observadas em nenhuma das UG a classificação de “crítico” ou “muito crítico”, indicando que significa que as paisagens do PNLM ainda se mantêm de forma sustentável com apenas algumas áreas pouco sustentáveis, possuindo valor para o funcionamento e equilíbrio do sistema. Em nenhuma das UG avaliadas no presente estudo tiveram perda parcial ou generalizada da estrutura espacial e funcional com eliminação paulatina das funções ecológicas ou com o geossistema sem condições de cumprir as funções geocológicas.

6.3 Zoneamento Funcional Geocológico como diretriz de planejamento ambiental

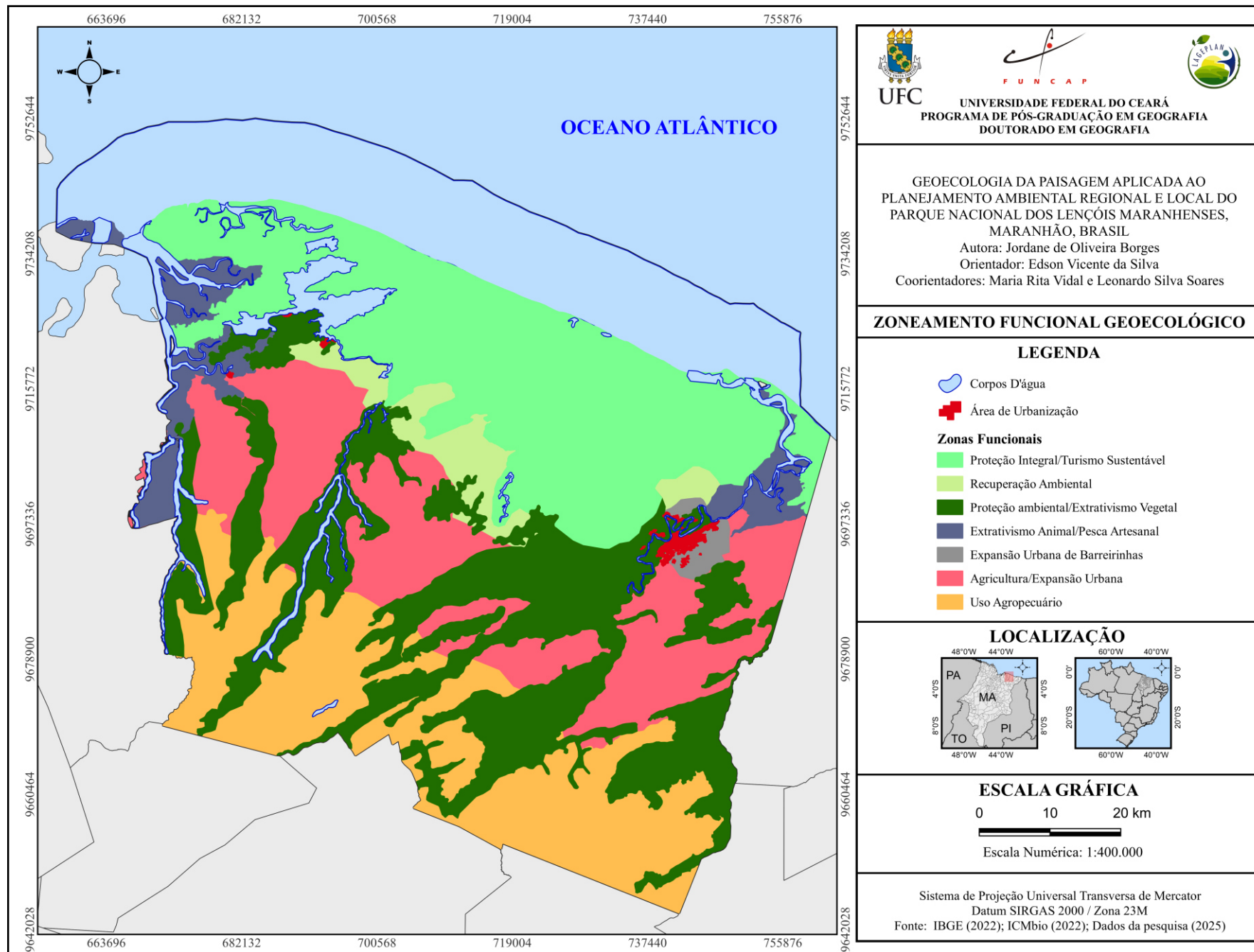
O estado ambiental das unidades geocológicas da paisagem foram o principal subsídio para a proposição de estratégias, planejamento territorial e ambiental do PNLM e seu entorno, realizado através de planejamento funcional geocológico como principal instrumento. Esse planejamento se organiza de acordo com as seguintes funções:

- **funções ecológicas** (proteção, conservação, recarga hídrica, corredores ecológicos, áreas frágeis etc.);
- **funções produtivas** (agricultura, pecuária, silvicultura, mineração etc.);
- **funções sociais** (áreas urbanas, infraestrutura, turismo, lazer etc.);

Assim, o zoneamento funcional: no presente estudo buscou traduzir a partir do mapeamento, diretrizes práticas que orienta quais usos são compatíveis com cada grupo (zonas) de unidades geocológicas de paisagem, ajudando a definir restrições que servem de base para políticas públicas de planejamento e gestão ambiental.

As zonas podem ser definidas como um aspecto instrumental e jurídico dentro do planejamento ambiental, pois constitui o estabelecimento das propostas que devem reger as novas finalidades e processos de uso da paisagem, levando em consideração os instrumentos técnico-científicos do planejamento ambiental (Periçato; Nunes, 2024)

A partir dos resultados obtidos com estado ambiental (situação geocológica), foram classificadas sete zonas funcionais obedecendo a escala da área de estudo. Essas zonas são: (I) proteção integral e turismo sustentável (II) recuperação ambiental (III) proteção ambiental e extrativismo vegetal (IV) extrativismo animal e pesca artesanal (V) expansão urbana de Barreirinhas (VI) agricultura e expansão urbana (VII) uso agropecuário (Figura 21).



Fonte: dados e registros da pesquisa (2025).

Neste zoneamento funcional a primeira zona definida foi a “zona de proteção integral e turismo sustentável”, por ser uma área delimitada como Parque Nacional pelo ICMBio e os Parques Nacionais são enquadrados no grupo de Unidades de Conservação de Proteção Integral de acordo com o – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) pela Lei nº 9.985/2000 e o objetivo principal é a preservação do ecossistema natural, mantendo os processos geocológicos e a biodiversidade sem interferência antrópica significativa.

Nesta zona foram incluídas as praias com restingas e foz do rio Preguiças, e parte dos pequenos lençóis, assim como parte dos manguezais ao norte de Primeira Cruz e das dunas fixas e paleodunas cobertas com vegetação de influência marinha. A grande potencialidade da área, devido ao uso dos recursos naturais ser expressamente proibido na área do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses e nas outras áreas que compõe a zona, atividades de uso mais intensiva poderem causar maior impacto, seria o turismo sustentável e recreação, sendo inseridos a educação ambiental aplicada.

O turismo sustentável tem sido um modelo de turismo adotado em várias partes do mundo que busca atender às necessidades dos visitantes, das comunidades locais e do meio ambiente, garantindo que os recursos naturais, culturais e sociais sejam preservados para as gerações futuras, minimizando os impactos negativos na paisagem e incentiva o uso racional dos recursos oferecidos (Grechinski et al., 2024).

Próximo ao limite da zona de proteção integral e turismo sustentável em alguns pontos da área de estudo, foi necessário incluir a “zona de recuperação ambiental”, por ser áreas de avanço das dunas, dunas fixas, paleodunas e áreas de riachos que também contribuem na drenagem do parque, sua forma de uso deve ser igual ao da zona de proteção integral e turismo sustentável. Segundo Vidal e Mascarenhas (2022) as áreas de estabilização natural (recuperação) são caracterizadas por serem áreas de vital importância para o funcionamento do sistema e seu uso deve ser limitado em vista a preservar o funcionamento do sistema.

A “zona de proteção ambiental e extrativismo vegetal”, distribuída em vários rios principais e seus afluentes no território dos municípios de Barreirinhas, Santo Amaro do Maranhão e Primeira Cruz. Essa zona abrange o rio Preguiças, o rio Alegre e parte do sistema Achuí. Pode ser considerado zona de proteção, pois é de suma importância o respeito aos limites da APP (Área de Preservação Permanente) dos rios e afluentes, definido pelo Código Florestal Brasileiro na Lei nº 12.651/2012. Pois no caso dos rios e cursos d’água naturais, a APP corresponde à faixa de vegetação ao longo das margens, cuja função é proteger o solo, a

água e manter a biodiversidade animal e vegetal obedecendo 30 metros para rios com largura de até 10 m, 50 metros para rios com largura entre 10 m e 50 m e 100 metros para rios com largura entre 50 m e 200 m, sendo este o caso os rios e afluentes do território estudado.

Uma atividade já realizada nesta zona e que não é considerada potencialmente danosa a relação sistêmica fluvial é o extrativismo vegetal que se torna uma potencialidade devido as margens dos rios e afluentes terem uma vegetação densa e característica de margens dos rios, inclusive com coletas de frutos, palhas e madeira em forma subsistência, respeitando os limites da APP.

A “zona de extrativismo animal e pesca artesanal” corresponde as áreas de manguezais em Primeira Cruz e Barreirinhas, caracterizada pela exploração comercial da coleta de caranguejos, pesca artesanal e coleta de mariscos para venda em pequena escala ou subsistência. As atividades realizadas nesta zona não apresentaram problemas no estado ambiental da paisagem e na área de estudo há baixa especulação imobiliária nas áreas de manguezais, atuando na manutenção do equilíbrio sistêmico.

O extrativismo animal nesta zona pode ser sustentável desde que se obedeça a regras de manejo como período de defeso do caranguejo-uçá (época de reprodução em que a captura é proibida), limites de coleta e respeito aos tamanhos mínimos dos animais e o incentivo de projetos comunitários de manejo sustentável, que aliam conservação do mangue e renda das comunidades pesqueiras.

Na cidade de Barreirinhas foi necessário incluir uma pequena “zona de expansão urbana”, pois inevitavelmente a cidade tem crescido tanto a direita como a esquerda do rio Preguiças, sendo necessário demandar o cumprimento das regras de APP do rio, no caso do rio Preguiças são de 100 m das margens.

A “zona de agricultura e expansão urbana” foi delimitado devido a esta parte do tabuleiro a vegetação ser usada para finalidade de roças, não de forma intensa e não apresentou graves problemas ambientais e surgirem alguns povoados que não se expandem de forma intensa, pois apesar de se encontrar na Zona de Amortecimento, ficam longe de áreas potencialmente turísticas, vivendo apenas da sua própria produção de matéria prima e outras atividades diversas, como a criação de pequenos animais.

A agricultura e pecuária de pequenos animais nesta zona devem obedecer aos critérios que as tornariam mais sustentáveis e não causar muitos danos a paisagem nestas áreas. Alguns exemplos de medidas que podem ser adotadas são: (I) Evitar derrubar florestas maduras ou áreas de preservação (II) evitar a ‘coivara’, queima descontrolada da vegetação. (III) usar

técnicas como roça de toco (cortar e deixar restos vegetais no chão como cobertura) (IV) diversificação de culturas (V) uso de adubação natural (compostos orgânicos) e (VI) Manejo sustentável, como a alternância de áreas de plantio, regeneração da terra entre outros.

A “zona de uso agropecuário” localiza-se ao sul do território dos municípios em áreas da UG tabuleiro litorâneo e sublitorâneo, sendo este último apresentou áreas instáveis na situação ambiental devido a queimadas para plantio de pastagens na criação de animais de médio e grande porte. Esta zona foi pensada para evitar queimadas e desmatamento em áreas de nascentes de rios e riachos que drenam as principais Bacias Hidrográficas dos Lençóis Maranhenses, estando intrinsecamente entrecortadas pela “zona de proteção ambiental e extrativismo vegetal” que atualmente não tem sido respeitada principalmente na UG tabuleiro sublitorâneo.

Essas áreas de uso agropecuárias se continuarem sendo conduzidas sem devido zoneamento, possuem tendência a causar impactos maiores e até levar as paisagens do tabuleiro para um estado “crítico” ou “muito crítico”, interrompendo o fornecimento de areia e matéria orgânica para outros sistemas. Apesar dessas áreas terem potencial para o desenvolvimento das atividades agrícolas e pecuárias. Não estão levando em consideração as propriedades de erosividade e erobilidade pedológicas, a disponibilidade, qualidade e acesso a água (superficial e subterrânea), uma vez que a relação solo-água é um ponto de estabilidade para manutenção das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo.

Esse zoneamento funcional geocológico do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses e seu entorno é necessário para equilibrar conservação e uso humano, tendo em vista que essa ferramenta de planejamento ambiental orienta a possibilidade da utilização de cada área, considerando suas características ambientais, fragilidades e potencialidades, evitando assim, pressões excessivas sobre os geossistemas frágeis da região. Definindo-se zonas específicas para expansão urbana e turismo, agropecuária, extrativismo e preservação, o zoneamento contribui para reduzir conflitos de uso da terra e garantir que as comunidades locais possam desenvolver suas atividades de forma compatível com a conservação, fortalecendo gestão participativa e promovendo alternativas sustentáveis de geração de renda.

7. CONCLUSÕES

A presente investigação reafirmou a pertinência da Geoecologia da Paisagem como referencial metodológico para compreender a complexidade ambiental e territorial do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses. Essa abordagem permitiu identificar, caracterizar e quantificar os mosaicos paisagísticos que estruturam o parque, revelando tanto a sua singularidade natural quanto as pressões antrópicas que incidem sobre ele.

Os condicionantes paisagísticos do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses e seu entorno que inclui o território dos municípios, são caracterizados pela sua geologia, geomorfologia, aspectos climáticos, altimetria, hidrografia, solos, vegetação e uso e ocupação antrópica, revelando que as interações desses elementos em toda a área analisada são responsáveis por diferentes conjuntos de paisagens que atuam integralmente. A interação entre os condicionantes paisagísticos evidencia ainda a fragilidade e a complexidade da paisagem, mostrando como fatores naturais e antrópicos moldam sua dinâmica, no qual é essencial compreender essa dinâmica para orientar o manejo adequado e garantir a preservação ambiental.

Em análise quantitativa, realizada a partir da análise do mapeamento temático desses condicionantes em escalas de 1:400.000 e 1:500.000, possibilitou mensurar as classes de uso e cobertura da terra. Os resultados demonstraram que a vegetação nativa ainda predomina, ocupando mais de 60% da área do parque, porém com sinais de fragmentação em setores sob influência de práticas produtivas e da pressão turística. As áreas de dunas móveis e lagoas sazonais, elementos centrais da paisagem na área de estudo, respondem por cerca de 25% da superfície, configurando a dinâmica singular do território.

As unidades e subunidades geoecológicas da área de estudo refletiram a interação entre transformações físicas, biológicas, sociais, culturais e econômicas, especialmente na zona de interface entre atmosfera, terra e mar. As principais unidades geoecológicas que se agrupam para formar as paisagens da área de estudo foram o mar litorâneo, planície litorânea, planície fluviomarinha, planícies e terraço fluviais, tabuleiros litorâneos e sublitorâneos, agrupando-se em um único geossistema, definido por critérios fisiográficos. A delimitação em unidades geoecológicas atua como um zoneamento ambiental. Esses critérios permitiram identificar geofáceis, associados tanto a fatores naturais quanto antrópicos.

A análise da estrutura plana das Unidades e Subunidades Geoecológicas no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses e seu entorno, evidencia a complexidade estrutural da

paisagem, marcada por formas diversas resultantes da interação entre ações naturais e condicionantes geomorfológicos. O predomínio das estruturas em mosaico reflete a dinâmica oceano-continente, bem como a influência de rios, ventos e relevo. Apesar de algumas alterações antrópicas localizadas, a maior parte das unidades mantém sua configuração natural, onde a paisagem do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses revela-se como um sistema integrado, essencial para a compreensão de sua gênese e dinâmica ambiental.

A estrutura funcional da paisagem no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses e seu entorno revela-se como resultado da interação contínua entre diferentes sistemas e geofluxos, responsáveis pela emissão, transmissão, acumulação e regulação de matéria e energia. Cada unidade geoecológica desempenha funções específicas, que em conjunto asseguram a dinâmica, o equilíbrio e a evolução das paisagens. Assim, o pleno funcionamento desse geossistema depende da manutenção dessas relações, garantindo a produção, armazenamento e circulação dos fluxos naturais essenciais à sua estabilidade.

Embora a maioria das Unidades Geoecológicas do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses e sua Zona de Amortecimento ainda mantenham a base de seus processos naturais, a crescente intervenção antrópica tem intensificado problemas ambientais que podem comprometer a dinâmica da paisagem. As pressões decorrentes do uso do solo e da urbanização, sobretudo nas áreas de maior ocupação humana, têm gerado modificações, destacando-se queimadas, desmatamentos, poluição hídrica e degradação do solo. Haja vista que a expansão de áreas de uso antrópico em setores periféricos da área de estudo identificando-se um crescimento expressivo de áreas convertidas em pastagens, que em alguns trechos superaram 35% da superfície mapeada. Esse avanço, embora não se concentre dentro do parque em si, pode afetar sua integridade geoecológica, uma vez que reduz a conectividade e exerce pressão indireta sobre os geossistemas.

O estado ambiental das Unidades Geoecológicas do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses e seu entorno evidencia que a maior parte dos sistemas marinho, litorâneo e fluvial mantém-se estável ou medianamente estável, preservando sua ação naturais e mecanismos de autorregulação. As pressões antrópicas ainda são localizadas e de baixo impacto em grande parte das Unidades Geoecológicas, embora áreas de urbanização, especulação imobiliária e atividades agropecuárias em algumas regiões apresentem riscos moderados à estabilidade funcional, sendo que apesar dessas intervenções, não foram observadas perdas significativas da estrutura espacial ou das funções ecológicas, indicando que

o sistema permanece essencialmente sustentável. Assim, o equilíbrio das paisagens analisadas ainda é mantido, garantindo a continuidade dos processos geocológicos e serviços ambientais.

Como principal ferramenta para estruturação do planejamento e gestão ambiental do Parque, o zoneamento funcional geocológico realizado na área de estudo evidencia como estratégia para conciliar a conservação ambiental e o uso sustentável da paisagem. Ao definir zonas específicas de conservação, turismo sustentável, extrativismo, agricultura e expansão urbana, busca-se orientar os usos compatíveis com cada Unidade Geocológica, respeitando suas fragilidades e potencialidades. Essa abordagem permite minimizar impactos antrópicos, preservar dinâmicas geocológicas essenciais e assegurar a manutenção da biodiversidade, ao mesmo tempo em que promove alternativas sustentáveis de geração de renda e fortalecimento da gestão participativa das comunidades locais, uma vez que são essenciais à manutenção de práticas tradicionais de comunidades dentro e no entorno do parque e reforça a necessidade de políticas que integrem conservação e sustentabilidade socioeconômica.

Ressalta-se também a importância de considerar os saberes locais e as práticas tradicionais na formulação de estratégias de gestão. As comunidades que convivem historicamente com o Parque desempenham papel essencial na manutenção de percentuais de conservação superiores àqueles observados em setores de ocupação recente. A Geoecologia da Paisagem, nesse sentido, oferece suporte técnico para dialogar com esses atores e construir políticas participativas de gestão.

O Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses constitui um território de extrema singularidade ecológica e cultural, cuja conservação depende da articulação entre ciência, gestão e sociedade. Tendo em vista que a incorporação de resultados quanti-qualitativos e a adoção da metodologia da Geoecologia das Paisagens como eixo de análise garantiram a robustez da investigação, reforçando a centralidade da Geografia Física, e em especial da abordagem geocológica, no enfrentamento dos desafios contemporâneos de planejamento e gestão de unidades de conservação.

REFERÊNCIAS

- AB´SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. Ateliê editorial, 8º ed. 2021.
- ALBUQUERQUE, B. P. As relações entre o homem e a natureza e a crise sócio-ambiental. **Rio de Janeiro, RJ. Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)**, 2007.
- ALMEIDA-FILHO, R.; ROSSETTI, D.; MIRANDA, F. P.; FERREIRA, F. J. F.; SILVA, C.; BEISL, C. H. 2009. Quaternary reactivation of a basement structure in the Barreirinhas Basin, Brazilian Equatorial Margin. **Quaternary Research**, v. 72, p. 103-110.
- ALVES, J. E. D. População, desenvolvimento e sustentabilidade: perspectivas para a CIPD pós-2014. **Revista Brasileira de Estudos de População**, Rio de Janeiro, v. 31, n. 1, p. 219-230, jan./jun. 2019.
- AMARAL, Y. T.; SANTOS, E. M.; RIBEIRO, M. C.; BARRETO, L. Landscape structural analysis of the Lençóis Maranhenses national park: Implications for conservation. **Journal for Nature Conservation**, v. 51, p. 125725, 2019.
- AMORIM, R. R. **Análise Geoambiental como subsídio ao planejamento no uso e ocupação das terras da zona costeira da região costa do descobrimento (Bahia)**. 2011. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.
- ARAÚJO, T. D.; FONSECA, E. L. Análise multitemporal dos Lençóis Maranhenses entre 1984 a 2014 utilizando sensoriamento remoto orbital. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 01, p. 280-295, 2016.
- BANDEIRA, I. C. N. **Geodiversidade do estado do Maranhão**. Teresina: CPRM; 2013, 294 p.
- BASILIO, Thiago Holanda et al. Análise integrada de unidades geoecológicas relacionadas com as atividades pesqueiras no litoral sul do Espírito Santo, Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 16, n. 2, p. 163-170, 2016.
- BAUDRY, J.; ZONNEVELD, I. S.; FORMAN, R. T. **Changing landscapes: an ecological perspective**. Berlin/Heidelberg, Germany: Springer, 1990.
- BERTALANFFY, L. **General System Theory: Foundations, development, applications**. New York: George Braziller, 1993, 11 ed. 295p.
- BRANCO, S. M. **Ecossistêmica: uma abordagem integrada dos problemas do meio ambiente**. São Paulo: Edgard Blücher, 1989, 141p.
- BRASIL. Governo Federal. **Lei n.º 9.985/00 (Lei do Sistema Nacional das Unidades de Conservação)**, criadas por ato do Poder Público” (art. 22). Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm Acesso em: 28 jun. 2023.

BATEMAN, M. D.; CARR, A. S.; DUNAJKO, A. C.; HOLMES, P. J.; ROBERTS, D. L.; MCLAREN, S. J.; BRYANT, R. G.; MARKERE, M. E.; MURRAY-WALLACE, C. V. The evolution of coastal barrier systems: a case study of the Middle-Late Pleistocene Wilderness barriers, South Africa. **Quaternary Science Reviews**, v. 30, n. 1-2, p. 63-81, 2011.

BRAZ, J. S.; OLIVEIRA, R. C. Contribuições da geocologia das paisagens no planejamento ambiental em áreas apropriadas pelo turismo: uma discussão teórica e metodológica. **Ciência Geográfica**, v.27, n. 2, p. 141-142, 2023.

BRITO, P. S. D., GUIMARÃES, E. C., FERREIRA, B. R. A., OTTONI, F. P., & PIORSKI, N. M. Freshwater fishes of the Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses and adjacent areas. **Biota Neotropica**, v. 19, 2019.

BRITO, R. M.; GARCIA, P. H. M.; CHAVEZ, Eduardo Salinas. Vinte anos da lei do SNUC: Histórico e momento atual das unidades de conservação em Mato Grosso do Sul. **Caderno de Geografia**, v. 30, n. 62, p. 841-841, 2020.

CAETANO, J. N.; BEZZI, M. L. Reflexões na geografia cultural: a materialidade e a imaterialidade da cultura. **Sociedade & Natureza**, v. 23, p. 453-456, 2011.

CANDIOTTO, L. Z. P. A dialética da relação natureza-sociedade e a dimensão territorial da questão ambiental. **Encontro Nacional da ANPEGE**, v. 9, 2015.

CASTRO, R. V. S. **As comunidades tradicionais do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses: um estudo sobre os antigos e os novos conflitos que estão se estabelecendo.** 2020.

CAVALCANTI, A. P. B. Abordagens geográficas no estudo da paisagem. In: **Breves contribuciones del I. E. G.**, n. 22. 2010. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4055890.pdf>. Acesso 09 out. 2023.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais.** São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1999.

CIDREIRA-NETO, I.; RODRIGUES, G. G. Relação homem-natureza e os limites para o desenvolvimento sustentável. **Revista Movimentos Sociais e Dinâmicas Espaciais**, v. 6, n. 2, p. 142-156, 2017.

COSTA, V. R. M. BEZERRA, D. B.; GUTERRES, C. E.; COELHO, A. C.; SANTOS, A. L. S., SOUSA, A. S. Simulação de movimentação de dunas na zona costeira do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses. **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**, v. 1, p. 5501-5512, 2017.

COSTA, I. C. N. P. Abordagem metodológica ecologia da paisagem: origem, enfoque e técnicas de análise. **Boletim de Geografia**, v. 38, n. 1, p. 91-105, 2020.

COSTA, L. R. F.; BARRETO, L. L.; OLIVEIRA, V. P. V.; MAIA, R. P. Geomorfologia dos tabuleiros interiores do estado do Ceará-Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n. 7, p. 4056-4065, 2021.

DIAS, R. G. Tempo de muito chapéu e pouca cabeça, muito pasto e pouco rastro: ação estatal e suas implicações para comunidades tradicionais no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses. 2017.

DIEGUES, A. C. S. A. **Mito moderno da natureza intocada**. 5 ed. São Paulo: Hucitec, 2003. 169 p.

DRUMMOND, J. A.; FRANCO, J. L. A.; OLIVEIRA, D. Uma análise sobre a história e a situação das unidades de conservação no Brasil. **Conservação da biodiversidade: legislação e políticas públicas**. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, p. 341-385, 2010.

DUFF, D. **Principles of Physical geology**. Chapman & Hall, Fourth edition, 1995, 791p.

DURÁN, O.; SILVA, M. V. N.; BEZERRA, L. J. C. HERRMANN, H. J.; MAIA, L. P. Measurements and numerical simulations of the degree of activity and vegetation cover on parabolic dunes in north-eastern Brazil. **Geomorphology (Amstredam)**, v. 102, p. 460/15. 2008.

ELIZBARASHVILI, NODAR; DVALASHVILI, GIORGI; SULKHANISHVILI, NINO. Selection principles and focuses of landscape planning of protected areas. **International Journal of Geoheritage and Parks**, v. 7, n. 1, p. 33-44, 2019.

EL-ROBRINI, M.; SANTOS, J. H. S.; LIMA, L.G.; SANTOS, A. L. S.; SANTOS, M. C. F. V.; SOUZA, U. D. V. Panorama da Erosão Costeira no Brasil: Capítulo Maranhão. *In*: 212 MUEHE, D. (Org.). **Panorama da Erosão Costeira no Brasil**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2018. p. 169 – 239.

FARIAS, J. BORGES, F.; SILVA, E. Compartimentação geocológica e propostas de planejamento ambiental em escala municipal no semiárido brasileiro. **Revista de Geografia e Ordenamento do Território**, n. 2, p. 97-115, 2012.

FARIAS, J. F.; SILVA, E. V.; RODRIGUEZ, José Manuel Mateo. Aspectos do uso e ocupação do solo no semiárido cearense: análise espaço temporal (1985-2011) sob o viés da geocologia das paisagens. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 6, n. 2, p. 136-147, 2013.

FEITOSA, A. C. **Relevo do Estado do Maranhão**: uma nova proposta de classificação topomorfológica. *In*: Simpósio Nacional de Geomorfologia.. p. 1-11, 2006.

FILHO, B. S. Comunidades tradicionais e formas de interação com a natureza: a relação entre humanos e não humanos no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses. *In*. NETO, Joaquim S. [et. al] (org.). **Problema ambiental: natureza e sujeitos em conflito**. São Luís: EDUFMA, 2019.

FITZSIMMONS, K. E., MAGEE, J. W., AMOS, K. J. Characterisation of eolian sediments from the Strzelecki and Tiari Deserts, Australia: Implications for reconstructing palaeoenvironmental conditions. **Sedimentary Geology**, 218, 61-73, 2009.

FREIRE, L. M.; LIMA, J. S.; SILVA, E. V. da. Proposta de planejamento ambiental e turístico para a caverna do limoeiro, Medicilândia (Pará). **Revista Equador**, Teresina, v.8, n.2, p.78-96, 2019.

GASTÃO, F. G. C.; MAIA, L. P. O uso de dados da missão SRTM e sedimentológicos nos estudos de Geomorfologia e padrões de Drenagem na região dos Lençóis Maranhenses. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 62, n. 2, 2010.

GASTÃO, F. G. C. **Caracterização dos lençóis maranhenses e dunas inativas (fósseis): implicações paleoambientais**. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) - Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 96 f. 2010.

GASTÃO, F. G. C.; MAIA, L. P. O uso de dados da missão SRTM e sedimentológicos nos estudos de geomorfologia e padrões de drenagem na região dos Lençóis Maranhenses. 2010.

GONÇALVES, R. A., DE OLIVEIRA LEHSUGEUR, L. G., DE ALENCAR CASTRO, J. W.; PEDROTO, Â. E. S. Classificação das feições eólicas dos lençóis maranhenses-maranhão-brasil. **Mercator**, v. 2, n. 3, 2003.

GORDON, J. E.; BRAZIER, V.; THOMPSON, D. B.; HORSFIELD, D. Geo-ecology and the conservation management of sensitive upland landscapes in Scotland. **Catena**, v. 42, n. 2, p. 323-332, 2001.

GORAYEB, A.; SILVA, E. V.; SOARES, L. S.; CARVALHO, R. G.; RABELO, F. D. B.; NETO, F. O. L.; FARIAS, J. F.; SOPCHAKI, C. H. Planning and Management of the Estuarine Zones of the Coastal Regions of Northern-Northeastern Brazil: An Approach Based on Landscape Geocology. **Journal of Coastal Research**, 95, 814-818. 2020.

GRECHINSKI, P. T.; TEIXEIRA, C. F.; Corbari, S. D.; SILVA, M. D. Turismo sustentável, para quem? Reflexões sobre políticas públicas para o turismo no Brasil. **Capital Científico**, v. 22, n. 2, 2024.

GUEDES, C. C. F.; GIANNINI, P. C. F.; SAWAKUCHI, A. O.; DEWITT, R.; AGUIAR, V. Â. P Weakening of northeast trade winds during the Heinrich stadial 1 event recorded by dune field stabilization in tropical Brazil. **Quaternary Research**, v. 88, n. 3, p. 369-381, 2017.

GUETTA, M.; OVIEDO, A. F. P.; BENSUSAN, N. A desconstrução das políticas de proteção das Unidades de Conservação. OVIEDO, A. BENSUSAN, N. **Como proteger quando a regra é destruir**. Brasília, DF: Mil Folhas, 2022.

HABER, Wolfgang *et al.* Basic concepts of landscape ecology and their application in land management. **Physiol. Ecol. Jap.**, v. 27, p. 131-146, 1990.

HAESBAERT, R. Região. **GEOfographia**, v. 21, n. 45, p. 117-120, 2019.

HEAD, M. J.; GIBBARD, P. L. Early-Middle Pleistocene transitions: an overview and recommendation for the defining boundary. Geological Society, London, **Special Publications**, v. 247, n. 1, p. 1-18, 2005.

HUMBOLDT, A. **Quadros da Natureza**. São Paulo: W. M. Jackson Inc. 1953.

HUONG, H. T. D. Geocological assessment landscapes of the province of Quang Binh (Viet Nam): abstract candidate's thesis in geographical sciences. **Geoecology**, v. 36, 2018.

ICMBIO. **Plano de Manejo: Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses**. Barreirinhas, Ibama, 2020.

IBGE. **Cidades**, 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br>. Acesso em: 23 mar. 2022.

ICMBio. **Unidades de Conservação**. 2018 Disponível em: www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/unidades-de-conservacao/biomas-brasileiros.html. Acesso em: 09 mar. 2022.

IUCN. **Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 10. Standards and Petitions Subcommittee**. 2013. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org/documents/RedListGuidelines.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2023.

IORIS, Edviges Marta. **Uma floresta de disputas: conflitos sobre espaços, recursos e identidades sociais na Amazônia**. Editora da UFSC, 2021.

JESUS, V.C.; BARRETO, H. N. Padrão de Drenagem, um Resgate Conceitual como Subsídio à Classificação da Bacia do Rio Preguiças–MA. **Ciência Geográfica**. Bauru, v. 25, n. 4, 2021.

KROEFF, L. L.; BÖHMII, R. F. S. O Diagnóstico socioambiental participativo (Dsap) como recurso de articulação entre as diferentes escalas de poder de empreendimentos em processo de licenciamento: O estudo de caso do Porto Itapoá. *In: Anais...I Congresso Brasileiro de Geografia Política, Geopolítica e Gestão do Território*. p. 361-371, 2014.

LIMA, D. C. A.; ALMEIDA, R. S.; PALHARES, J. M. Classificação dos geofácies e geótopos no geossistema costeiro do litoral oriental do Maranhão, Brasil. **Revista Ciência Geográfica**, v. 28, n. 1, p. 28-37, 2024.

LIU, M.; NIJHUIS, S. Mapping landscape spaces: Methods for understanding spatial-visual characteristics in landscape design. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 82, p. 106376, 2020.

OLIVEIRA, A. D.; CAVALCANTE, E. N. O estudo da paisagem como categoria de análise da geografia: uma abordagem teórico-conceitual. **Saberes Amazônicos**, p. 120, Goiânia : Editora Espaço Acadêmico, 2020.

ONU Organizações das nações Unidas. **Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 28 jun. 2023.

PEREIRA, J. H. S.; LIMA, E. C. Caracterização geoambiental da área em torno da rodovia ma-315, no Litoral Oriental Maranhense. **Planeta Amazônia: Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas**, n. 16, p. 168-181, 2024.

MACHADO, A. M. B.; SILVA, E. V.; SOARES, L. S.; BANDEIRA, A. M.; CASTRO, A. C. L.; BORGES, J.; SERRA, L. A.; SOARES, L. A.; SANTIAGO, D. R. Geo-environmental Analysis of Watersheds on the Eastern Coast of the State of Maranhão, Brazil and Interface with Lençóis Maranhenses National Park. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 16, n. 01, p. 227-250, 2023.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. P.; PAULA BARROS, L. F. B. **HIDROGEOMORFOLOGIA: formas, processos e registros sedimentares fluviais**. Editora Bertrand Brasil, 2020.

MAIA, L. P.; GASTÃO, F. G.; TATUMI, T.; LACERDA, L. D. D. Utilização do método de luminescência opticamente estimulada para a datação de sedimentos de dunas costeiras do nordeste setentrional do Brasil. 2011.

MARGEM, C. B.; LSUGARINE, C.; CAMARGOS, A. C. M. & OLIVEIRA, M. R. F. P. Relatório: diagnóstico socioambiental de 13 povoados inseridos nos limites do parque nacional dos lençóis maranhenses; Barreirinhas-ma; 2008.

MASCARENHAS, H. G. B.; DE FARIA, K. M. S. Dinâmica da paisagem e relações com o uso do Solo e fragmentação da cobertura vegetal no município de Flores de Goiás (GO) entre 1985 e 2017. **Élisée-Revista de Geografia da UEG**, v. 7, n. 02, p. 115-135, 2018.

MAXIMIANO, L. A. Considerações sobre o conceito de paisagem. **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, v. 8, 2004.

MEDEIROS, R. B.; CHÁVEZ, E. S.; DA SILVA, C. A.; BEREZUK, A. G. Geocological diagnosis of landscapes of the Formoso River Watershed, Bonito/MS, Brazil. **Environmental Earth Sciences**, v. 81, n. 6, p. 1-19, 2022.

MEIRELES, A. J. ARRUDA, M. G. C.; GORAYEB, A.; THIERS, P. R. L. Integração dos indicadores geoambientais de flutuações do nível relativo do mar e de mudanças climáticas no litoral cearense. **Mercator-Revista de Geografia da UFC**, v. 4, n. 8, p. 109-134, 2005.

MEIRELES, A. J. A. **Geomorfologia costeira: funções ambientais e sociais**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2014. 489 p.

MIRANDA, L. C.; SILVA, E. V.; GORAYEB, A.; RABELO, F. D. B. Zoneamento geoecológico como instrumento para o planejamento e gestão ambiental da Ilha do Príncipe. **Revista Eletrônica Casa de Makunaima, Roraima**, v.1, n.1, p.131-143, 2018.

MIRANDA, L. C.; SILVA, E. V. A geoecologia das paisagens como instrumento de gestão insular: a ilha do Príncipe-África. **Acta Geográfica**, v. 18, n. 50, p. 121-140, 2024.

MORAES, A. C. R. **Geografia: pequena história crítica**. 20 ed. Annablume, 2007. 152 p.

MOURA, J. R. **A criação do parque Nacional dos Lençóis Maranhenses e as mudanças no modo de vida dos moradores de Travosa**. 2012. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Ciências Sociais, Universidade Federal do Pará, Belém, 2012.

NASCIMENTO, F. R.; SAMPAIO, J. L. F. Geografia física, geossistemas e estudos integrados da paisagem. **Revista da casa da geografia de Sobral**, v. 6, n. 1, p. 21, 2004.

NASH, R. F. W. **And the American Mind**. 5 ed. New Haven: Yale University Press, 2014.

NIGMATOV, A. N. ALLANOV, K. A. The Science Of Geographical Ecology: Problems And Solutions. **The American Journal of Interdisciplinary Innovations and Research**, v. 5, p. 498, 2020.

NETO, R. M. **PAISAGEM E GEOSSISTEMAS: bases teórico-metodológicas da Geografia Física aplicada**. Editora CRV, 2023.

NUCCI, J. C. Origem e desenvolvimento da ecologia e da ecologia da paisagem. **Revista Geografar**, v. 2, n. 1, 2007.

PERIÇATO, A. J.; NUNES, J. O. R. Zoneamento geoambiental como subsídio ao planejamento ambiental: Revisão. **GEOFRONTER**, v. 10, p. e8637-e8637, 2024.

PINTO, R. S.; REGO, M. M. C.; ALBUQUERQUE, P. M. C. Honey pollen spectra of two species of stingless bee (Apidae: Meliponini) in Lençóis Maranhenses National Park, Brazil. **Grana**, 60, 3, 217-230, 2020.

RAMOS, L. P., DA SILVA ANDRADE, A. C., DE REZENDE NASCIMENTO, P. S., & DA SILVA SANTOS, J. P. Mapeamento geomorfológico da zona costeira sul de Sergipe. **Pesquisas em Geociências**, v. 48, n. 3, 2021.

REIS, F. Aumento populacional e degradação ambiental: a conta que não quer fechar. **Revista ASUGustus**, v. 25, n. 52, p. 82-93, 2020.

REED, J.; ICKOWITZ, A.; CHERVIER, C.; DJOUDI, H.; MOOMBE, K.; ROS-TONEN, M.; Sunderland, T. Integrated landscape approaches in the tropics: A brief stock-take. **Land use policy**, v. 99, p. 104822, 2020.

RIBAS, R. P.; GONTIJO, B. M. Paisagem Percebida: Evolução e Perspectivas sob a ótica da Geografia e Ecologia. **Encontro de Geógrafos de América Latina**, v. 15, 2015.

RODRIGUEZ, J. M. M. Análise e síntese de abordagem geográfica de pesquisa para o planejamento ambiental. **Revista do Departamento de Geografia de FFLCH/USP**. São Paulo: v.9. 1994.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. A classificação das paisagens a partir de uma visão geossistêmica. **Mercator**, v. 1, n. 1, 2002.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. **Planejamento e gestão Ambiental: Subsídios da Geoecologia das Paisagens e da Teoria Geossistêmica**. Fortaleza: Edições UFC, 2018.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geocologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Imprensa Universitária, 2022.

SANTANA, V. V.; DOS SANTOS, P. R.; BARBOSA, M. V. Contribuições do plano de manejo e do conselho gestor em Unidades de Conservação. **Meio Ambiente (Brasil)**, v. 2, n. 2, 2020.

SANTOS, J. H. S.; SILVA, J. X. 2009. Datação e evolução dos campos de dunas eólicas inativas dos Lençóis Maranhenses. In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA. **Anais [...]** Viçosa-MG., v. 1. p. 1-17. 2009.

SANTOS, A. L. S.; BORGES, H. P.; SILVA JUNIOR, C. H. L.; PIEDADE JUNIOR, R. N.; BEZERRA, D. S. Modelling dunes from lençóis maranhenses national park (brazil): Largest dune field in south america. **Scientific Reports**, v. 9, n. 1, p. 1-7, 2019.

SANTOS, H. G. *et al.* **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SANTOS, I. J. P.; ROCHA, M. S. O olhar das comunidades de Santo Amaro do Maranhão frente ao projeto de Lei do Senado N° 465, DE 2018. **Cadernos do CEAS: Revista crítica de humanidades**, v. 45, n. 251, p. 603-618, 2020.

SANTOS, L. C. V. S. **O tempo de cada um: turismo e estratégias familiares em uma comunidade de pescadores no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses**. 2021.

SAUER, C. E.; PINTO, R. C. **Sociedade, natureza e espaço geográfico**. Editora Intersaberes, 2024, 274 p.

SAWAKUCHI, A. O.; MENDES, V. R.; PUPIM, F. D. N.; MINELI, T. D.; RIBEIRO, L. M. A. L.; ZULAR, A.; ASSINE, M. L. Datação de sedimentos brasileiros por luminescência opticamente estimulada e termoluminescência isotérmica do quartzo: do Holoceno tardio+ ao Plioceno?. **Brazilian Journal of Geology**, v. 46, p. 209-226, 2016.

SOARES, I. G.; SANTOS, L. C. A.; SZLAFSZTEIN, Claudio Fabian. Aspectos fisiográficos da bacia hidrográfica do Rio Preto–MA: uma ferramenta para a gestão ambiental. **Ciência Geográfica**, v. 24, n. 3, p. 1105-1128, 2020.

SCHIER, Raul Alfredo. **Trajetórias do conceito de paisagem na Geografia**. Editora UFP, Curitiba, n. 7, p. 79-85, 2003.

SILVA, E. V.; RODRIGUEZ, J. M. M. Geocologia da paisagem: zoneamento e gestão ambiental em ambientes úmidos e subúmidos. **Revista Geográfica de América Central**, Número Especial EGAL, pp. 1-12, Costa Rica, 2011.

SILVA, E. V.; RODRIGUEZ, J. M. M. Planejamento e zoneamento de bacias hidrográficas: a geocologia das paisagens como subsídio para uma gestão integrada. **Caderno prudentino de Geografia**, v. 1, n. 36, p. 4-17, 2014.

SILVA, C. A. V. Do caráter estético ao caráter subjetivo da paisagem: uma perspectiva através da geografia. **Revista Tocantinense de Geografia**, v. 10, n. 21, p. 115-133, 2021.

SILVA, I. A. S. Degradação Ambiental em Gilbués-PI: Bases conceituais, condicionantes geoambientais e impactos na paisagem. **Revista Equador**, v. 2, n. 1, p. 14-29, 2013.

SOARES, I. G.; OLIVEIRA, R. C.; DOS SANTOS, Luiz Carlos Araujo. Caracterização dos sistemas antrópicos da Bacia Hidrográfica do Rio Preguiças–MA, Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. 2, n. 46, p. 267-292, 2024.

SOUZA, S. O. **Proposta de zoneamento geoambiental como subsídio ao planejamento do uso e da ocupação da região costa das baleias (Bahia)**. 2017. Tese (Doutorado em Geografia) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2017.

SUGUIO, K. **Geologia do Quaternário e mudanças ambientais**. Oficina de textos, 2017.

TERRA, A. Conflitos socioambientais na gestão do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses: o caso das comunidades Tratada de Cima, Tratada de Baixo e Buritizal. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 37, n. 2, p. 244-262, 2017.

TROLL, C. Landscape ecology (geo-ecology) and biogeocenology: a terminological study. **Geoforum**, v. 8, p. 43-46, 1971.

TROPMAIR, H.; GALINA, M. H. Geossistemas. **Mercator-Revista de Geografia da UFC**, v. 5, n. 10, p. 79-89, 2006.

VALLEJO, Luiz Renato. Unidade de conservação: uma discussão teórica à luz dos conceitos de território e políticas públicas. **Geographia**, v. 4, n. 8, p. 57-78, 2002.

VASCONCELLOS, M. J. E. **Pensamento sistêmico: o novo paradigma da ciência**. Papirus Editora, 2003.7.

VASCONCELOS, A. M.; VEIGA JÚNIOR, J.; COLARES, J. Q. S.; RIBEIRO, J. A. P.; GOMES, I. P.; MEDEIROS, M. F.; FORGIARINI, L. L.; Folha SA.23-São Luís. In: SCHOBENHAUS, C.; GONÇALVES, J. H.; SANTOS, J. O. S., ABRAM, M. B., LEÃO NETO, R., MATOS, G. M. M., VIDOTTI, R. M., RAMOS, M. A. B.; JESUS, J. D. A. (org.). Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, Sistema de Informações Geográficas. Programa Geologia do Brasil. CPRM, Brasília. 2004.

VIDAL, M. R.; SILVA, E. V.; RODRIGUEZ, J. M. M.; MASCARENHAS, A. L. S. Análise de modelos funcionais em paisagens litorâneas. **Revista do Instituto Histórico e Geográfico do Pará (IHGP)**, Belém, n. 1, v. 01, p. 103-116, jan./jun. 2014.

VIDAL, M. R.; MASCARENHAS, A. L. S. Estrutura e funcionamento das paisagens da área de proteção ambiental do estuário do rio Curu/CE. **Confins. Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasileira de geografia**, n. 43, 2019.

VIDAL, M. R.; MASCARENHAS, A. L. S. Mapeamento geoecológico no Parque Nacional dos Campos Ferruginosos de Carajás/Pará-Brasil. **Ateliê Geográfico**, v. 14, n. 3, p. 218-238,

2020.

VIDAL, M. R.; MASCARENHAS, A. L. S. Estrutura e funcionamento das paisagens litorâneas cearenses à luz da Geoecologia das Paisagens. **Geosp - Espaço e Tempo** (On-line), v. 24, n. 3, p. 600-615, dez. 2020.

VIDAL, M. R.; SILVA, E.; RODRÍGUEZ, J. M. M.; MASCARENHAS, A. Aplicação do enfoque funcional na interpretação geoecológica das paisagens. **Geografia na Amazônia paraense: análise do espaço geográfico**. Belém, PA: GAPTA/UFPA, p. 149-170, 2014.

VILLACRÉS, F. B. C.; DA SILVA, E. V.; VERNAZA, L., RODRIGUEZ, C.; FEIJÓO, S. Alternativas de Planificación participativa del paisaje en zonas de manglar landscape participatory planning alternatives in mangrove areas. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v.17, n. 3, p. 16-29, set/dez.2021.

VITAL, H. The north and northeast Brazilian tropical shelves. *In*: Chiocci, F. L., Chivas, A. R. (eds) 2014. **Continental Shelves of the World: Their Evolution During the last Glacio-Eustatic Cycle**. Geological Society, London, v. 41, p. 35 - 46, 2014.

VITTE, A. C.; SILVEIRA, R. W. D. Natureza em Alexander Von Humboldt: entre a ontologia e o empirismo (the nature of Alexander Von Humboldt: between ontology and empiricism). **Mercator**, v. 9, n. 20, p. 179-195, 2011.

WAGNER, C.; CAMPOS, M. C. C.; LIMA, R. A. A importância socioambiental dos Parques Nacionais no Brasil: uma revisão sistemática. **Cerrados**, v. 21, n. 1, p. 245-267, 2023.

WU, M.; LIU, Y.; XU, Z.; YAN, G.; MA, M.; ZHOU, S.; QIAN, Y. Spatio-temporal dynamics of China's ecological civilization progress after implementing national conservation strategy. **Journal of Cleaner Production**, v. 285, p. 124-886, 2021.

ZULAR, A. **Variações da Zona de Convergência Intertropical e do nível relativo do mar durante o Quaternário tardio registradas em depósitos eólicos do Nordeste e Norte do Brasil**. 2016. 166 f. Tese (Doutorado em Geoquímica e geotectônica). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.