



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA - UFPB
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA - CCEN
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - PPGG
CURSO DE DOUTORADO**

MÁRCIO BALBINO CAVALCANTE

**USO E COBERTURA DA TERRA E SUA INFLUÊNCIA NAS PAISAGENS
DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL ESTADUAL DE TAMBABA,
PARAÍBA, BRASIL**

**JOÃO PESSOA - PB
2023**

MÁRCIO BALBINO CAVALCANTE

**USO E COBERTURA DA TERRA E SUA INFLUÊNCIA NAS PAISAGENS DA
ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL ESTADUAL DE TAMBABA, PARAÍBA,
BRASIL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGG) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Rodrigues Viana de Lima.

Área de Concentração: Território, Trabalho e Ambiente.

Linha de Pesquisa: Análise geoambiental com o apoio de geotecnologias.

**JOÃO PESSOA - PB
2023**

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

C376u Cavalcante, Márcio Balbino.

Uso e cobertura da terra e sua influência nas paisagens da Área de Proteção Ambiental Estadual de Tambaba, Paraíba, Brasil / Márcio Balbino Cavalcante. - João Pessoa, 2023.
194 f. : il.

Orientação: Eduardo Rodrigues Viana de Lima.
Tese (Doutorado) - UFPB/CCEN.

1. Planejamento ambiental. 2. Unidades de conservação. 3. Paisagem - Caracterização. 4. Uso da terra. 5. Geotecnologias. I. Lima, Eduardo Rodrigues Viana de. II. Título.

UFPB/BC

CDU 71(043)



Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências Exatas e da Natureza
Programa de Pós-Graduação em Geografia

ATA DA SESSÃO PÚBLICA DA DEFESA DE TESE
DE DOUTORADO DO ALUNO MÁRCIO BALBINO
CAVALCANTE, CANDIDATO AO TÍTULO DE
DOUTOR EM GEOGRAFIA, NA ÁREA DE
TERRITÓRIO, TRABALHO E AMBIENTE.

Aos 20 (vinte) dias do mês de setembro de dois mil e vinte e três, às 14:30 (quatorze e trinta) horas, pela Plataforma Google Meet, reuniram-se, em caráter de solenidade pública, os membros da comissão designada para avaliar **Márcio Balbino Cavalcante**, candidato ao grau de doutor em Geografia, na área de **Território, Trabalho e Ambiente**. Foram componentes da banca examinadora os professores Eduardo Rodrigues Viana de Lima (orientador) – Doutor em Geografia; Bartolomeu Israel de Souza (examinador interno) – Doutor em Geografia; Richarde Marques da Silva (examinador interno) – Doutor em Geografia; Lucas Costa de Souza Cavalcanti (examinador externo) – Doutor em Geografia – e Rennan Vilhena Pirajá (examinador externo) – Doutor em Geografia, sendo o primeiro, o segundo e o terceiro integrantes do corpo docente da UFPB, o quarto do corpo docente da UFPE, e o quinto integrante do corpo docente da S/V. Dando início aos trabalhos, o Presidente da banca, Prof. Eduardo Rodrigues Viana de Lima, após declarar os objetivos da reunião, apresentou a candidato **Márcio Balbino Cavalcante**, a quem concedeu a palavra para que defendesse, oral e sucintamente, sobre o tema apresentado, intitulado: **"USO E COBERTURA DA TERRA E SUA INFLUÊNCIA NAS PAISAGENS DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL ESTADUAL DE TAMBABA, PARAÍBA, BRASIL"**. Após discorrer sobre o referido tema, o candidato foi arguido pelos examinadores, na forma regimental. Ato contínuo, passou a comissão em caráter secreto, a proceder à avaliação e julgamento do trabalho, concluindo por atribuir-lhe o conceito **Aprovado**. Face à aprovação, declarou o Presidente achar-se o avaliado legalmente habilitado a receber o Grau de doutor em Geografia, cabendo à Universidade Federal da Paraíba, providências, como de direito, à expedição do Diploma a que o mesmo fez jus. Nada mais havendo a tratar, foi lavrada a Ata, que segue assinada e aprovada pela Comissão Examinadora.

Documento assinado digitalmente
gov.br EDUARDO RODRIGUES VIANA DE LIMA
Data: 14/11/2023 10:18:10-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Eduardo Rodrigues Viana de Lima
Orientador

Documento assinado digitalmente
gov.br BARTOLOMEU ISRAEL DE SOUZA
Data: 10/11/2023 11:12:32-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Bartolomeu Israel de Souza
Examinador Interno

Documento assinado digitalmente
gov.br RICHARDE MARQUES DA SILVA
Data: 11/11/2023 09:27:24-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Richarde Marques da Silva
Examinador Interno

41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51

gov.br Documento assinado digitalmente
LUCAS COSTA DE SOUZA CAVALCANTI
Data: 10/11/2023 08:40:31-0300
Verifique em <https://validar.itu.gov.br>

Prof. Dr. Lucas Costa de Souza Cavalcanti
Examinador Externo

gov.br Documento assinado digitalmente
RENNAN VILHENA PIRAJÁ
Data: 14/10/2023 10:50:15-0300
Verifique em <https://validar.itu.gov.br>

Prof. Dr. Rennan Vilhena Pirajá
Examinador Externo

*A Terra é cheia de detalhes [...] estude
Geografia para conhecê-los!*

Prof. Me. Márcio Balbino Cavalcante.

Dedico à

*Joana Balbino Cavalcante (in memoriam), minha mãe,
responsável pelos meus primeiros passos rumo ao
universo do saber;*

*Ao meu Amor, Adília, por compartilhar momentos
ímpares;*

*Ao meu amado filho, Márcio Gabriel, com quem aprendo
enquanto ensino.*

AGRADECIMENTOS

A produção do conhecimento, embora demande momentos de solidão, é impossível sem o apoio decisivo da família, amigos, mestres e colegas que dividem conosco momentos de alegrias, ansiedades, adversidades e vicissitudes. Nesse sentido, não posso deixar de nomear aquelas pessoas que me acompanharam nesta trajetória pessoal, acadêmica e profissional, por isso o exercício de agradecer:

Primeiramente, a Deus, pela dádiva da vida e força necessária para trilhar os caminhos do conhecimento;

À minha família, em especial, minha amada e saudosa mãe, Joana Balbino Cavalcante (*in memoriam*), mulher forte, cuja única formação escolar foi até a 4ª série, contudo possuía conhecimento de mundo, que soube, com maestria e humildade, educar seus sete filhos. Sou eternamente grato por minha primeira formação, pelo amor e cuidado incondicionais, pelas orações diárias e pelos inesquecíveis gestos que ficaram marcados na memória. Mainha, eu sei que onde estás, a senhora está feliz e orgulhosa com a conclusão de mais essa etapa da minha vida pessoal e acadêmica!

Ao meu amor, Adília, pelo companheirismo, incentivos constantes nos momentos de desânimo, vibração em cada etapa vencida e compreensão nos momentos de minhas “ausências” para dedicação à pesquisa;

Aos meus amados sobrinhos, Mayra e Hassler, por galgar meus passos. Saibam que sou orgulhoso pelas suas conquistas;

Aos meus ex-professores da Educação Infantil ao Ensino Médio, pelos conhecimentos basilares fundamentais para minha formação humana e estudantil;

Em nome do saudoso amigo Prof. Dr. Carlos Antônio Belarmino Alves (*in memoriam*), externo os agradecimentos aos amigos e eternos Professores do Curso de Geografia do Centro de Humanidades, Campus III, da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Guarabira – PB, turma 2001.1, na qual a partir das aulas, pesquisas, participação nos eventos científicos e trabalhos de campo, despertei o olhar geográfico para o entendimento das diferentes paisagens que compõem o nosso querido Estado da Paraíba;

Em nome de minha eterna orientadora do Mestrado e amiga, Profa. Dra. Edna Maria Furtado, externo meus agradecimentos aos Docentes do Mestrado em Geografia do Programa de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN);

À população brasileira que, por meio de seus impostos, fomenta o Ensino Público neste país;

À Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Instituição de Ensino Superior de excelência, pela oportunidade de realizar o Curso de Doutorado, um sonho que carregue desde minha graduação;

Aos Docentes e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGG) e aos colegas de turma: Ramon Santos, Lucas Soares, Priscila Pereira, Maria Cecília, Marta Barros, Irecer Portela, Lucas Spinelli e Kathiuscia Fernandes;

Ao meu orientador Professor Dr. Eduardo Rodrigues Viana de Lima, pela amizade, incentivo constante e disponibilidade em orientar esta pesquisa, contribuindo com o desenvolvimento do presente estudo, a partir de seus conhecimentos e sua rica experiência acadêmica na área;

Ao Prof. Dr. Bartolomeu Israel de Souza, pela disponibilidade em participar das bancas do Seminário de Tese, da Qualificação e da Defesa, contribuindo com sugestões para a melhoria do presente estudo;

Ao Prof. Dr. Richarde Marques da Silva, sou grato pelo aceite em participar da Banca de Defesa e pelas importantes sugestões para a melhoria da Tese;

Ao Prof. Dr. Lucas Costa de Souza Cavalcanti, pelas orientações acerca da abordagem teórico-metodológica da Cartografia de Paisagens, indicação de bibliografias e disponibilidade em participar das Bancas de Qualificação e de Defesa;

Ao Prof. Dr. Rennan Vilhena Pirajá, pela amizade construída, ao longo do desenvolvimento desta pesquisa. Sou grato pela colaboração e orientações durante a pesquisa, bem como pelo aceite em participar das Bancas de Qualificação e de Defesa;

À Superintendência de Administração do Meio Ambiente da Paraíba (SUDEMA), pela disponibilidade de dados acerca da Área de Proteção Ambiental Estadual de Tambaba, essenciais à pesquisa;

Agradeço também aos amigos e colegas geógrafos, pelo convívio constante, troca de experiências, estímulo e companheirismo.

Aos meus ex-alunos, pela troca de experiências em sala e nos trabalhos de campo realizados, pelas veredas da Geografia;

Aos amigos que auxiliaram com indicações de referências bibliográficas, dados cartográficos, leitura crítica da Tese e colaboração nos trabalhos de campo: Prof. Dra. Nadjacleia Vilar Almeida; Prof. Dr. Vinícius Ferreira de Lima; Prof. Dr. Luciano Schaefer Pereira; Prof. Dr. Antonio José Teixeira Guerra; Prof. Dr. Leonardo Figueiredo de Meneses,

Prof. Dr. Alexandre Souza, Prof. Dr. Carlos César Uchôa de Lima. Agradeço, em especial, ao amigo Prof. Dr. Ivanildo Costa da Silva, pelo apoio nos trabalhos de campo com o uso do seu drone.

Por fim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram de alguma maneira para a conclusão de mais um sonho em minha vida pessoal, profissional e acadêmica.

Muito obrigado!

RESUMO

As paisagens costeiras vêm, ao longo do tempo, sofrendo alterações decorrentes da intensa ocupação humana. As Áreas Protegidas, entre elas, as Unidades de Conservação (UCs), emergem mundialmente como principais estratégias de planejamento e gestão ambiental na perspectiva de conservação da natureza. Estabeleceu-se a Área de Proteção Ambiental Estadual de Tambaba, unidade de uso sustentável dos recursos naturais, como área de estudos, localizada no litoral sul do Estado da Paraíba. A APA de Tambaba é constituída por remanescentes da Mata Atlântica e elementos geológico-geomorfológicos da Bacia Sedimentar da Paraíba. Atualmente a UC vem sofrendo uma pressão, proveniente das atividades antrópicas, como o plantio de monoculturas, a mineração e a especulação imobiliária, inclusive com habitações em Áreas de Preservação Permanente (APPs). Tais atividades são desenvolvidas sem estudos de ordenamento físico territorial atualizados, como o Plano de Manejo e o Zoneamento Ambiental. Diante da problemática, o objetivo geral desta pesquisa volta-se a identificar e caracterizar as unidades de paisagem e as áreas ambientalmente vulneráveis da Área de Proteção Ambiental Estadual de Tambaba, Paraíba, para subsidiar futuras políticas de ordenamento territorial e ações de planejamento ambiental. A pesquisa teve como aporte teórico-metodológico a Cartografia de Paisagens, fundamentada pela pesquisa bibliográfica, trabalhos de campo e levantamentos cartográficos com uso do Sensoriamento Remoto e técnicas de Geoprocessamento. Os procedimentos metodológicos foram desenvolvidos em seis etapas: 1º) Tratamento do Modelo Digital de Elevação (MDE) do satélite Alos Palsar e extração das variáveis de relevo; 2º) Álgebra de mapas dos planos de informação: hipsometria, declividade e curvatura vertical das vertentes, no qual o produto cartográfico resultante foi o Modelado do relevo, 4º táxon (IBGE, 2009); 3º) Mapeamento geomorfológico realizado na escala 1:25.000, proporcionando a identificação das sete classes de relevo; 4º) Mapa de Uso e Cobertura da Terra, na qual as classes foram definidas, conforme IBGE (2013) e adaptadas de acordo com os dados coletados em campo; 5º) Mapa de Unidades de Paisagem, elaborado por sobreposição dos mapas Geomorfológico e de Uso e Cobertura da Terra, resultando na identificação de 16 unidades de paisagem; e 6º) Mapa de Vulnerabilidade Ambiental, obtido pela combinação das variáveis: geologia, pedologia, formas de relevo, declividade, uso e cobertura da terra. Com os resultados da pesquisa, verificou-se que a APA de Tambaba apresenta uma paisagem bastante diversificada, com diferentes unidades de paisagem que se relacionam entre si e influenciam na diversidade de usos do solo, podendo ser explicada pela atratividade das características naturais da região. Entretanto, ressalta-se que a expansão das atividades humanas pode levar à fragmentação do habitat e à redução da biodiversidade local. A elaboração dos produtos cartográficos desta tese serve como subsídio ao planejamento ambiental. Ao mesmo tempo, possibilita uma visualização mais clara da dinâmica espacial dos elementos que compõem a paisagem ao identificar as áreas com maior vulnerabilidade ambiental, constituindo fontes importantes para subsidiar estratégias de gestão, permitindo a análise em uma escala local e regional. Pode-se, então, afirmar sua contribuição para a compreensão dos processos e interações que ocorrem na paisagem em diferentes níveis de organização. Conclui-se que o uso dessas ferramentas permitiu a obtenção de informações mais precisas e atualizadas sobre a dinâmica das paisagens da APA de Tambaba. Elas podem ser utilizadas de forma integrada a outros levantamentos para garantir a efetividade das políticas de ordenamento físico territorial da UC.

PALAVRAS-CHAVES: Unidade de Conservação, Paisagem, Uso da Terra, Geotecnologias, Planejamento Ambiental.

ABSTRACT

Coastal landscapes have, over time, undergone changes resulting from intense human occupation. Protected Areas, including Conservation Units (UCs), emerge worldwide as the main environmental planning and management strategies from the nature conservation perspective. The Tambaba State Environmental Protection Area was established, a unit for the sustainable use of natural resources, as a study area, located on the south coast of the State of Paraíba. The Tambaba APA is constituted of remnants of the Atlantic Forest and geological-geomorphological elements of the Paraíba Sedimentary Basin. Currently, the UC has been undergoing pressure from anthropogenic activities, such as the planting of monocultures, mining, and real estate speculation, including housing in Permanent Preservation Areas (APPs). Such activities are developed without updated physical territorial planning studies, such as the Management Plan and Environmental Zoning. Given this problem, the general objective of this research is to identify and characterize the landscape units and environmentally vulnerable areas of the State Environmental Protection Area of Tambaba, Paraíba, to subsidize future territorial planning policies and environmental planning actions. The theoretical-methodological contribution of the research was Landscape Cartography, based on bibliographical research, fieldwork and cartographic surveys using Remote Sensing and Geoprocessing techniques. The methodological procedures were developed in six stages: 1°) Treatment of the Digital Elevation Model (MDE) of the Alos Palsar satellite and extraction of relief variables; 2°) Algebra of information planes maps: hypsometry, declivity and vertical curvature of the slopes, in which the resulting cartographic product was the Relief Model, 4° taxon (IBGE, 2009); 3°) Geomorphological mapping carried out at a scale of 1:25,000, providing the identification of the seven relief classes; 4°) Land Use and Land Coverage Map, in which the classes were defined, according to IBGE (2013) and adapted according to data collected in the field; 5°) Landscape Units Map, prepared by overlapping the Geomorphological and Land Use and Land Cover maps, resulting in the identification of 16 landscape units; and 6°) Environmental Vulnerability Map, obtained by combining the variables: geology, pedology, relief forms, slope, land use and land cover. With the research results, it was verified that the Tambaba APA presents a very diverse landscape, with different landscape units that relate to each other and influence the diversity of land uses, which can be explained by the attractiveness of the natural characteristics of this region. However, it is emphasized that the expansion of human activities can lead to habitat fragmentation and a reduction of local biodiversity. The elaboration of the cartographic products of this thesis serves as a subsidy for environmental planning. At the same time, it enables a clearer visualization of the spatial dynamics of the elements that compose the landscape by identifying areas with greater environmental vulnerability, constituting important sources to subsidize management strategies, and allowing analysis on a local and regional scale. It can, therefore, be stated that it contributes to understanding the processes and interactions that occur in the landscape at different levels of organization. It is concluded that the use of these tools allowed for obtaining more accurate and updated information on the dynamics of the landscapes of the Tambaba APA. They can be used in an integrated manner with other surveys to guarantee the effectiveness of the UC's physical territorial planning policies.

KEYWORDS: Conservation Unit, Landscape, Land Use, Geotechnologies, Environmental Planning.

RESUMEN

Los paisajes costeros vienen, con el paso del tiempo, sufriendo alteraciones resultantes de la intensa ocupación humana. Las Áreas Protegidas, entre ellas, las Unidades de Conservación (UCs), emergen mundialmente como las principales estrategias de planificación y gestión ambiental en la perspectiva de conservación de la naturaleza. Se estableció el Área de Protección Ambiental Estatal de Tambaba, unidad de uso sustentable de los recursos naturales, como área de estudios, localizada en el litoral sur del Estado de Paraíba. La APA de Tambaba está constituida por remanescientes de la Mata Atlántica y elementos geológico-geomorfológicos de la Cuenca Sedimentaria de Paraíba. Actualmente la UC viene sufriendo presión, proveniente de las actividades antrópicas, como la siembra de monocultivos, la minería y la especulación inmobiliaria, inclusive con habitaciones en Áreas de Preservación Permanente (APPs). Tales actividades son desarrolladas sin estudios de ordenamiento físico territorial actualizados, como el Plan de Manejo y el Zoneamiento Ambiental. Frente a esta problemática, el objetivo general de esta investigación se dirige a identificar y caracterizar las unidades de paisaje y las áreas ambientalmente vulnerables de la Área de Protección Ambiental Estatal de Tambaba, Paraíba, para subsidiar futuras políticas de ordenamiento territorial y acciones de planificación ambiental. La investigación tuvo como aporte teórico-metodológico la Cartografía de Paisajes, fundamentada por la investigación bibliográfica, trabajos de campo y levantamientos cartográficos con uso del Sensoriamento Remoto y técnicas de Geoprocesamiento. Los procedimientos metodológicos fueron desarrollados en seis etapas: 1º) Tratamiento del Modelo Digital de Elevación (MDE) del satélite Alos Palsar y extracción de las variables de relieve; 2º) Álgebra de mapas de los planos de información: hipsometría, declividad y curvatura vertical de las vertientes, en la cual el producto cartográfico resultante fue el Modelado del relieve, 4º taxon (IBGE, 2009); 3º) Mapeamiento geomorfológico realizado en la escala 1:25.000, proporcionando la identificación de las siete clases de relieve; 4º) Mapa de Uso y Cobertura de la Tierra, en la cual las clases fueron definidas, conforme IBGE (2013) y adaptadas de acuerdo con los datos colectados en campo; 5º) Mapa de Unidades de Paisaje, elaborado por sobreposición de los mapas Geomorfológico y de Uso y Cobertura de la Tierra, resultando en la identificación de 16 unidades de paisaje; y 6º) Mapa de Vulnerabilidad Ambiental, obtenido por la combinación de las variables: geología, pedología, formas de relieve, declividad, uso y cobertura de la tierra. Con los resultados de la investigación, se verificó que la APA de Tambaba presenta un paisaje bastante diversificado, con diferentes unidades de paisaje que se relacionan entre sí e influyen en la diversidad de usos del suelo, pudiendo ser explicada por la atraktividad de las características naturales de la región. Entretanto, se destaca que la expansión de las actividades humanas puede llevar a la fragmentación del hábitat y a la reducción de la biodiversidad local. La elaboración de los productos cartográficos de esta tesis sirve como subsidio a la planificación ambiental. Al mismo tiempo, posibilita una visualización más clara de la dinámica espacial de los elementos que componen el paisaje al identificar las áreas con mayor vulnerabilidad ambiental, constituyendo fuentes importantes para subsidiar estrategias de gestión, permitiendo el análisis en una escala local y regional. Se puede, entonces, afirmar su contribución a la comprensión de los procesos e interacciones que ocurren en el paisaje en diferentes niveles de organización. Se concluye que el uso de estas herramientas permitió la obtención de informaciones más precisas y actualizadas sobre la dinámica de los paisajes de la APA de Tambaba. Estas pueden ser utilizadas de forma integrada a otros levantamientos para garantizar la efectividad de las políticas de ordenamiento físico territorial de la UC.

PALABRAS CLAVES: Unidad de Conservación, Paisaje, Uso de la Tierra, Geotecnologías, Planificación Ambiental.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Esboço da definição teórica de Geossistema.....	38
Figura 2 -	Exemplo de (agrupamento) upscaling/botton-up e (divisão lógica).....	47
Figura 3 -	Mapa das UCs Federais da Paraíba	61
Figura 4 -	Mapa das Unidades de Conservação Estaduais da Paraíba	64
Figura 5 -	Mapa das Unidades de Conservação Municipais da Paraíba	67
Figura 6 -	Mapa de localização da Área de Proteção Ambiental Estadual de Tambaba, Paraíba	69
Figura 7 -	Fluxograma metodológico da Pesquisa	71
Figura 8 -	Mapa Geológico da APA de Tambaba.....	87
Figura 9 -	Mapa Geomorfológico do Estado da Paraíba	92
Figura 10 -	Localização da APA de Tambaba no detalhe do Mapa Geomorfológico	93
Figura 11 -	Representação 3D do relevo do recorte espacial da porção leste do Estado da Paraíba, destacando as regiões geomorfológicas e o vale dos canais de drenagem	94
Figura 12 -	Mapa Hipsométrico da Área de Proteção Ambiental Estadual de Tambaba	95
Figura 13 -	Foz do riacho Bucatu, praia de Tabatinga	96
Figura 14 -	Voçoroca de Tambaba.....	97
Figura 15 -	Mapa de Declividade da Área de Proteção Ambiental Estadual de Tambaba	98
Figura 16 -	Foz do riacho Mucatu, praia Bela, Área de Proteção Ambiental Estadual de Tambaba	99
Figura 17 -	Vertentes do Vale do riacho Bucatu.....	100
Figura 18 -	<i>Front</i> da falésia na praia do Coqueirinho, declividade classificada como montanhosa (45 -75) %	100
Figura 19 -	<i>Front</i> de falésia escarpada, localizada na praia do Coqueirinho	101
Figura 20 -	Mapa de Curvatura Vertical das Vertentes da Área de Proteção Ambiental de Tambaba	102
Figura 21 -	Mapa de Curvatura Horizontal das Vertentes da Área de Proteção Ambiental de Tambaba.....	104
Figura 22 -	Mapa de Bacias Hidrográficas da APA de Tambaba	106
Figura 23 -	Mapa de Hierarquia Fluvial.....	107

Figura 24 -	Mapa de Solos da Área de Proteção Ambiental Estadual de Tambaba..	110
Figura 25 -	Mapa dos Modelados de relevo da Área de Proteção Ambiental Estadual de Tambaba	113
Figura 26 -	Mapa dos Compartimentos Geomorfológicos da APA de Tambaba	115
Figura 27 -	Platô com Topo Tabular e vertente com perfil convexo do riacho Bucatu.....	116
Figura 28 -	Platôs com topos Convexos entre os divisores de água dos rios Graú e Mucatu.....	116
Figura 29 -	Vertentes com perfil retilíneo no tributário do Rio Graú	117
Figura 30 -	Planície na Barra do Graú.....	118
Figura 31 -	Planície fluvial próxima a desembocadura do rio Graú, Pitimbu.....	119
Figura 32 -	Falésias na praia de Tambaba.....	120
Figura 33 -	Falésia inativa na praia de Coqueirinho (Castelo da Princesa), com.....	121
Figura 34 -	Mapa de Uso e Cobertura da Terra da APA de Tambaba	122
Figura 35 -	Vegetação arbórea remanescente de Mata Atlântica próximo a praia de Coqueirinho	123
Figura 36 -	Espécie vegetal herbácea	124
Figura 37 -	Plantação de banana em área de Neossolo Flúvico, localizada próxima a Planície Fluvial do rio Graú	125
Figura 38 -	Ambiente de mangue no tributário do riacho Mucatu.....	126
Figura 39 -	Solo exposto para monoculturas nas vertentes do rio Graú.....	127
Figura 40 -	Aglomerados urbanos na Costa do Conde, Área de Tambaba	127
Figura 41 -	Mineradora de calcário localizada próxima a planície de inundação do rio Graú	128
Figura 42 -	Área úmida, terraço fluvial e manguezal da foz do rio Graú	129
Figura 43 -	Mapa de Unidades de Paisagens da Áa de Proteção Ambiental Estadual de Tambaba	130
Figura 44 -	a) praia de Tabatinga e seu núcleo urbano. b) Linha de falésias ao sul da praia de Tabatinga. c) Mirante das Tartarugas. d) praia de Coqueirinho com destaque para a planície litorânea e as falésias.....	131
Figura 45 -	Vista aérea da praia de Tambaba.....	132
Figura 46 -	a) Piscinas naturais da Praia de Tambaba. b) praia de Tambaba.....	133
Figura 47 -	Ecossistema estuarino-manguezal na foz do riacho Bucatu.....	134

Figura 48 -	Terraço Fluvial, Área Úmida e Manguezal da foz do rio Graú.....	135
Figura 49 -	Falésias/Turismo no Tabuleiro Costeiro	136
Figura 50 -	Shopping Rural na Área de Proteção Ambiental de Tambaba: a) Sorveteria Tambaba. b) Loja de roupa de praia. c) Cachaçaria. d) Quitanda.....	137
Figura 51 -	Iniciativas de desenvolvimento local na Área de Tambaba: a) Doces Tambaba, que inspirou o documentário intitulado “Doces Tambaba do Cajueiro ao Shopping Rural”. b) Sede da associação dos trabalhadores rurais do sítio Tambaba	138
Figura 52 -	Iniciativas de desenvolvimento local no turismo sustentável na Área de Proteção Ambiental de Tambaba: a) frases que preparam o turista na contemplação na vista da Praia do Coqueirinho do Mirante Dedo de Deus. b) Mirante Dedo de Deus	138
Figura 53 -	Planície fluvial, polígonos de monocultura e atividades de mineração..	139
Figura 54 -	Vertentes Bacia do Bucatu/Aglomerado Urbano da Costa do Conde	140
Figura 55 -	Cultivo de cana-de-açúcar em vertente retilínea	141
Figura 56 -	Área de plantação de cana-de-açúcar em argissolos após a colheita.....	142
Figura 57 -	Platôs Convexos Arbóreo-arbustivos	143
Figura 58 -	Vertentes Convexas Arbustiva-herbáceas.....	143
Figura 59 -	Platôs Tabulares Centrais Arbustivos-herbáceos	144
Figura 60 -	Paisagem da Vertente Coqueirinho Bambuzal	145
Figura 61 -	Platô Tabular Oeste Bambuzal	145
Figura 62 -	Platô Tabular Pau Ferro com Aglomerado Urbano	146
Figura 63 -	Paisagem do Platô Tabular Mucatu com Aglomerado Urbano	147
Figura 64 -	Platô Tabular Praia Bela com Aglomerado Urbano	148
Figura 65 -	Edificações no topo de falésias inativas dentro dos limites de APP em Praia Bela.....	149
Figura 66 -	Paisagem do Platô Tabular Coqueirinho com Loteamentos.....	150
Figura 67 -	Mapa de Vulnerabilidade Ambiental da Área de Proteção Ambiental de Tambaba	151
Figura 68 -	Praia do Coqueirinho com loteamentos nos Tabuleiros Costeiros e anfiteatro erosivo ocasionado por processos continentais nas falésias, próximo à foz do riacho Mucatu	152

Figura 69 -	Ocupação urbana acompanhando a planície de inundação da foz do riacho Bucatu,.....	153
Figura 70 -	Enclave de escavação para aterro em vertente de platô tabular, com remoção da terra e exposição do latossolo, na beira da estrada, contrastando com vegetação de encosta nativa e monoculturas diversas, no interior da APA	154
Figura 71 -	a) Voçorocas em superfícies localizadas entre diferentes patamares, registradas em caminhos alternativos, como estradas utilizadas pela população local, associadas a traços geométricos carregados com declives e curvas acentuadas. b) Voçoroca em estrada	155
Figura 72 -	Cânion de Coqueirinho.....	156
Figura 73 -	Forma de relevo com vertente de perfil retilíneo, recoberto por diversas culturas, consorciando a paisagem com vegetação arbórea nativa.....	157
Figura 74 -	Superfície do pediplano parcialmente desnudado, com diversas plantações de monoculturas em diferentes estágios, entrecortada pela vegetação arbórea nativa que acompanha os tributários de primeira ordem do Riacho Três Bocas	158
Figura 75	Paisagem diversificada em relevo movimentado, nas vertentes do Riacho Três Bocas, onde observa-se os polígonos das propriedades rurais e diversas plantações segmentadas pela vegetação nativa do canal fluvial e vegetação de nativa de topo de morro	158
Figura 76 -	Platô convexo ocupado por culturas agrícolas, divisor de águas dos canais tributários de primeira ordem do Riacho Mucatu.....	159
Figura 77 -	Unidade de Paisagem do Platô Tabular Mucatu, arruamentos já consolidados para ocupação acompanhando a Foz do Riacho Mucatu e a Paia Bela.....	160
Figura 78 -	Estrada para a Praia do Coqueirinho, Contraste de resposta espectral do Bambuzal na Vertente Coqueirinho com a vegetação nativa que recobre o Platô Tabular Central.....	160
Figura 79 -	Mosaico de paisagem no Platô Tabular Central, contrastando vegetação nativa costeira com monocultura de Bambu e áreas úmidas de tributários de primeira ordem.....	161

Figura 80 -	Unidade de paisagem da Vertente Coqueirinho, dominada pelo bambuzal que chega a ocupar e competir com as matas de galeria dos tributários de primeira ordem do rio Graú.....	161
Figura 81 -	Padrão meândrico do Rio Graú em sua planície de inundação, recoberto por vegetação herbácea nativa e contornado por mata ciliar arbórea/arbustiva, com monoculturas que acompanham o vale de acumulação da bacia, nas Vertentes Retilíneas.....	162

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Divisão Taxonômica dos Geossistemas	35
Quadro 2 -	Unidades taxonômicas propostas por Georges Bertrand.....	37
Quadro 3 -	Unidades de Conservação de Proteção Integral (Lei nº 9.985/2000)	55
Quadro 4 -	Unidades de Conservação de Uso Sustentável (Lei nº 9.985/2000).....	56
Quadro 5 -	Unidades de Conservação geridas pelo Governo Federal	62
Quadro 6 -	Unidades de Conservação geridas pelo Governo da Paraíba	65
Quadro 7 -	Unidades de Conservação geridas pelos Municípios da Paraíba.....	66
Quadro 8 -	Classes utilizadas no mapa de declividade	75
Quadro 9 -	Graus de susceptibilidade	78
Quadro 10 -	Reclassificação dos dados de altitude.....	78
Quadro 11 -	Reclassificação dos dados de declividade	78
Quadro 12 -	Reclassificação dos dados da curvatura vertical das vertentes.....	78
Quadro 13 -	Características da câmera WPM do satélite CBERS-4A	80
Quadro 14 -	Tipologias das Unidades de Paisagens da APA de Tambaba.....	81
Quadro 15 -	Graus de Vulnerabilidade	82
Quadro 16 -	Reclassificação dos dados de Geologia	82
Quadro 17 -	Reclassificação dos dados de Declividade	83
Quadro 18 -	Reclassificação dos dados de Pedologia.....	83
Quadro 19 -	Reclassificação dos dados de Formas de Relevo	83
Quadro 20 -	Reclassificação dos dados de Uso e Cobertura da Terra.....	83
Quadro 21 -	Pesos utilizados para cada variável	84

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Áreas das classes de declividade da Área de Proteção Ambiental de Tambaba.....	98
Tabela 2 -	Hierarquia de canais com base no modelo de Strahler (1952).....	108
Tabela 3 -	Dados Geométricos e Lineares das bacias hidrográficas e rede de drenagem	108
Tabela 4 -	Área das classes de Modelado do Relevo da APA de Tambaba.....	114

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 -	Climograma do município do Conde - PB	85
--------------------	---	----

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AENSI	American-Eurasian Network for Scientific Information
AESA	Agência Executiva de Gestão das Águas
AHP	Processo Analítico Hierárquico
ALOS	Advanced Land Observing Satellite
APA	Área de Proteção Ambiental
APPs	Áreas de Preservação Permanente
ARIE	Área de Relevante Interesse Ecológico
As'	Tropical quente e úmido
ASF	Alaska Satellite Facility
BHSLB	Bacia Hidrográfica do Sistema Lacustre Bonfim
C	Celsius
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CBERS	China-Brazil Earth Resources Satellite
CCM	Complexos Convectivos de Mesoescala
CDB	Convenção sobre Diversidade Biológica
CNUC	Cadastro Nacional de Unidades de Conservação
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DOLs	Distúrbios Ondulatórios de Leste
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ESEC	Estação Ecológica
ESRI	Environmental Systems Research Institute
EVI	Índice de Vegetação Aprimorado
FLONA	Floresta Nacional
GEE	Google Earth Engine
GPS	Global Position System
GTP	Geossistema-Território-Paisagem
ha	hectares
IAF	Índice de Área Foliar
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBDF	Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMbio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IGBP	International Geosphere Biosphere Programme
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
INTERPA	Instituto de Terras e Planejamento Agrícola do Estado da Paraíba
JAROS	Japan Resources Observation System Organization
JAXA	Japan Aerospace Exploration Agency
Km	Quilômetros
m	metro
MDE	Modelo Digital de Elevação
MEA	Massa Equatorial Atlântica
MMA	Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima
MN	Monumento Natural
MPA	Massa Polar Atlântica
MTA	Massa Tropical Atlântica
N	Norte
NASA	National Aeronautic and Space Administration
NDVI	Índice da Diferença Normalizada
NDWI	Índice de Vegetação por Diferença Normalizada

NE	Nordeste
NGS	National Geographic Society
ODS	Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável
ONG	Organização Não Governamental
ONU	Organização das Nações Unidas
PALSAR	Phased Array L-band Synthetic Aperture Radar
PB	Paraíba
PN	Parque Nacional
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PPGG	Programa de Pós-Graduação em Geografia
RDS	Reserva de Desenvolvimento Sustentável
REBIO	Reserva Biológica
REFAU	Reserva de Fauna
RESEX	Reserva Extrativista
REVIS	Refúgio da Vida Silvestre
RN	Rio Grande do Norte
RPPN	Reserva Particular do Patrimônio Natural
S	Sul
SAVI	Índice de Vegetação Ajustado ao Solo
SEMA	Secretaria de Meio Ambiente
SEMAM	Secretaria Municipal de Meio Ambiente de João Pessoa
SiBCS	Sistema Brasileiro de Classificação de Solos
SIGs	Sistemas de Informação Geográfica
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
SR	Sensoriamento Remoto
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
SUDEMA	Superintendência de Administração do Meio Ambiente da Paraíba
SUDENE	Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste
SW	Sudoeste
TGS	Teoria Geral dos Sistemas
TIN	Triangulated Irregular Network
UCs	Unidades de Conservação
UEPB	Universidade Estadual da Paraíba
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
UFRN	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
UICN	International Union for Conservation of Nature
UNEPWCMC	Un Environment World Conservation Monitoring Centre
USGS	United States Geological Survey
VCAN	Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis
WDPA	World Database on Protected Areas
WPM	Câmera Multiespectral e Pancromática de Ampla Varredura
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical
ZCPA	Zona de Cisalhamento Patos
ZCPE	Zona de Cisalhamento Pernambuco
ZEE	Zoneamento Ecológico Econômico

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	24
1.1	Objetivos	30
1.1.1	Objetivo geral.....	30
1.1.2	Objetivos Específicos.....	30
1.2	Estrutura da Tese.....	30
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	32
2.1	A paisagem na Geografia: um conceito e múltiplas visões.....	32
2.2	Cartografia de paisagens aplicada no planejamento ambiental	41
2.3	Geotecnologias e suas aplicações nos estudos da dinâmica das paisagens....	47
2.4	A Geografia das Unidades de Conservação: avanços e desafios.....	53
2.4.1	As Unidades de Conservação brasileiras e o SNUC	53
2.4.2	As Unidades de Conservação no Estado da Paraíba	60
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	69
3.1	Área de estudo	69
3.2	Materiais e métodos	70
3.2.1	Pesquisa Bibliográfica	72
3.2.2	Levantamento Cartográfico.....	72
3.2.3	Tratamento do Modelo Digital de Elevação (MDE) do ALOS PALSAR	72
3.3	Geração dos mapas geomorfométricos	74
3.3.1	Mapa de declividade	74
3.3.2	Mapa hipsométrico.....	75
3.3.3	Mapa de curvatura vertical das vertentes.....	75
3.3.4	Mapa de curvatura horizontal das vertentes.....	76
3.4	Mapa geológico.....	76
3.5	Mapa geomorfológico	76
3.5.1	Métrica dos modelados do relevo	77
3.5.2	Mapa dos compartimentos geomorfológicos	79
3.6	Mapa de solos	79
3.7	Mapa de Uso e Cobertura da Terra	80
3.8	Mapa das Unidades de Paisagens	81
3.9	Mapa de Vulnerabilidade Ambiental	82

4	RESULTADO E DISCUSSÃO	85
4.1	Fisionomia da Área de Proteção Ambiental Estadual de Tambaba	85
4.1.1	Características climáticas.....	85
4.1.2	Contexto geológico-geomorfológico	86
4.1.3	Caracterização Geomorfométrica	93
4.1.4	Bacias hidrográficas e redes de drenagem	105
4.1.5	Aspectos Pedológicos	109
4.2	Um olhar específico sobre os compartimentos geomorfológicos	113
4.3	Uso e Cobertura da Terra	121
4.4	Unidades de paisagens	130
4.4.1	Praias.....	131
4.4.2	Ecossistema Estuarino-Manguezal	134
4.4.3	Terraços fluviais das desembocaduras dos rios	135
4.4.4	Falésias ativas com uso turístico.....	136
4.4.5	Planície fluvial multifacetada.....	139
4.4.6	Vertentes sob ocupação urban.....	140
4.4.7	Vertentes retilíneas agrícolas	141
4.4.8	Platôs convexos arbóreo-arbustivos.....	142
4.4.9	Vertentes convexas arbustivas herbáceas	143
4.4.10	Platôs tabulares centrais arbustivos-herbáceos	144
4.4.11	Vertente coqueirinho bambuzal	144
4.4.12	Platô Tabular Oeste Bambuzal.....	145
4.4.13	Platô tabular pau ferro com aglomerado urbano.....	146
4.4.14	Platô Tabular Mucatu com Aglomerado Urbano.....	147
4.4.15	Platô tabular praia bela com aglomerado urbano.....	148
4.4.16	Platô Tabular Coqueirinho com Loteamentos	149
4.5	Vulnerabilidade ambiental.....	150
4.5.1	Vulnerabilidade alta	152
4.5.2	Vulnerabilidade média	156
4.5.3	Vulnerabilidade baixa	160
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	164
	REFERÊNCIAS	168

1 INTRODUÇÃO

As paisagens costeiras constituídas por espaços naturais compostos por uma (geo)biodiversidade singulares e de imensurável beleza cênica vêm sendo, ao longo do tempo, submetidas ao uso e ocupação da terra. Elas estão relacionadas às múltiplas atividades ligadas à pesca, urbanização, extração de recursos minerais, instalação de salinas, carcinicultura, geração de energia, turismo e especulação imobiliária (Martins; Bulhões; Gomes, 2022; Santos; Polette; Vieira, 2020).

No entanto, é perceptível que esses usos realizados sem planejamento no território terrestre e marinho, levam a um processo de exploração contínuo dos recursos naturais em uma das áreas mais atingidas, dinâmicas e complexas do Antropoceno¹ (Polette, 2020). Essa prática resulta em intensas alterações nas paisagens, conferindo uma susceptibilidade à vulnerabilidade ambiental, comprometendo os serviços ecossistêmicos prestados pelos ecossistemas (Halpern *et al.*, 2008; Rocha; Souza; Soares, 2018).

O Brasil detém a maior extensão de litoral inter e subtropical do planeta (Ab'Sáber, 2005), com aproximadamente 9.200 km de extensão territorial, localizada geograficamente entre as Latitudes 4° N e 34° S (Lins-de-Barros; Batista, 2020), sua área dispõe de um dos mais ricos patrimônios naturais, socioculturais e econômicos do planeta (Polette, 2020; Salgado; Santos; Paisani, 2020). Na zona litorânea, caracterizada pela interface continente-oceano, as características naturais estão diretamente ligadas à ação marinha e climática, bem como, aos processos geológicos, geomorfológicos e oceanográficos, em condições de estabilidade tectônica (Muehe, 2017), favorecendo a diversidade de paisagens como: formações vegetais do bioma Mata Atlântica, manguezais, restingas, praias, terraços marinhos, planícies fluviais, planícies fluviomarinhas, falésias, *beachrocks*, deltas fluviomarinhas, dunas móveis e fixas, paleodunas, estuários, lagoas, lagunas, entre outras feições (Dominguez, 2009; Fernandez *et al.*, 2019).

Contudo, o litoral brasileiro vem sofrendo intensas intervenções em razão das mudanças no uso da terra, ao longo dos séculos de ocupação e de vários ciclos econômicos, intensificando

¹ Termo usado pela primeira vez pelo biólogo Eugene F. Stoemer, na década de 1980, mas apenas formalizado no início dos anos 2000, em uma publicação conjunta com o Prêmio Nobel de Química, Prof. Paul Crutzen, na *Newsletter do International Geosphere Biosphere Programme* (IGBP). Nessa comunicação, os autores propõem o uso do termo 'Antropoceno' para a época geológica atual, a 'era dos humanos', enfatizando o papel central do homem na Geologia, e o início dessa época nos finais do século XVIII, que coincide com o aumento nas concentrações de CO₂ e CH₄, e, também, com a invenção da máquina a vapor, em 1784, por James Watt (Silva; Arbilla, 2018; Galetti, 2023).

o processo de supressão do bioma de Mata Atlântica², da expansão urbana e especulação imobiliária e, conseqüentemente, da alta densidade populacional ao longo da faixa litorânea, gerando impactos negativos nas condições sociais, econômicas e ambientais desses lugares. Diante do cenário, Santos e Polette (2020) afirmam que a gestão ambiental no Brasil é crítica para as regiões costeiras e marinhas, principalmente quanto à proteção de seus ambientes naturais.

Considerando esse contexto, percebe-se uma crescente preocupação com o manejo (in)adequado e (in)sustentável do ambiente costeiro, em virtude do uso e cobertura da terra e seus reflexos nas alterações das paisagens. Essa realidade, suscita demandas por investigações científicas e políticas públicas que apresentem subsídios para o planejamento ambiental e o ordenamento físico territorial das regiões costeiras e marinhas (França *et al.*, 2019; Loureiro; Guerra, 2022; Ross *et al.*, 2022; Souto, 2020; 2022).

As Áreas Protegidas³, entre elas, as Unidades de Conservação (UCs)⁴, emergem mundialmente como principais estratégias de planejamento e gestão ambiental na perspectiva de conservação da natureza, inclusive na zona costeira (Barreto; Drummond, 2017; Brandão; Riondet-Costa; Botezelli, 2022; Cavalcante *et al.*, 2021; Dudley; Kettunen; Mackinnon, 2017; Guerra; Coelho, 2009; Leung *et al.*, 2019; Lopez-Richard *et al.*, 2020; Maretti *et al.*, 2019; Morsello, 2022; UNEPWCMC; IUCN; NGS, 2018).

A *International Union for Conservation of Nature* (IUCN) define uma Área Protegida como “um espaço geográfico claramente definido, reconhecido, dedicado e gerenciado, por meios legais ou outros meios efetivos, para alcançar a conservação de longo prazo da natureza com serviços ecossistêmicos associados e valores culturais” (Lewis *et al.*, 2020, p. 2). No Brasil, a Constituição Federal de 1988, Artigo 225, estabelece o direito de todos a um meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade

² Considerada uma das maiores florestas dos Neotrópicos, a Mata Atlântica é um dos principais biomas brasileiros e um dos 36 *hotspots* de biodiversidade mundial (Brancalion *et al.*, 2019). Dados do mapeamento realizado pela Fundação SOS Mata Atlântica e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), indicam que restam 16,2 milhões de hectares de florestas nativas mais preservadas acima de 3 ha, na Mata Atlântica, equivalente a 12,4% da sua área original (SOS Mata Atlântica - INPE, 2022). Segundo dados do MapBiomias (2022), apenas 24,3% da área da Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006 (Lei da Mata Atlântica) são compostos por formações florestais e 31,4% são cobertos por florestas naturais.

³ No Brasil, consideram-se os seguintes territórios como tipologias de Áreas Protegidas: a) Unidades de Conservação, de Proteção Integral e de Uso Sustentável; b) Terras indígenas; c) Titulações quilombolas; d) Reservas legais; e) Áreas de Preservação Permanente; f) Assentamentos rurais da reforma agrária; g) Sítios arqueológicos; h) Cavidades naturais subterrâneas (cavernas); i) Terreiros de candomblé tombados; j) registros de lugares sagrados, entre outras (Argentim; Gerber, 2020).

⁴ O uso do termo ‘Unidades de Conservação’ é restrito ao Brasil, sendo mais comum internacionalmente a utilização de ‘Áreas Protegidas’ (Garcia; Moreira; Burns, 2018).

de vida, impondo ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (Brasil, 1988). Um dos instrumentos que a Carta Magna estabelece ao Poder Público é a incumbência de “definir, em todas as unidades da federação, espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos” (Brasil, 1988, Art. 225, § 1º, inciso III).

Destinando regulamentar o Artigo 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição, foi instituído o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC)⁵, instaurado pela Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000 (Brasil, 2000) e regulamentado pelo Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002 (Brasil, 2002), que corresponde ao conjunto de Unidades de Conservação federais, estaduais e municipais.

O SNUC define as UCs como “espaços territoriais e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação” (Brasil, 2000, Art. 2, Inciso I). A normativa é responsável pela sistematização e padronização das diferentes categorias de manejo e estabelece critérios e normas para a implantação e gestão dessas áreas (Brito; Garcia; Salinas Chávez, 2020).

Com base no SNUC, as UCs brasileiras são classificadas em dois grupos com características específicas: As Unidades de Proteção Integral (PI) e as UCs de Uso Sustentável (US). Nesse segundo grupo, destacam-se as Áreas de Proteção Ambiental (APAs) definidas como uma área em geral extensa, com certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais, especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas. As APAs buscam proteger a diversidade biológica, orientar o processo de ocupação e garantir o uso sustentável dos recursos naturais (Brasil, 2000).

O Estado da Paraíba possui uma área territorial de 56.467.242 Km², distribuídos entre os 223 municípios (IBGE, 2023). O território abriga uma diversidade de paisagens naturais, situadas, principalmente, nos biomas Mata Atlântica, Caatinga e Marinho e uma geodiversidade com importância geomorfológica, geológica e paleontológica. Além disso, o Estado destaca-se pelo rico patrimônio cultural, configurando uma significativa diversidade de ambientes de valor inestimável.

Segundo dados do Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC) do Ministério do Meio Ambiente (MMA) (2023), o Estado possui 34 UCs federais, estaduais e municipais que somam um total 43.337.891 ha de Áreas Protegidas. Destas, 15 UCs são

⁵ Apresentamos a Lei que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), no Brasil, em maiores detalhes no tópico 2.4 desta Tese.

estaduais, geridas pela Superintendência de Administração do Meio Ambiente do Estado da Paraíba (SUDEMA), localizadas, predominantemente, nas Regiões Geográficas Imediatas de João Pessoa e de Campina Grande (Cavalcante *et al.*, 2021).

O litoral sul da Paraíba destaca-se por sua beleza cênica, formada por suas praias, falésias ativas e inativas, planícies flúviomarinhas, *beachrocks*, vegetação de Mata Atlântica, manguezais, restingas e importantes bacias hidrográficas, como as do Rio Graú e Bucatu. Tais atrativos motivaram, nas últimas décadas, a intensificação de atividades turísticas na região e adjacências, entre elas, a prática do naturismo na praia de Tambaba⁶.

Contudo, acompanhado do fluxo turístico, ocorre um crescente processo de expansão urbana e especulação imobiliária, instalação de complexos hoteleiros, loteamentos e condomínios. Essas atividades de uso e ocupação da terra vêm alterando as paisagens, principalmente, na faixa litorânea do município de Conde.

Em razão disto, a presente Tese tem como recorte espacial a Área de Proteção Ambiental Estadual de Tambaba, Unidade de Uso Sustentável localizada nessa região, abrangendo, em parte, os municípios paraibanos do Conde, Pitimbu e Alhandra. A escolha da área e do tema de pesquisa deve-se às significativas mudanças nas paisagens, decorrente do uso e cobertura da terra, entre esses, os efeitos da intensa expansão urbana e das atividades turísticas, principalmente na zona litorânea da UC. Esses usos colaboram, em determinados casos, para infringir a legislação ambiental, considerando o número crescente de loteamentos, inclusive em Áreas de Preservação Permanente (APPs)⁷.

Como exemplo, constata-se a ocupação de áreas próximas às falésias e dos cursos d'água, ocasionando, de forma célere, impactos socioambientais na APA e adjacência, ficando a área susceptível a processos erosivos, devido à fragmentação da vegetação nativa e instabilidade da dinâmica ambiental regional, a partir da degradação dos solos. Ademais, essas atividades vêm sendo desenvolvidas sem estudos de ordenamento físico territorial atualizados, como o Plano de Manejo⁸ e o Zoneamento Ambiental da Unidade.

⁶ Na praia de Tambaba foi criada a primeira Praia de Naturismo do Nordeste brasileiro, em 1999 (Pereira, 2019).

⁷ As Áreas de Preservação Permanente (APPs) são definidas pela Lei 12.651, de 25 de maio de 2012, Art. 3, inciso II, como sendo uma área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (Brasil, 2012).

⁸ Documento técnico mediante o qual, com fundamento nos objetivos gerais de uma Unidade de Conservação, é estabelecido o seu Zoneamento e as normas que devem presidir o uso da área e o manejo dos recursos naturais, inclusive a implantação das estruturas físicas necessárias à gestão da unidade (Brasil, 2000, Art. 2).

Mediante a problemática exposta, é visível a vulnerabilidade ambiental da APA e adjacências, sendo questionável sua eficácia em proteger os ecossistemas da Mata Atlântica, a geodiversidade singular representativa da Bacia Sedimentar Paraíba e as bacias hidrográficas que drenam a área. Ao mesmo tempo, como uma UC de Uso Sustentável, as APAs constituem as de maior flexibilidade (Lopes *et al.*, 2022), visto que, por arcabouço legal⁹, permitem a ocupação humana e o uso racional dos recursos naturais.

Diante do exposto, é necessário levar às instituições, associações, comerciantes e à população local, conhecimentos sobre o manejo adequado do solo e práticas sustentáveis compatíveis com a dinâmica natural da região, bem como a importância da APA de Tambaba para a preservação dos elementos que compõem o sistema físico-natural da área. Soma-se a isso, a necessidade do uso prudente dos recursos naturais da UC pelos múltiplos atores sociais residentes no seu interior, principalmente as populações tradicionais, que precisam conviver com essa realidade de maneira equitativa e sustentável.

Irving, Azevedo e Lima (2018) avaliaram que a criação desses espaços protegidos não parece ter sido acompanhada por uma estratégia equivalente de inclusão social, ou mecanismos de participação da sociedade na discussão de políticas públicas de proteção da natureza. Isso provavelmente acabou gerando grande parte dos conflitos relacionados às UCs, no Brasil.

Diante das reflexões, a questão central que subsidiou a problemática desta pesquisa parte da seguinte indagação: quais são as repercussões físico-ambientais e sociais decorrentes do uso e cobertura da terra, que vêm influenciando na diferenciação e na evolução das paisagens na Área de Proteção Ambiental de Tambaba? Nossa hipótese considera que o processo de uso e cobertura da terra do litoral sul do Estado da Paraíba vem desencadeando modificações nas paisagens da Área de Proteção Ambiental Estadual de Tambaba, tais como: desmatamento, aglomeração urbana e especulação imobiliária, comprometendo a função ambiental da referida unidade de conservação.

Por conseguinte, diversos estudos comprovam a importância das UCs e dos serviços ecossistêmicos fornecidos pelas suas diferentes categorias de manejo (Barreto; Drummond, 2017; Campos; Lima; Costa, 2023; Castro Júnior; Coutinho; Freitas, 2009; Gatto, 2020; Jorge, 2018; Cavalcanti *et al.*, 2021). Entretanto, apenas a criação dessas áreas por lei não assegura a proteção aos recursos naturais e culturais previstos na legislação (Dias; Figueirôa, 2020). É igualmente importante a elaboração de instrumentos normativos que regem suas

⁹ Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000 (Brasil, 2000), regulamentado pelo Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002 (Brasil, 2002).

distintas categorias de manejo para a real efetividade na proteção aos ecossistemas (Nunes; Santos, 2022).

Com base neste contexto, são necessários estudos voltados para o reconhecimento e a caracterização dessas mudanças na paisagem para subsidiar tomadas de decisão, quanto ao ordenamento territorial e o planejamento ambiental. De acordo com Souza *et al.* (2020), para o planejamento das UCs, o mapeamento do uso da terra é uma ferramenta importante, pois fornece informações essenciais sobre os fatores responsáveis pelas alterações nas paisagens, grau de proteção e a cobertura de vegetação original existente da área de estudo.

Para a desenvolvimento da presente pesquisa, definiu-se como abordagem teórico-metodológica a Cartografia das Paisagens, considerada o conjunto de atividades para construir uma representação cartográfica das unidades da paisagem (Isachenko, 1973; Cavalcanti, 2018; Cavalcanti; Braz; Oliveira, 2022). O foco principal é o mapeamento da fisionomia das camadas que compõem a paisagem, isto é, compreender a estrutura e o funcionamento da dinâmica das paisagens (Salinas Chávez *et al.*, 2019; Braz, 2020; Braz *et al.*, 2020; Cavalcanti; Braz; Oliveira, 2022).

Segundo Salinas Chávez *et al.* (2019), o estudo das dinâmicas das paisagens, a partir da caracterização das Unidades de Paisagens para fins de planejamento e gestão territorial, tem apresentado avanços significativos nos resultados, com o uso dos recursos oferecidos pelas Geotecnologias, como o uso do Sistema de Informações Geográficas (SIG), Sensoriamento Remoto (SR) e o Geoprocessamento.

Nos estudos que envolvem as áreas protegidas, a utilização de Geotecnologias auxilia as atividades de planejamento, delimitação, implementação, planos de manejo e zoneamento, otimizando o diagnóstico e o monitoramento ambiental (Khanday; Javed, 2016; Aragão; Duarte, 2016; Reis; Costa, 2017; Dias; Martins; Barros, 2020; Dias; Figueirôa, 2020). Portanto a Cartografia das Paisagens é apropriada para estudos dessa natureza, considerada uma técnica capaz para compreender, a partir de uma abordagem sistêmica, as interações dos processos sociais e ambientais (antropoambientais) entre os elementos que constituem as paisagens (Braz, 2020).

Diante deste contexto, a presente pesquisa se justifica pela necessidade de compreender os processos que influenciam a diferenciação das paisagens na Área de Proteção Ambiental de Tambaba. Por meio da análise do uso e cobertura da terra, bem como das formas de relevo predominantes, buscou-se uma abordagem integrada que permitiu identificar os elementos e os processos envolvidos. A visto disso, o estudo propõe a definição de unidades de paisagem, levando em consideração a correlação com a vulnerabilidade ambiental. Essa abordagem

possibilita a formulação de diretrizes mitigadoras que subsidiem o planejamento do uso sustentável dos recursos naturais, tendo em vista tanto os residentes locais quanto os visitantes da APA de Tambaba.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Identificar e caracterizar as unidades de paisagem e as áreas ambientalmente vulneráveis da Área de Proteção Ambiental Estadual de Tambaba, Estado da Paraíba, para subsidiar futuras políticas de ordenamento territorial e ações de planejamento ambiental.

1.1.2 Objetivos Específicos

- a) Mapear e analisar o uso e cobertura da terra e as mudanças nas paisagens da APA;
- b) Avaliar as implicações decorrentes do uso, cobertura e manejo da terra e as ações de preservação e conservação na área de estudo;
- c) Delimitar e mapear as unidades de paisagens a partir de uma análise integrada da paisagem da UC;
- d) Caracterizar a dinâmica das unidades de paisagem da APA de Tambaba;
- e) Identificar os diferentes graus de vulnerabilidade ambiental que ocorrem na área da APA.

1.2 Estrutura da Tese

A pesquisa estrutura-se em quatro capítulos, com tópicos e subtópicos relacionados. O capítulo 1 “Introdução”, apresenta, em termos gerais, quais são os aspectos que orientaram a elaboração da tese: a problemática da pesquisa, objeto de estudo e sua correlação com o contexto espacial local e regional, a hipótese norteadora e os objetivos do trabalho.

O capítulo 2 traz uma discussão sobre a fundamentação teórica e metodológica, norteadora pela discussão a respeito das temáticas, como o estudo da paisagem na Geografia, a Cartografia de Paisagem e o planejamento ambiental, a importância das Geotecnologias nos estudos da paisagem e as Unidades de Conservação como principais estratégias de planejamento e gestão ambiental na perspectiva de conservação da natureza.

O capítulo 3 apresenta os procedimentos metodológicos executados para se alcançar os resultados pretendidos: espacialização da área de estudo, as bases de dados utilizadas para elaboração do mapeamento, as metodologias e as técnicas pautadas nas geotecnologias utilizadas em gabinete e em campo;

O capítulo 4 discorre sobre os resultados e as discussões levantadas durante a pesquisa: a fisionomia da paisagem da Área de Proteção Ambiental Estadual de Tambaba (aspectos climáticos, geológicos, geomorfológicos, geomorfométricos, bacias hidrográficas e redes de drenagem e aspectos pedológicos); mapeamento das classes de uso e cobertura da terra; delimitação e a análise dos compartimentos geomorfológicos; mapeamento das unidades de paisagem. Em suma, analisou-se a vulnerabilidade ambiental da área de estudo.

Por fim, foram apresentadas as considerações finais sobre a pesquisa e, em seguida, constam as referências utilizadas para o desenvolvimento do presente estudo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O presente capítulo discorre sobre a fundamentação teórica-metodológica que orientou o desenvolvimento da pesquisa, considerando os seguintes eixos: i) a paisagem como categoria de análise geográfica; ii) a Cartografia de Paisagens aplicada ao planejamento ambiental; e iii) as geotecnologias e suas aplicações nos estudos da dinâmica das paisagens. A seção final aborda as Unidades de Conservação como uma das principais estratégias para a conservação da natureza.

2.1 A paisagem na Geografia: um conceito e múltiplas visões

A Geografia tem sido acompanhada, desde sua origem, por estudos que focam na interação entre a sociedade e a natureza¹⁰ (Cardoso; Silva, 2018; Moraes, 2020). Nesse cenário, a Ciência Geográfica tem um papel relevante na sociedade, na medida em que seu objeto está relacionado com o estudo das relações de (re)produção e transformação do espaço geográfico, por meio das relações sociais e dessas com o ambiente.

Ao que se refere à importância da Geografia Física na atualidade, Petersen, Sack e Gabler (2015), afirmam que esse ramo da Ciência Geográfica estuda os processos e as características de formação da Terra, incluindo as atividades humanas que impactam o meio ambiente. Corroborando com essas premissas, Mendonça (2017) reconfigura a Geografia Física e a coloca articulada com as ciências humanas, incorporando a dimensão humana no debate ambiental.

Ao longo da história, a Geografia, na perspectiva de se firmar como uma das áreas do conhecimento científico, apoiou-se nas seguintes categorias analíticas: espaço, território, região, lugar e paisagem (Santos, 2008). Em particular, o conceito de paisagem tem sentido polissêmico, com múltiplas interpretações decorrentes das diferentes posições filosóficas, concepções e análise nas diversas áreas da ciência. A Geografia é uma delas, que procura entender a paisagem como natureza integrada, síntese dos aspectos físicos e sociais (Guerra; Marça, 2018; Loureiro; Guerra, 2022).

Loureiro e Guerra (2022), partindo de uma concepção ampla de paisagem, a partir da reunião e adequação de diferentes conceitos analisados em suas pesquisas, propõem uma

¹⁰ Na história do pensamento geográfico, surgiram várias correntes que apresentaram diferentes visões, quanto ao objeto de estudo da Ciência Geográfica: o Determinismo Geográfico; o Possibilismo Geográfico, Método Regional, Nova Geografia e a Geografia Crítica (Moraes, 2020).

concepção de paisagem que abarca em si as múltiplas formas de entendimento e análise daquilo que está posto no meio ambiente, ou seja, nos meios natural e social, incluído no tempo presente e passado e, ainda, na passagem dos diferentes tempos. Essa interação leva em conta os elementos naturais, culturais e tecnológicos.

Nesta ótica, Mateo Rodriguez; Silva e Cavalcanti (2022, p. 20) define a paisagem como “um conjunto inter-relacionado de formações naturais e antroponaturais, podendo ser consideradas como um sistema que contém e reproduz recursos; como um meio de vida e da atividade humana; como um laboratório natural e fonte de percepções estéticas”.

Quanto ao estudo da paisagem na Ciência Geográfica, o conceito evoluiu em duas tendências: a paisagem concebida enquanto complexo natural integral, de base biofísica, influenciadas pelas escolas alemã e russo-soviética; e de bases socioculturais, que analisava a paisagem como um espaço social, representadas pelas escolas francesa, anglo-saxônicas e euro-ocidentais (Mateo Rodríguez; Silva; Cavalcanti, 2022).

No âmbito científico, segundo Zacharias (2010), o conceito de Paisagem (*Landschaft*) na Geografia foi inicialmente introduzido pelos naturalistas alemães, no início do século XIX, a partir das contribuições do geógrafo e naturalista Alexander von Humboldt (1769-1859), que durante sua expedição realizada entre 1799 e 1804, intitulada “*Viagem às regiões equinociais*”, baseando na reflexão sistemática da natureza, observou a diferenciação espacial estabelecendo relações entre os aspectos como localização, clima e a vegetação, ressaltando a fisionomia da paisagem (Morais; Oliveira-Costa, 2023; Warnavin; Araujo, 2016).

Além de Humboldt, destaca-se também as contribuições de Friedrich Ratzel (1844-1904), que a partir do racionalismo e do positivismo ambiental, considerou as relações casuais que interagem na natureza (Passos, 2003). Ratzel manteve a visão naturalista apresentada na obra de Humboldt, trazendo uma nova concepção a partir das influências que o meio exerce sobre o homem. Destaca-se também a contribuição de outros alemães como Ferdinand von Richthofen (1833-1905), Siegfried Passarge (1866-1958) e Alfred Hettner (1859-1941), que colaboram, sobremaneira, com bases teóricas para o desenvolvimento dos estudos sobre a paisagem (Bolós, 1992).

No século XX, o geógrafo e ecólogo alemão Carl Troll (1899-1975), aproximou a paisagem das concepções da Ecologia. Troll inseriu ao conceito de ‘paisagem’, a noção ‘abordagens ecológicas’ (potencial ecológico), acrescentando à totalidade dos elementos geográficos, o ecótopo, que considerava como a extensão do conceito de biótopo (Passos, 2006), introduzindo na Geografia a abordagem da Ecologia da Paisagem, posteriormente denominada de “Geoecologia da Paisagem” (Christofolletti, 1999).

Com essa nova disciplina, Troll uniria a abordagem da paisagem, que estuda a diferenciação espacial da superfície terrestre em inter-relação com fenômenos naturais; com a abordagem biológico-ecológica, que investiga as inter-relações funcionais de fenômenos naturais e complexos como sistemas ecológicos. Essa disciplina pode ser considerada como um ramo da Ciência da Paisagem, voltada para o conhecimento das propriedades e funções ecológicas das paisagens (Salinas Chávez *et al.*, 2019).

Com o advento da Teoria Geral dos Sistemas (TGS), publicada pelo biólogo alemão Ludwing von Bertalanffy (1901-1972), a partir de 1932, aplicados primeiramente nos estudos da Termodinâmica e da Biologia (Christofolletti, 1979). O objetivo de Bertalanffy foi elaborar uma teoria que sistematizasse uma visão de mundo integradora, sistematizada, organizada, funcional e dinâmica. Em sua proposta, Bertalanffy (1973, p. 186) entende que “os sistemas são considerados como abertos, ou seja, são passíveis de interações nos ambientes onde estão inseridos”. Para o autor, é preciso estudar as partes e os processos envolvidos de forma integrada e não isolada, pois os comportamentos são diferentes, quando os objetos são vistos separados, em contraposição ao seu entendimento na totalidade. Em outras palavras, deve-se entender as inter-relações estabelecidas pela conexão entre as partes.

Nessa questão, o enfoque sistêmico da TGS proporciona uma visão geral dos inúmeros fatores, físico, biológico, econômico e social, que influenciam o funcionamento de uma organização espacial, como é o caso da Geografia (Fumiya, 2022). De acordo com Tricart (1977), pode encontrar na TGS um aporte satisfatório para os estudos ambientais, assim como geográficos, pois os princípios dessa teoria trabalham os sistemas ambientais como uma totalidade dialética composta por elementos e fluxos de matéria e energia. A partir dos preceitos desta teoria e da junção desta com a análise da paisagem, surgiu o conceito de Geossistema.

Na escola russo-soviético, Viktor Borisovich Sochava (1905-1978), foi responsável por aplicar a teoria sistêmica na análise da paisagem¹¹. Sochava conceituava o geossistema como sistemas dinâmicos abertos e hierarquicamente organizados.

De acordo com Sochava, a compreensão destes sistemas em seus diferentes níveis hierárquicos, torna-se necessária a representação cartográfica em diferentes escalas (multiescalaridade), exigindo ainda análises geográficas também em diferentes escalas e categorias (níveis de complexidade) (Ross, 2009).

¹¹ No entendimento de Zacharias (2010) possibilita afirmar que “a grande contribuição da visão sistêmica no estudo da paisagem, em detrimento das propostas anteriores, é reconhecer que toda paisagem tem um caráter dinâmico e, com base nisso, explicar cientificamente como essa dinâmica se processa no funcionamento do componente do ambiente (troca de fluxo de energia e matéria)”.

Ainda segundo Ross (2009), Sochava estabeleceu como categorias de geossistema: os geômeros, que definem classes de geossistemas como estruturas homogêneas e os geócoros que definem classes de geossistemas como estruturas heterogêneas. Essas unidades se dividem ainda em três níveis taxonômicos, segundo sua escala de investigação: nível topológico, nível regional e nível planetário (Quadro 1).

Quadro 1 - Divisão Taxonômica dos Geossistemas

Fileira de Geômeros	Ordem Dimensional	Fileira dos Geócoros	
Perspectivas dos Tipos de Meio Natural	Planetária	Zona Físico-geográfica	
		Grupo de Regiões Físico Geográficas	
Tipos de Meio Natural		Subcontinentes	
Classe dos Geomas	Regional	Regiões Físico-Geográficas	
Grupo dos Geomas		Com Latitudes Zonais	Com Zoneamento Vertical
Subgrupos dos Geomas		Subzona Natural	Província
		Província	
Geomas		Macrogeócoro (Distrito)	
Classe dos Fácies	Topológica (local)	Topogeócoro	
Grupo dos Fácies		Mesogeócoro	
Fácies		Microgeócoro	
Áreas Homogêneas elementares (Biogeocenoses)		Áreas Elementares Diversificadas	

Fonte: Sochava, 1978.

Nas áreas homogêneas, ocorrem as biogeocenoses (geômeros elementares), sendo estes os pontos de partida para a classificação dos geossistemas, bem como das áreas diferenciadas (geócoros elementares) que asseguram um mínimo de ligações para a existência dos geossistemas.

O geossistema é um conceito representado pelas formações naturais, que obedecem a dinâmica dos fluxos de matéria e energia, inerentes aos sistemas abertos que, conjuntamente com os *inputs* e *outputs*, formam um modelo global de apreensão da paisagem. Esse modelo se estabelece sem deixar de considerar as ações antrópicas como interferências isonômicas, em sua integração com o meio natural e na formação e evolução da mesma (Dias; Perez, 2017).

Indubitavelmente, a proposta de Sochava (1977) trouxe um avanço na compreensão integrativa dos fenômenos espaço-temporais que formam as paisagens, bem como em uma

elucidação das dimensões epistemológicas intrínsecas à própria ciência geográfica, mais precisamente na Geografia Física em sua análise integrada (Cavalcanti; Corrêa, 2014).

Fumiya (2022) discorre que a análise geossistêmica, utilizando a TGS e seus princípios, possibilitou a integração dos conhecimentos em Geografia na perspectiva de concernir às dinâmicas ambientais e os desafios das demandas de recursos de que a sociedade atual necessita. É perceptível que a introdução do Geossistema na geografia soviética representou uma revolução conceitual e metodológica importante para a Geografia Física. O enfoque geossistêmico é reconhecido e aplicado nos estudos da paisagem em vários países, até a contemporaneidade (Salinas Chávez *et al.*, 2019).

Nesse sentido, mesmo que a Geografia Física geral tenha como objeto de análise as inter-relações, interdependências e dinâmicas dos fluxos de matéria e energia entre as partes do todo, bem como o seu entendimento, o seu foco como ciência da natureza e da sociedade está nos seres humanos. É o “estrato geográfico”, assim denominado pelo geógrafo Alexander Grigoriev, o palco onde os seres humanos têm seu habitat, pois esse é o único estrato que sustenta a vida (Ross, 2009). Ao que se refere à escola francesa, destacam-se as contribuições científicas aos estudos da paisagem através das abordagens sistêmicas do biogeógrafo Georges Bertrand (1968) e do geomorfólogo Jean Tricart (1977).

Bertrand (1968) insere o estudo da paisagem dentro da proposta de uma geografia física global. A partir do artigo, publicado em 1968 intitulado: “*Paysage et géographie physique globale: esquisse méthodologique*”¹². Nesse sentido, Bertrand (1968) propõe uma concepção metodológica para compreender a paisagem, deixando explícito que sua apreensão apenas pode ser entendida dentro de um contexto global (holístico), relacionando diversas escalas do espaço-tempo, enfatizando a seguinte premissa:

[...] a paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É, numa determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente, uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução. A dialética tipo-indivíduo é o próprio fundamento do método de pesquisa (Bertrand, 1972, p. 141).

Nessa definição, o autor salienta que não se trata apenas da ‘paisagem natural’, mas uma ‘paisagem total’, que integra inclusive, as ações antrópicas, compondo um mosaico de diferentes paisagens. De acordo com Christofolletti (1999), a maior contribuição de Bertrand

¹² A obra foi traduzida para a Língua Portuguesa em 1972, com o título “*Paisagem e Geografia física Global: um esboço metodológico*”, pela Geógrafa brasileira Olga Cruz.

para análise da paisagem é a elaboração de um sistema taxonômico de hierarquização da paisagem em seis níveis têmporo-espaciais decrescentes, visando superar problemas relacionados à taxonomia, dinâmica, tipologia e cartografia das paisagens.

Sob esta perspectiva, Bertrand (1972), ao propor o estudo global da paisagem, elabora um sistema de classificação taxonômica, por ordem de grandeza escalar, que consistia em ordená-las conforme níveis hierárquicos (Quadro 2).

Quadro 2 - Unidades taxonômicas propostas por Georges Bertrand

Unidades da paisagem	Escala temporo-espacial (A. Cailleux J. Tricart)	Exemplo tomado numa mesma série de paisagem	Unidades Elementares				
			Relevo (1)	Clima (2)	Botânica	Biogeografia	Unidade trabalhada pelo homem (3)
Zona	G. I grandeza G. I	Temperada		Zonal		Bioma	Zona
Domínio	G. II	Cantábrico	Domínio estrutural	Regional			Domínio Região
Região Natural	G. III-IV	Picos da Europa	Região estrutural		Andar Série		Quarteirão rural ou urbano
Geossistema	G. IV-V	Atlântico Montanhês (calcário sombreado com faixa hidrófila a <i>Asperula odorata</i> em “terra fusca”)	Unidade estrutural	local		Zona equipotencial	
Geofácies	G. VI	Prado de ceifa com <i>Molínio-Arrhematheretea</i> em solo lixiviado hidromórfico formado em depósito morainico			Estádio Agrupamento		Exploração ou quarteirão parcelado (pequena ilha ou cidade)
Geótopo	G. VII	“Lapies” de dissolução com <i>Aspidium lonchitis</i> em microsolo úmido carbonatado em bolsas		Microclima		Biótopo Biocenose	Parcela (casa ou cidade)

Nota: As correspondências entre as unidades são muito aproximadas e dadas somente em título de exemplo.

1 – Conforme A. Cailleux, J. Tricart e G. Viers; 2 – conforme M. Sorre; 3 – conforme R. Brunet.

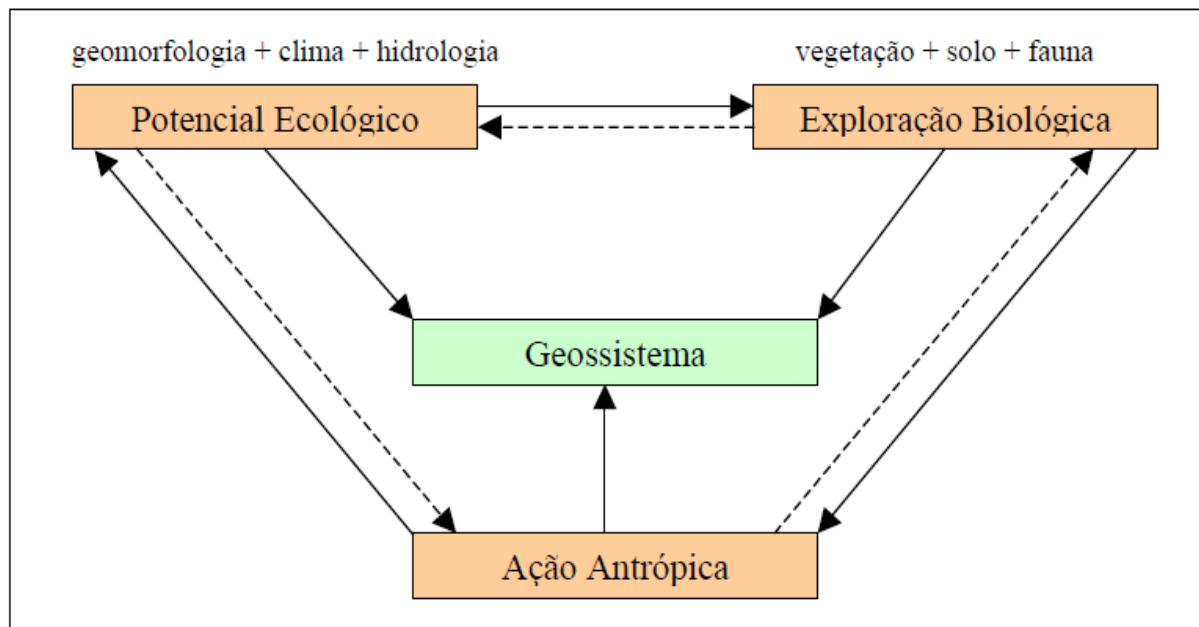
Fonte: Bertrand (1972).

A proposta apresentada pelo autor é dividida em seis níveis têmporo-espaciais (baseadas na escala geomorfológica têmporo-espacial de Cailleux e Tricart), que hierarquicamente

consistem em dois grupos: o de Unidades Superiores (Zona, Domínio e Região Natural) e o de Unidades Inferiores (Geossistema, Geofácies e Geótopo).

Para Bertrand (1968), o Geossistema corresponde à relação dinâmica entre o potencial ecológico (fatores geomorfológicos, climáticos e hidrológicos), com a exploração biológica (solo, vegetação e fauna) e a ação antrópica (Figura 1).

Figura 1 - Esboço da definição teórica de Geossistema



Fonte: Bertrand (1968).

Há de ressaltar que a inserção do fator antrópico em sua proposta de Geossistema, é um dos principais pontos que diferenciava suas formulações teórico-metodológicas da definição de Geossistema de Sochava (Cavalcanti, 2018; Medeiros; Oliveira; Diniz, 2018). Diante dessas premissas, a proposta de Bertrand (1972) não busca o estudo apenas das bases físico-químicas e biológicas do sistema natural, do ponto de vista funcional e estrutural, como o fazia a escola soviética. Seu objetivo é estudá-lo em uma escala compatível com o ponto de vista das alterações antrópicas.

Cavalcanti (2013) esclarece que Bertrand (1972) acaba reconsiderando suas ideias iniciais e aceita a concepção do termo ‘geossistema’, enquanto uma abstração, que cabe apenas para uma reflexão teórica das paisagens. Neste momento, na classificação das unidades da paisagem, Bertrand (1972) substitui o geossistema pelo termo ‘geocomplexo’. Bertrand (1972), então, trata a questão ambiental, com base em um sistema conceitual tripolar, tridimensional em três espaços e três tempos, e interativo, definido pelo Geossistema-Território-Paisagem (GTS) (Ross, 2009).

Passos (2016) afirma que esse sistema metodológico é uma construção sistêmica destinada a demonstrar a complexidade do meio ambiente geográfico, respeitando, tanto quanto possível, sua diversidade e interatividade. Nessa perspectiva, o sistema GTP surge como uma proposta metodológica que "associa o geossistema-fonte ao território-recurso e à paisagem-identidade" (Bertrand; Bertrand, 2009, p. 56).

A noção de GTP, proposta por Bertrand (2009) oferece uma abordagem integrada para compreender as questões ambientais, considerando a interação dinâmica entre o Geossistema, o Território e a Paisagem. Para Christofolletti (1999), essa perspectiva permite uma análise mais abrangente e complexa dos processos e das relações que ocorrem no espaço, contribuindo para uma gestão mais sustentável e consciente dos recursos naturais e do ambiente como um todo.

Posterior à proposta de Bertrand, em 1977, destaca-se a Teoria Ecodinâmica do francês Jean Tricart (1977), que também aborda a paisagem, de maneira global, relacionando as ações humanas como elementos integrantes da paisagem. Para o arranjo do ambiente é necessário conhecer a intensidade das intervenções, em termos de estabilidade/instabilidade. As sociedades estão incluídas como fatores de influência na dinâmica natural. Tricart (1977) apresenta como componentes fundamentais da dinâmica natural o balanço entre morfogênese e pedogênese, propondo uma metodologia de análise da paisagem, a partir da dinâmica dos ecótopos, a ecodinâmica.

Para Tricart (1977, p. 32):

Uma unidade ecodinâmica se caracteriza por certa dinâmica do meio ambiente que têm repercussões mais ou menos imperativas sobre as biocenoses. Geralmente a morfodinâmica é o elemento determinante [...]. A morfodinâmica depende do clima, da topografia (formas das vertentes), do material rochoso. Ela permite a integração desses vários parâmetros.

O conceito de Unidades Ecodinâmicas é integrado ao conceito de ecossistemas. Baseia-se no instrumento lógico de sistema, e enfoca as relações mútuas entre os diversos componentes da dinâmica e os fluxos de energia e matéria no meio ambiente.

A partir dessa compreensão, Tricart (1977) propõe a classificação Ecodinâmica dos meios, publicada no Brasil pelo IBGE, em 1977. Os estudos de paisagem resultam na classificação do meio em três condições morfodinâmicas, conforme a intensidade dos processos, ou seja, de acordo com sua dinâmica, denominando-os de *meios estáveis*, *meios intergrades* e *meios fortemente instáveis*. Esses elementos foram destacados a seguir:

- Os **meios estáveis** se caracterizam pelo predomínio da pedogênese sobre a morfogênese, prevalecendo a condição de clímax;

- Os **meios intergrades** (podendo também ser chamado de transição), se caracterizam pela interferência permanente da morfogênese e da pedogênese, exercendo-se de maneira concorrente sobre o mesmo espaço;

- Os **meios fortemente instáveis** são caracterizados pela predominância da morfogênese, como elemento da dinâmica natural, e fator determinante do sistema natural, aos quais outros elementos estão subordinados (Tricart, 1977).

Com base nessa classificação, é possível compreender as situações de estabilidade e instabilidade dos ambientes, a partir do conhecimento das relações entre os elementos que compõem a paisagem. A classificação dinâmica pode ser realizada e aplicada na busca de soluções e/ou adequações dos espaços frente às atividades humanas.

A partir da década de 1980, intensificaram-se os estudos no âmbito da Geografia Física, relacionados com a paisagem, considerados um conceito unificador na pesquisa ambiental, na perspectiva sistêmica e integradora, entre os componentes da natureza e as atividades humanas. Nessa perspectiva, as contribuições de Sochava (1977), e, principalmente de Bertrand e Tricart (1977), colaboram para a produção recente de uma gama de abordagens e propostas teórico-metodológicas em vários países (Sayer *et al.*, 2013).

No Brasil, o termo ‘Geossistema’ foi introduzido principalmente pelo geógrafo Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro (1927-2022). Sua concepção de paisagem é descrita na obra “*Geossistema: a história de uma procura*”, publicada em 2000.

A paisagem para Monteiro (2000, p. 39) corresponde:

A uma entidade espacial delimitada segundo um nível de resolução do pesquisador a partir dos objetivos centrais da análise. A paisagem é sempre o resultado de integração dinâmica dos elementos de suporte e cobertura (físicos, biológicos e antrópicos), sendo expressa em partes delimitáveis infinitamente, mas individualizadas através das relações entre elas, que organizam um todo complexo (sistema) conjunto em perpétua evolução.

Diante dessa concepção, as contribuições teóricas e metodológicas de Monteiro (2000), para o estudo da paisagem, a partir da abordagem geossistêmica, foram relevantes, principalmente na área da climatologia. Para o autor, o clima deve ser colocado no plano superior, não por ser julgado o núcleo do sistema, mas por ser o indutor da energia que movimenta o sistema.

Destacam-se, também, as importantes influências do geógrafo Aziz Ab’Sáber (1924-2012) ao diferenciar as paisagens brasileiras, utilizando a análise fisionômica da vegetação e do relevo como principais atributos da paisagem. O autor propõe seis domínios

morfoclimáticos¹³ para o nosso país, sendo eles: 1- domínio das terras baixas florestadas da Amazônia; 2 - Domínio dos chapadões centrais cobertos por cerrados, cerradões e campestres; 3 - Domínio das depressões interplanálticas semiáridas do Nordeste; 4 - Domínio dos “mares de morros” florestados; 5 - Domínio dos planaltos de araucárias, 6 - Domínio das pradarias mistas do Rio Grande do Sul (Ab’Sáber, 2003).

Além das contribuições dos geógrafos acima, destacam-se, também, os pesquisadores brasileiros: Antonio Christofolletti, Aziz Nacib Ab’Saber, Helmut Troppmair, Olga Cruz; Jurandyr Luciano Sanches Ross; Marcos José Nogueira de Souza, Edson Vicente da Silva, Messias Modestos dos Passos, Lucas Silva de Souza Cavalcanti, entre outros, que, com base nas concepções de geógrafos estrangeiros, especificamente franceses e soviéticos, fundamentam suas pesquisas no contexto brasileiro.

Hazeu *et al.* (2011) enfatizam que essa diversidade de teorias e métodos objetiva oferecer estratégias mais eficazes de planejamento e gestão ambiental e territorial, para orientar o uso sustentável dos recursos naturais da Terra.

Diante dessa gama de possibilidades metodológicas, a escolha do método de caracterização e mapeamento da paisagem deve-se basear na natureza da pesquisa, na disponibilidade de dados e informações disponíveis acerca do objeto de estudo, nos critérios e na escala geográfica e cartográfica (Mücher *et al.*, 2010; Sayer *et al.*, 2013; Simensen; Halvorsen; Erikstad, 2018).

2.2 Cartografia de paisagens aplicada no planejamento ambiental

O planejamento ambiental pode ser considerado um processo sistemático, envolvendo coleta, organização e análise de informações, com a utilização de métodos e técnicas conhecidas, tendo como premissa o desenvolvimento harmônico de uma região e a manutenção da qualidade dos ambientes físico, biológico e social (Santos, 2004).

O planejamento ambiental faz uma interface bastante intensa com a Geografia, sobretudo por relacionar-se “diretamente com o desenho de uma organização territorial, em que todos os campos geoecológicos se articulam sistematicamente” (Mateo Rodriguez; Silva e Cavalcanti, 2022, p. 587). Essa discussão corrobora com o argumento de Guerra (2018), no

¹³ O conceito de domínio de natureza é definido por Ab’Sáber (2003, p. 11-12), como “[...] um conjunto espacial de certa ordem de grandeza territorial - de centenas de milhares a milhões de quilômetros quadrados de área - onde haja um esquema coerente de feições de relevo, tipos de solos, formas de vegetação e condições climático-hidrológicas”.

qual afirma que o planejamento ambiental opera em diferentes escalas, desde as locais até as regionais, levando em conta diferentes abordagens (Guerra, 2018).

Nessa conjuntura, o surgimento de novas tecnologias de sustentação dos processos produtivos, de conjunto com o aumento populacional, acabou por provocar uma interferência cada vez mais agressiva no meio natural durante a construção do espaço (Guerra; Cunha, 1996). Nesse sentido as discussões de Ross (2006) dão conta que:

A crescente industrialização concentrada em cidades, a mecanização da agricultura em sistema de monocultura, a generalizada implantação de pastagens, a intensa exploração de recursos energéticos e matérias primas como o carvão mineral, petróleo, recursos hídricos, minérios, tem alterado, de modo irreversível, o cenário da terra é levado com frequência, a processos degenerativos da natureza (ROSS, 2006, p. 51).

Nesta perspectiva, a Paisagem, como categoria de análise da ciência geográfica, oferece suporte à cartografia de síntese para os estudos de ordenamento territorial e/ou ambiental, sobretudo, às atividades de planejamento e gestão do território, compreendendo que a variedade de paisagens tem importância fundamental no planejamento do território. Além disso, essa categoria, subsidia a tomada de decisões pautadas no conhecimento da diversidade de ambientes, de uma determinada localidade (Cavalcanti, 2018).

Como afirma Ross (2009, p. 58):

O objetivo geral do entendimento integrativo – sociedade e natureza – consiste em obter um conjunto de informações, elaborado e organizado de forma que se substancie em um conteúdo básico, com o qual seja possível desenvolver um planejamento de gestão ambiental para um determinado espaço territorial diretamente atingido, com a finalidade de conservar, preservar e recuperar a natureza e, ao mesmo tempo, promover o desenvolvimento econômico e social de bases sustentáveis.

É necessário também considerar os diferentes pontos de partida, para analisar de forma integrada, o ambiente a partir de uma perspectiva geográfica, como subsídio para o planejamento. Cavalcanti, Braz e Oliveira (2022, p. 207) afirmam que “entre as diversas abordagens geográficas sobre as paisagens, destaca-se a sua cartografia como meio para conhecimento de sua variabilidade espacial tanto quanto para a tomada de decisões sobre o território”.

Para Amorim e Oliveira (2008), em uma abordagem integrada da paisagem, é essencial que no processo de definição das unidades ambientais, o pesquisador considere a inter-relação entre elementos constituintes do sistema físico. A delimitação de Unidades de Paisagens apresenta grande complexidade, pois a interação entre os diversos atributos do sistema natural

e do sistema antrópico permite a identificação dos vetores responsáveis pela dinâmica da paisagem.

Ross (2009) acrescenta que as unidades ambientais, ou unidades de paisagens, constituem espaços territoriais que guardam certo grau de homogeneidade fisionômica, reflexo dos fluxos naturais de energia e matéria entre os componentes (o relevo, a vegetação e os usos da terra) e das inserções humanas, propiciadas pelas atividades econômicas ao longo da história.

O estudo da paisagem, tendo como enfoque a abordagem sistêmica, permite que sejam reconhecidas as estruturas vertical e horizontal da paisagem, bem como sua dinâmica evolutiva (Mateo Rodriguez; Silva, Cavalcanti, 2022). Esse enfoque dado à paisagem, tem como perspectiva a compreensão de sua estrutura e funcionamento, tendo em vista a relação entre os elementos da paisagem e as atividades antrópicas (Estêvez *et al.*, 2011).

A Cartografia de Paisagens surge como uma atividade de caráter físico-geográfico, que aproxima a Cartografia Temática e sua interface com a Geografia Física integrada. Ela está preocupada com a representação de complexos naturais, também chamados de geossistemas, que compreendem áreas naturais resultantes da interação entre os componentes da natureza, influenciados em maior ou menor grau pela sociedade (Cavalcanti, 2018).

A Cartografia de Paisagens, área da Cartografia Ambiental, é definida como “uma atividade ligada à Geografia, uma vez que sua execução necessita de uma série de conhecimentos distintos que encontram na Geografia física seus principais subsídios, a exemplo da morfologia dos solos, do inventário florestal e do mapeamento geomorfológico” (Cavalcanti, 2018, p. 6).

Em vista disso, a Cartografia de paisagens pode ser definida como o conjunto de atividades para descrição, classificação e representação das paisagens (Cavalcanti; Braz; Oliveira, 2022), na perspectiva de construir uma representação cartográfica das unidades da paisagem, a partir do mapeamento da fisionomia das camadas que a compõem. Isto é, identificar o aspecto visível do panorama, e em segundo lugar, compreender o funcionamento e o desenvolvimento das paisagens (Braz, 2020; Cavalcanti, 2018; Salinas Chávez *et al.*, 2019).

Na área acadêmica, a cartografia de paisagens é uma disciplina essencial no campo da Geografia, focada na representação, análise e interpretação dos elementos presentes nas paisagens naturais e modificadas pela ação humana (Gotelli; Kalsbeek, 2017).

Para Zacharias e Ventrini (2021), a Cartografia de Paisagens é a linguagem gráfica e visual mais adequada ao quadro propositivo do ambiente. Associadas aos fundamentos metodológicos da representação cartográfica, as pesquisas relacionadas a esse campo de conhecimento, constituem um importante procedimento no estudo das unidades de paisagem.

A respeito da importância do uso dos SIGs na Cartografia da Paisagem, Salinas Chávez *et al.* (2019) reiteram que a obtenção do mapa da paisagem, com o uso desse recurso, ampliou a oportunidade de gerar o inventário e a caracterização dos componentes da paisagem, otimizando os trabalhos que podem ser interpretados individualmente ou de forma combinada. Esses instrumentos fornecem uma análise mais fundamentada das sucessivas transformações que ocorrem no meio natural, além das intervenções efetuadas pelas ações antrópicas, que agindo sobre essas paisagens, alteram seu estado e funcionamento.

Os SIGs são constituídos por técnicas e modelagens voltadas para o tratamento de dados espaciais, possibilitando a definição e o mapeamento de unidades de paisagem, contribuindo substancialmente na análise integrada (Lang; Blaschke, 2009). Assim, diversas abordagens têm sido desenvolvidas, sobretudo, apoiado pelas geotecnologias, em diferentes escalas, regiões e países (Cavalcanti; Corrêa; Araújo Filho, 2010; Múcher *et al.*, 2010; Salinas Chávez *et al.*, 2019). Cavalcanti, Braz e Oliveira (2022) afirmam que um desafio anterior à classificação das paisagens é sua identificação. Para tanto, é necessário clareza quanto aos critérios e temas utilizados para a diferenciação das unidades de paisagem (Cavalcanti, 2020).

Corroborando com essa assertiva, Simensen, Halvorsen e Erikstad (2018), realizaram uma revisão sistemática de 54 trabalhos, publicados entre 1990 e 2016, provenientes de pesquisas desenvolvidas em vários países, identificando as estratégias metodológicas e os principais critérios para identificação e classificação das paisagens nos respectivos estudos. Os pesquisadores noruegueses identificaram duas tendências gerais: i) a abordagem biofísica das paisagens, que se baseia na seleção de variáveis geoecológicas e de uso da terra, podendo ou não utilizar estatística para diferenciar as unidades de paisagem; e ii) a abordagem holística das paisagens, que enfatiza os aspectos socioculturais e a percepção visual (Simensen; Halvorsen; Erikstad, 2018). Os critérios adotados por mais da metade dos estudos analisados, foram: as formas de relevo, a cobertura da terra, a vegetação, a geologia, os solos, a hidrografia, a agricultura e as construções/infraestrutura.

Observa-se que os critérios ‘geomorfologia’ e ‘cobertura da terra’, foram os principais atributos para a caracterização e mapeamento das paisagens. Cavalcanti (2020) salienta que o tema ‘cobertura da terra’ é entendido como a cobertura biofísica do terreno, composta pelos componentes: vegetação, hidrografia, agricultura e construções/infraestrutura. Em uma perspectiva geomorfológica mais abrangente, ela envolve as formas do relevo e os materiais superficiais (rochas, solos e sedimentos). A identificação de paisagens pode ser conduzida pela diferenciação de unidades geomorfológicas (associação das formas e materiais superficiais) e suas diferentes coberturas (vegetal, hidrográfica, agrícola, construções, etc.).

Segundo o Manual Técnico de Uso da Terra do IBGE (2013), para fins de estudos que envolvam a classificação de uso e cobertura da terra, o documento apresenta as referidas terminologias como sendo:

O uso da terra, **dentre as várias definições existentes**, geralmente está associado às atividades conduzidas pelo homem relacionadas com uma extensão de terra ou a um ecossistema, considerando uma série de operações desenvolvidas pelos homens, com a intenção de obter produtos e benefícios [...], ou seja, está ligada com a função socioeconômica (agricultura, habitação, proteção ambiental) da superfície. Enquanto a cobertura da terra foi definida como os elementos da natureza a vegetação (natural e plantada), água, gelo, rocha nua, areia e superfícies similares, além das construções artificiais criadas pelo homem, que recobrem a superfície da terra (IBGE, 2013, p. 44, grifo nosso).

Dessa maneira, o levantamento da cobertura da terra indica a distribuição geográfica das tipologias de uso, identificadas por meio de padrões homogêneos da cobertura terrestre (IBGE, 2013). Em seguida, o manual destaca que os dados de sensoriamento remoto podem ser correlacionados com o uso e a cobertura da terra, mapeando o tema a partir da interpretação dos dados a ela relativos (Fitz; Vieira; Soares, 2019).

Portanto, o mapeamento da paisagem é essencial para entender as associações e interações entre os diferentes elementos naturais e antrópicos, sua distribuição espacial, dinâmica e evolução. Ademais, é uma ferramenta primordial de análise sistêmica e síntese de informações geográficas. A sua análise permite compreender as potencialidades e limitações do ambiente, proporcionando uma abordagem integradora e útil para propor medidas de gestão, manejo, e conservação dos recursos naturais e planejamento ambiental (Almeida *et al.*, 2016; Campos-Campos *et al.*, 2018).

Na atualidade, brasileiros, russos, cubanos e espanhóis, vêm atuando na área da Cartografia de Paisagem por meio de estudos voltados para o mapeamento das unidades de paisagem. É possível encontrar um número significativo de publicações (livros, artigos, dissertações e teses) com revisões teóricas e sugestões metodológicas voltadas para estudos na área.

Para Cavalcanti, “as paisagens são entidades geoecológicas com dimensões definidas, ritmo e desenvolvimento que dependem das leis da física, bem como da dinâmica interna e externa do planeta” (Cavalcanti, 2018, p. 16). O autor apresenta as etapas metodológicas da cartografia de paisagens, apresentando as principais técnicas utilizadas para a identificação e representação das paisagens, a partir de exemplos práticos em diferentes escalas e os procedimentos de descrição das paisagens nos trabalhos de campo.

Como ramo da cartografia, essa área tem avançado e proposto técnicas específicas, de caráter físico-geográfico, para classificação e representação dos geossistemas, sobretudo, apoiado procedimentos oriundos da geoinformação para diferenciar as unidades de paisagem, essencialmente a partir do mapeamento da fisionomia da paisagem, possibilitando a compreensão de seu funcionamento, dinâmica e evolução, proporcionando suporte às atividades de planejamento e gestão territorial (Cavalcanti, 2018).

Quanto às ferramentas metodológicas de representação de paisagens, no âmbito da Geografia, Cavalcanti (2018) destaca: a carta de Unidades de Paisagem (modelo que busca a representação de objetos espaciais delimitáveis); os quadros de correlação (permite uma comparação dos temas considerados e suas associações); e as seções-tipo, também chamadas perfis de paisagem (auxilia na leitura comparada dos mapas e permite uma visualização da variabilidade espacial das paisagens).

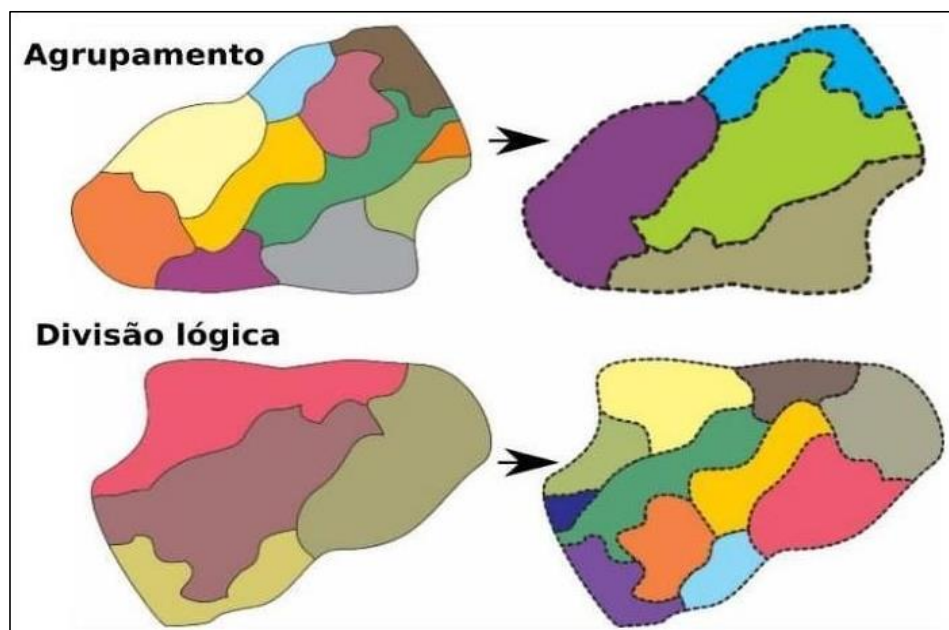
Destacamos que o objetivo da cartografia, durante a investigação de paisagens, não é apenas a mera função de representar o fenômeno ou atributo, mas também a comunicação em termos de linguagem gráfica e visual (Nogué; Vela, 2011), que por sua vez implica a necessidade de se aprofundar em seus aspectos metodológicos.

Segundo Braz *et al.* (2020), na Geografia Física, é notável que unidades de paisagem com localizações distintas, possam vir a apresentar características estruturais semelhantes. Senso assim, a partir de um esforço de generalização teórica, é possível classificar tais unidades, criando assim uma tipologia.

A tipologia constitui um sistema de classificação (taxonomia) da estrutura das paisagens, baseado em elementos similares que possuem dimensão espacial característica, agrupados por meio de critérios definidos, podendo estar ou não subordinados. Através da tipologia, distinguem-se geossistemas por meio de sua semelhança (homogeneidade) e repetição (espacial), tornando-se fundamental no estudo das paisagens (Braz *et al.*, 2020, p. 2).

Portanto, segundo Braz *et al.* (2020), a construção da tipologia ou sistema de classificação (táxons), baseia-se em princípios de analogia, homogeneidade, repetibilidade, pertencimento a um mesmo grupo e existência de descontinuidades areais entre seus limites. De acordo com Cavalcanti e Corrêa (2013, p. 153), as análises realizadas em multiescala ainda podem ser classificadas quanto ao sentido da detecção da hierarquia. Partindo-se de grande escala geográfica para as escalas menores, tem-se uma abordagem *downscaling* ou *top-down*. Partindo-se de pequenas escalas geográficas para escalas maiores, tem-se uma abordagem *upscaling* ou *bottom-up* (Figura 2).

Figura 2 - Exemplo de (agrupamento) upscaling/botton-up e (divisão lógica)



Fonte: Braz *et al.* (2020).

Braz *et al.* (2020) afirmam que a classificação é um processo complexo, que, por vezes, envolve quantidade elevada de elementos que constituem as paisagens. O autor utilizou no seu estudo (Braz, 2020)¹⁴, a técnica do agrupamento, através da estatística multivariada (*cluster*) para criar modelos de associações das variáveis, com números elevados de unidades de paisagens.

Por conseguinte, a cartografia das unidades de paisagem possibilita entender as características e propriedades físico-naturais de uma dada região, que se constituem de um sistema físico, dinâmico e complexo, formado por elementos em interação. Essa abordagem é a base para a execução de diversas pesquisas de caráter ambiental, desde os diagnósticos até o ordenamento territorial, a partir do estudo da estrutura, da dinâmica, do funcionamento e da evolução dessas unidades de paisagens, analisando as potencialidades e restrições naturais para o desenvolvimento das diversas atividades socioeconômicas em um determinado território (García-Rivero *et al.*, 2019; Pérez-Alberti *et al.*, 2014).

2.3 Geotecnologias e suas aplicações nos estudos da dinâmica das paisagens

O estudo do espaço geográfico e dos aspectos (ambientais e territoriais) que nele estão inseridos, pressupõe uma série de conhecimentos, do processamento de dados e informações

¹⁴ BRAZ, A. M. **Zoneamento turístico das paisagens para o município de Mineiros (GO), Brasil**. 2020. 358 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Unidade Acadêmica Especial de Estudos Geográficos, Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2020.

geográficas, trabalhados de maneira mais ágil e eficiente com as novas tecnologias (Braz, 2020). As Geotecnologias são definidas como um conjunto de tecnologias desenvolvidas para coleta, armazenamento, edição, processamento, análise e disponibilização de dados e de informações geográficas georreferenciadas. Fitz (2008) complementa que essas tecnologias, ligadas às áreas das Geociências e ciências afins, têm demonstrado avanços significativos, auxiliando no desenvolvimento de pesquisas, planejamentos e gestões, bem como, em outras temáticas espaciais.

De acordo com Zaidan (2017), no rol das Geotecnologias estão o Geoprocessamento, os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), Cartografia Digital ou Automatizada, Sensoriamento Remoto, Sistema de Posicionamento Global (GPS), Aerofotogrametria e Geodésia, Topografia Clássica, entre outros.

Gebler e Palhares (2016) afirmam que uma das características marcantes envolvendo as geotecnologias é a possibilidade de aplicação em múltiplos campos da ciência geográfica, facilitando sua integração e a operacionalização de estudos e investigações científicas, principalmente nos estudos ambientais. Corroborando com essa assertiva, Beserra Neta e Tavares Júnior (2022, p. 73) afirmam que “no âmbito da Geografia, o Sensoriamento Remoto, o Geoprocessamento e a utilização dos SIGs, têm contribuído, sobremaneira, para subsidiar as pesquisas geográficas”.

Entre as Geotecnologias, destaca-se o Geoprocessamento¹⁵, definido como “um conjunto de técnicas e métodos teóricos e computacionais relacionados com a coleta, entrada, armazenamento, tratamento e processamento de dados, a fim de gerar novos dados e ou informações espaciais ou georreferenciadas” (Zaidan, 2017, p. 198).

Ao se referir ao Geoprocessamento, Florenzano (2008) destaca a importância de determinar seus instrumentos computacionais, com o uso dos Sistemas de Informações Geográficas. Essas informações são organizadas a partir de um sistema computacional que permite armazenar, em forma de banco de dados, processar, integrar, analisar, calcular áreas, visualizar e representar, em forma de mapas, informações georreferenciadas, que possuem uma localização geográfica definida por um sistema de coordenadas.

De acordo com Paranhos Filho, Lastoria e Torres (2019), os SIGs ganham cada vez mais espaço, como ferramenta de planejamento e ordenamento territorial em diversas escalas e

¹⁵ A introdução do Geoprocessamento no Brasil inicia-se a partir dos esforços de divulgação e formação de pessoal feito pelo Prof. Dr. Jorge Xavier da Silva (UFRJ), no início dos anos de 1980. O Prof. Xavier trouxe para o Brasil, em 1982, o Dr. Roger Tomlinson, responsável pela criação do primeiro SIG em 1964 no Canadá, o *Canadian Geographical Information System* (Zaidan, 2017).

naturezas. Esses *softwares* manipulam dados espaciais e imagens de variadas fontes, como os de sensores remotos e de imagens áreas; permitindo combinar informações para efetuar as análises dos dados, contribuindo com resultados de fácil visualização e interpretação, e apresentá-los em mapas, avaliando possíveis intervenções, transformando em informações úteis e politicamente relevantes (Lang; Blaschke, 2009).

Para Florenzano (2011), o termo ‘sensoriamento’, refere-se à obtenção de dados, por meio de sensores instalados em plataformas terrestres, aéreas e orbitais. Por sua vez, o termo ‘remoto’, que significa distante, é utilizado porque a obtenção é feita à distância, ou seja, sem o contato físico entre o sensor e objetos na superfície terrestre. Para a obtenção de imagens, é necessária a emissão da energia emitida pela superfície terrestre.

Assim, os dados captados pelo sensoriamento remoto têm grande potencial para a cartografia, estudos e monitoramento dos recursos naturais e para a previsão e modelagem do ambiente. Por conseguinte, eles mostram os ambientes e sua transformação, destacam os impactos causados por fenômenos naturais e pela ação humana, com o uso e a ocupação da terra. Florenzano (2011) salienta que os elementos da paisagem mais visíveis em imagens de satélite, são a vegetação, o relevo, a água e o uso da terra.

Nas últimas décadas, as Geotecnologias vêm contribuindo com diversos métodos e técnicas de aplicação no mapeamento da evolução e transformações da paisagem para fins de planejamento ambiental (Souza *et al.*, 2020). Essas técnicas são utilizadas “pelos órgãos governamentais na identificação das potencialidades e fragilidades de cada região” (Rosa *et al.*, 2017, p. 6890).

De acordo com Matiello *et al.* (2017), avaliar as transformações que ocorrem no espaço e os respectivos impactos ambientais, por meio do uso de produtos de sensoriamento remoto e técnicas de geoprocessamento, é o meio mais econômico e eficaz de monitorar as alterações nas paisagens. Corroborando com essa assertiva, Paranhos Filho; Lastoria; Torres (2019) defendem que a vantagem de usar imagens de satélite em estudos ambientais, vem do seu baixo custo, disponibilidade e aplicabilidade, além da sua eficiência na obtenção de dados de cobertura do solo.

Esses dados relacionados subsidiam a Cartografia de Paisagem na perspectiva de contribuir para o planejamento e gestão ambiental, diminuindo custos e tempo na obtenção de resultados sobre as alterações naturais e antrópicas no ambiente. Nesse sentido, Lang e Blaschke (2009) reiteram que avaliar a paisagem envolve a análise das feições espaciais e temporais observáveis, mensuráveis, permitindo a caracterização das suas condições, desenvolvimento e mudança temporal. Assim, o uso de sensores orbitais é útil e eficaz para a

coleta de informações relacionadas às formas de uso e cobertura da terra e seus reflexos nas paisagens.

Gonzaga (2009) chama atenção das geotecnologias para o estudo da dinâmica de uso e ocupação da terra, pois permitem identificar a ação antrópica, analisando as diferentes classes de uso, contribuindo para o processo de tomada de decisão. Os dados provenientes de sensoriamento remoto, imagens de satélite e de fotografias aéreas podem ser utilizados para mapear e contribuir com os levantamentos de uso da terra, os quais aplicam-se para elaboração de alternativas de uso sustentável e fornecem informações a respeito dos impactos ambientais relacionados às atividades humanas (IBGE, 2013).

É importante mencionar que o SR com o SIG, se tornaram tecnologias eficazes nos estudos ambientais, não apenas na Geografia, mas também em diversas áreas da ciência, permitindo obter importantes produtos e evidências científicas que podem subsidiar o processo de identificação das alterações causadas pelo uso e cobertura da terra (Duarte; Silva, 2019; Ferreira *et al.*, 2020). Desta forma, o uso das imagens de satélite em conjunto com os SIGs, possibilita analisar as dinâmicas das paisagens e a sua transformação, destacando os impactos causados por fenômenos naturais, frequentemente agravados pelas ações antrópicas causando alterações no uso e ocupação da terra.

É notável que essas tecnologias venham se destacando em diversos estudos, principalmente na área ambiental, como as que envolvem o monitoramento das mudanças da cobertura vegetal e do uso da terra (Leite *et al.*, 2018; Ponzoni; Shimabukuro; Kuplich, 2012; Sousa *et al.*, 2016; Weckmülle; Vicens, 2018). Esses estudos também colaboram no planejamento e na gestão dos recursos hídricos (Trombeta; Salinas Chávez; Leal, 2017; Rosa *et al.*, 2017); e nas avaliações da suscetibilidade à degradação ambiental ou fragilidade ambiental (Albuquerque; Lima; Sousa, 2023; Crepani *et al.*, 2001; Santos *et al.*, 2019, Tricart, 1977).

Outros autores (Erthal *et al.*, 2018; Fisch *et al.*, 2019; Leite *et al.*, 2018; Silva, Varela, Rosa, 2020), aplicaram em seus estudos, análises multitemporais para avaliar as transformações e dinâmicas relacionadas ao uso e cobertura da terra nas paisagens, com resultados satisfatórios.

Com base no estudo geoambiental, Ribeiro, Robaina e Cristo (2023) realizaram uma pesquisa, a partir do uso de análise multicritério e da técnica do processo analítico hierárquico (AHP), com a modelagem espacial em ambiente SIG. Esses autores objetivaram uma análise da suscetibilidade geoambiental na bacia hidrográfica do Ribeirão Lajeado, no Estado do Tocantins, para o planejamento estratégico do território, em seus diferentes usos e níveis de exploração.

As potencialidades das Geotecnologias para o planejamento e gestão de Unidades de Conservação, se tornam cada vez mais recorrentes com o desenvolvimento de estudos com o auxílio do Geoprocessamento. Ademais, o emprego das geotecnologias para o planejamento em conservação da biodiversidade, elucida e evidencia padrões espaciais, de forma a subsidiar a tomada de decisão para determinada área de estudo. Em concordância, Picuno; Cillis; Statuto (2019) acrescentam que a inclusão de ferramentas aplicadas aos SIGs é, do ponto de vista metodológico, adequado e eficiente, porque pode incluir, tanto no espaço quanto no tempo, informações diversificadas das dinâmicas das paisagens.

Estudos com a utilização de índices de vegetação e imagens de satélite de média resolução de séries temporais são desenvolvidos com diferentes objetivos (Kuhnen *et al.*, 2020). Conhecer os índices da cobertura vegetal constitui-se em uma ferramenta essencial para a análise ambiental, a compreensão dos processos hidrológicos, a gestão e o planejamento de recursos naturais e os diagnósticos da dinâmica no ambiente.

Diante dessas assertivas, Nunes e Santos (2022) avaliaram a eficiência da preservação da vegetação nativa dentro dos limites do Parque Estadual de Terra Ronca e da APA da Serra Geral de Goiás, localizados na porção nordeste do estado de Goiás. Para isso, confeccionaram mapas de uso e cobertura da terra, que representam as atividades internas nas UCs, em diferentes períodos de análise, que retratam as condições anteriores e posteriores às datas de criação, permitindo avaliar a dinâmica espaço-temporal do uso e cobertura da terra.

Bilar, Pimentel e Cerqueira (2018) aplicaram os índices biofísicos: Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), Índice de Área Foliar (IAF), Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI), Índice de Vegetação Aprimorado (EVI) e Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDWI), a partir da análise de imagens orbitais referentes aos anos de 2007, 2013 e 2016. Eles identificaram as condições da cobertura vegetal, auxiliando no monitoramento ambiental e tomada de decisões relacionadas à gestão do Parque Estadual Mata da Pimenteira, em Serra Talhada (PE).

No estudo de Teixeira *et al.* (2022), os resultados se mostraram adequados para a Reserva Biológica Municipal Serra dos Toledos, localizada no sul de Minas Gerais e sua zona de amortecimento, com o monitoramento da cobertura vegetal, utilizando-se de sensoriamento remoto e geoprocessamento, por meio de índices como o NDVI e do mapeamento de uso e ocupação do solo. Esses índices têm sido aperfeiçoados e constantemente aplicados na avaliação da pressão antrópica sobre UCs.

As informações disponibilizadas por índices biofísicos de monitoramento ambiental podem e devem ser utilizadas para subsidiar a elaboração de novas políticas públicas, além da

revisão de planos de manejo e outras decisões relacionadas ao dia a dia da gestão de UCs. Elas também favorecem a identificação de áreas prioritárias para o desenvolvimento de ações de fiscalização, educação e compensação ambiental (Bilar; Pimentel; Cerqueira, 2018).

Atualmente, o uso de técnicas de *machine learning* tem ganhado destaque nas análises ambientais, permitindo a identificação e o monitoramento de padrões complexos em dados geoespaciais. A capacidade dos algoritmos de aprendizado de máquina em processar grandes conjuntos de dados e extrair informações relevantes é fundamental para entender os impactos ambientais e desenvolver estratégias de gestão eficazes (Fantin *et al.*, 2022).

Conforme destacado por Gorelick *et al.* (2017), a computação em nuvem tem se mostrado uma opção cada vez mais viável para o armazenamento e processamento de grandes volumes de dados geoespaciais. Essa abordagem permite o acesso remoto aos recursos computacionais necessários, garantindo escalabilidade e agilidade na realização de análises ambientais de grande porte.

De acordo com Souza *et al.* (2020), o uso de programação na linguagem Python e linguagem R, possibilita o desenvolvimento de algoritmos personalizados para o processamento de dados geoespaciais. Essas linguagens oferecem uma ampla gama de bibliotecas e ferramentas específicas para análise espacial, facilitando a implementação de metodologias avançadas e a automatização de tarefas complexas em estudos ambientais.

A integração de todas essas ferramentas e tecnologias mencionadas - geoprocessamento, sensoriamento remoto, programação em Python e R, computação em nuvem e *machine learning* como o *Google Earth Engine (GEE)* - proporcionam um conjunto importante de recursos para análises ambientais. Essas abordagens combinadas possibilitam uma compreensão mais abrangente dos processos ambientais, permitindo a identificação de padrões espaciais e temporais, a avaliação de riscos e a previsão de impactos, contribuindo assim, para a tomada de decisões sustentáveis e a gestão adequada dos recursos naturais (Pereira *et al.*, 2022),

Portanto, as geotecnologias ganham destaque cada vez mais significativo nos estudos ambientais, sobretudo aqueles voltados “para o suporte a estudos ecológicos e ao planejamento ambiental, implicando na compreensão/noção do espaço” (Fushita; Santos, 2017, p. 7). Essas ferramentas possibilitam espacializar o espaço geográfico, estabelecendo a relação entre os elementos biofísicos e humanos, com maior precisão, subsidiando tomadas de decisão, quanto ao seu ordenamento territorial. É neste contexto que o emprego dos SIGs e do Sensoriamento Remoto, potencializam os resultados do diagnóstico e do monitoramento ambiental (Dias; Martins; Barros, 2020).

2.4 A Geografia das Unidades de Conservação: avanços e desafios

2.4.1 As Unidades de Conservação brasileiras e o SNUC

A criação de Espaços protegidos ocorre na história das sociedades¹⁶ muito antes da criação do Parque Nacional de *Yellowstone*, instituído nos Estados Unidos, em 1872, tornando-se um marco histórico para o pensamento conservacionista (Diegues, 2008; Santos *et al.*, 2021; Scalco; Souza, 2018). Essa tendência se disseminou em outros países, no Canadá, em 1885; na Nova Zelândia, em 1894; na Austrália, na África do Sul e no México, em 1898; na Argentina, em 1903; no Chile, em 1926; no Equador, em 1934; e na Venezuela, em 1937 (Braga; Maciel, 2011; Cavalcante; Lima, 2021).

Tratando-se do Brasil, o primeiro parque foi concebido em âmbito estadual: o Horto Botânico na cidade de São Paulo em 1896, posteriormente denominado Parque Estadual São Paulo. A criação do Parque Nacional de Itatiaia, no Rio de Janeiro, em 1937, tornou-se o marco principal desse processo. Em seguida, foram criados mais dois Parques Nacionais, o do Iguaçu, no Paraná, e o da Serra dos Órgãos, no Rio de Janeiro, ambos em 1939 (Bensusan, 2015; Brito; Garcia; Salinas Chávez, 2020).

Desse modo, Diegues (2008), ao avaliar a criação de UCs, no Brasil, entre 1970 e 1986, em pleno regime militar, observou que a criação era feita de ‘cima para baixo’, em uma época de grande endividamento do país, onde as organizações financeiras internacionais exigiam cláusulas de conservação ambiental para grandes projetos. Além disso, coube aos órgãos federais: Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF) em 1965, e a Secretaria de Meio Ambiente (SEMA) em 1973, a implantação e gestão das UCs. Em parte, essa situação explica porque as questões ambientais no país eram vistas em uma perspectiva conservadora, muito abaixo das discussões ambientais no âmbito internacional.

A partir do final da década de 1970 e durante a década de 1980, foram elaborados os primeiros estudos sobre a sistematização mais integrada para a criação e o gerenciamento das UCs no Brasil, com a finalidade de consolidar, padronizar e criar novas categorias e alinhar seus objetivos. No entanto, esse sistema só se efetivou 20 anos mais tarde, em 2000, com a aprovação da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), regulamentado pelo Decreto nº 4.340, de 22

¹⁶ Segundo Dorst (1995), há exemplos desde a Europa Ocidental até a Ásia de áreas protegidas na antiguidade, como os decretos do imperador hindu Asoka, datados de 242 a.C. concedendo proteção a peixes, animais terrestres e florestas, assim como o duque Boleslaus da Mazóvia, já no fim do século XIII, que proibia a caça do Auroque em seus domínios.

de agosto de 2002 (Brasil, 2002). O SNUC estabelece os critérios e as normas para a criação, a implantação e a gestão das UCs no território brasileiro (Salvio, 2017).

Segundo o SNUC, o principal objetivo das Unidades de Conservação é atender, de maneira precisa, a determinados imperativos da proteção como, por exemplo, a proteção de ecossistemas e espécies ameaçadas de extinção ou ainda de paisagens singulares, contemplando estratégias tanto de preservação quanto de conservação¹⁷.

Há de ressaltar que as UCs, mesmo funcionando como bancos biológicos, reservas de espécies endêmicas, geossítios de belezas cênicas, espaços de pesquisas, fontes de recursos naturais e de elementos para manutenção e equilíbrio do patrimônio natural, em muitos casos, existem apenas em decretos criados pelo ato do Poder Público ou não foram totalmente implementadas (Nunes; Santos, 2022). Esse cenário acaba incorrendo nos chamados ‘Parques de Papel’¹⁸ (Salmona; Ribeiro; Matricardi, 2014; Rodrigues, 2021), que denota a necessidade de averiguar a real efetividade dessas áreas (Gomes *et al.*, 2022).

O SNUC classifica as UCs brasileiras em dois grupos com características específicas de manejo: As ‘Unidades de Proteção Integral’, que tem como objetivo a conservação da biodiversidade, restringindo o uso e a exploração direta de recursos naturais: São classificadas em cinco categorias de manejo: Parque Nacional (PN), Reserva Biológica (REBIO), Estação Ecológica (ESEC), Monumento Natural (MN) e Refúgio da Vida Silvestre (REVIS) (Quadro 3).

O segundo grupo inclui as categorias de UC de Uso Sustentável. Com o uso direto dos recursos naturais, permite-se sob regulamentação: Área de Proteção Ambiental (APA), Reserva Extrativista (RESEX), Floresta Nacional (FLONA), Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE), Estação Ecológica (ESEC), Reserva de Fauna (REFAU), Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) e Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) (Quadro 4). Essas UCs abrigam em seu território, populações que possuem direitos e restrições no uso das terras, tendo colaboração consultiva ou participativa nas decisões que regem a gestão da unidade (SNUC, 2000).

¹⁷ São comuns as dissonâncias no emprego dos termos “proteção”, “conservação” e “preservação” quando aplicados à questão das áreas protegidas. Enquanto “proteção” deve ser empregado como um conceito integrador e agrupador de diversas práticas e estratégias voltadas para a criação e implementação de espaços protegidos que gozam de um regime especial de uso e demarcação, “conservação” e “preservação” são entendidas como estratégias diferenciadas de proteção dos recursos naturais, visando exatamente estabelecer a práxis da proteção - (parcial, no primeiro caso e, integral, no segundo).

¹⁸ ‘Parques de Papel’, são os parques, criados de acordo com a legislação ambiental própria, atendentes de uma demanda social por proteção integral do meio ambiente, cujas áreas ainda não foram inseridas ao regime jurídico de Direito público (Rodrigues, 2021).

Quadro 3 - Unidades de Conservação de Proteção Integral (Lei nº 9.985/2000)

CATEGORIAS	OBJETIVOS	POSSE / DOMÍNIO	VISITAÇÃO PÚBLICA	PESQUISA CIENTÍFICA
Estação Ecológica	Preservação da natureza e a realização de pesquisas científicas.	Público	Proibida, exceto com objetivos educacionais	Depende de autorização prévia do órgão responsável pela UC
Reserva Biológica	Preservação integral da biota e demais atributos naturais existentes em seus limites, sem interferência humana direta ou modificações ambientais.	Público	Proibida, exceto com objetivos educacionais	Depende de autorização prévia do órgão responsável pela UC
Parques Nacionais	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 turismo ecológico.	Público	Permitida. Sujeita às normas e restrições estabelecidas no Plano de Manejo da Unidade	Depende de autorização prévia do órgão responsável pela UC
Monumento Natural	Preservar sítios naturais raros, singulares ou de grande beleza cênica.	Público/ Privado	Permitida. Sujeita às normas e restrições estabelecidas no Plano de Manejo da Unidade	Depende de autorização prévia do órgão responsável pela UC
Refúgio de Vida Silvestre	Proteger ambientes naturais onde se assegurem condições para a existência ou reprodução de espécies ou comunidades da flora local e da fauna residente ou migratória.	Público/ Privado	Permitida. Sujeita às normas e restrições estabelecidas no Plano de Manejo da Unidade	Depende de autorização prévia do órgão responsável pela UC

Fonte: Adaptado de Brasil (2000).

Quadro 4 - Unidades de Conservação de Uso Sustentável (Lei nº 9.985/2000)

CATEGORIAS	OBJETIVOS	POSSE / DOMÍNIO	OBSERVAÇÕES
Área de Proteção Ambiental (APA)	Área em geral extensa, com certo grau de ocupação humana, dotada de atributos bióticos, estéticos ou culturais, especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das comunidades humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.	Público/ Privado	Disporá de um Conselho presidido pelo órgão responsável por sua administração e constituído por representantes dos órgãos públicos, de organizações da sociedade civil e da população residentes
Área de Relevante Interesse Ecológico	Área em geral de pequena extensão, com pouca ou nenhuma ocupação humana, com características naturais extraordinárias ou que abriga exemplares raros da biota regional, e tem objetivo manter os ecossistemas naturais de importância regional ou local e regular o uso admissível dessas áreas, de modo a compatibilizá-lo com os objetivos de conservação da natureza.	Público/ Privado	Respeitados os limites constitucionais, podem ser estabelecidas normas e restrições para a utilização de uma propriedade privada localizada em uma Área de Relevante Interesse Ecológico
Floresta Nacional (FLONA)	Área com cobertura florestal de espécies predominantemente nativas e tem como objetivo básico o uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica, com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas nativas.	Público	É admitida a permanência de populações tradicionais. Visitação e pesquisa permitidas. Disporá de Conselho Consultivo
Reserva Extrativista (RESEX)	Área utilizada por populações extrativistas tradicionais, cuja subsistência baseia-se no extrativismo e, complementarmente, na agricultura de subsistência e na criação de animais de pequeno porte, e tem como objetivos básicos proteger os meios de vida e a cultura dessas populações, e assegurar o uso sustentável dos recursos naturais da unidade.	Público. Uso concedido às populações extrativistas tradicionais.	Será gerida por um Conselho Deliberativo. Visita e pesquisa permitidas. É admitida a exploração de componentes dos ecossistemas naturais em regime de manejo sustentável.
Reserva de Fauna	Área natural com populações de animais de espécies nativas, terrestres ou aquáticas, residentes ou migratórias, adequadas para estudos técnico-científicos sobre o manejo econômico e sustentável de recursos faunísticos.	Público	Visitação permitida. É proibido o exercício da caça amadorística ou profissional

Reserva de Desenvolvimento Sustentável	Área natural que abriga populações tradicionais, cuja existência baseia-se em sistemas sustentáveis de exploração dos recursos naturais, desenvolvidos ao longo de gerações e adaptados às condições ecológicas locais e que desempenham um papel fundamental na proteção da natureza e na manutenção da diversidade biológica. Tem como objetivo básico preservar a natureza e, ao mesmo tempo, assegurar as condições e os meios necessários para a reprodução e a melhoria dos modos e da qualidade de vida e exploração dos recursos naturais das populações tradicionais, bem como valorizar, conservar e aperfeiçoar o conhecimento e as técnicas de manejo do ambiente, desenvolvido por estas populações.	Público. Uso concedido às populações tradicionais, sendo regulado de acordo com o disposto no Art. 23 desta Lei e possui uma regulamentação específica.	Será gerida por um Conselho Deliberativo. Visitação e pesquisa permitidas. É admitida a exploração de componentes naturais em regime de manejo sustentável e a substituição da cobertura vegetal por espécies cultiváveis
Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN)	Área privada, gravada com perpetuidade, com o objetivo de conservar a biodiversidade biológica.	Privada	Só serão permitidas a pesquisa científica e a visitação com objetivos turísticos, recreativos e educacionais

Fonte: Adaptado de Brasil (2000).

Dentre as categorias de UCs de Uso Sustentável estão as Áreas de Proteção Ambiental (APAs), definidas como “uma extensa área natural destinada à proteção e conservação dos atributos abióticos e bióticos fauna e flora), estéticos ou culturais existentes, importantes para a qualidade de vida da população local e para proteção dos ecossistemas regionais” (Brasil, 2000, Art. 15)¹⁹.

As APAs brasileiras criadas pelo poder público, podem ser constituídas por terras públicas ou privadas, com o objetivo de proteger áreas de relevante interesse ecológico e os recursos naturais explorados por populações tradicionais²⁰. Esses territórios são instituídos na forma jurídico-política (*top-down*) e geridos pelo Estado. No entanto, constitui-se uma forma de territorialização alternativa, no intuito de conciliar os interesses econômicos de exploração dos recursos naturais, com a proteção e a garantia de continuidade desses recursos, com o uso mais racional e controlado (Delfino, 2017).

Além dos desafios práticos, as APAs também enfrentam críticas relacionadas à sua efetividade na conservação. Essas críticas apontam que as APAs podem ter uma abordagem mais leniente, em relação à proteção dos recursos naturais, quando comparadas a outras categorias de manejo, como os Parques (Gomes *et al.*, 2022). A flexibilidade nas atividades permitidas pode resultar em uma fragilização da conservação, especialmente em áreas onde existe intensa pressão antrópica.

Em 2023, o SNUC completou 23 anos de criação, considerado como uma conquista da legislação ambiental brasileira. A normativa é considerada um modelo inovador, complexo e desafiante para a política brasileira de conservação da natureza (Cavalcante; Lima, 2021). Sua implementação oferece uma visão integrada do conjunto de unidades nas três esferas de governo (federal, estadual e municipal), mesmo que sua espacialização seja de forma desigual (Souza *et al.*, 2011).

Ademais, salienta-se que a legislação que rege o SNUC dispõe sobre o caráter da propriedade das terras nessas unidades, a elaboração de instrumentos, como o Plano de Manejo e o zoneamento, as condições para visitação pública e pesquisa, e a necessidade de criação de um Conselho Gestor (Brasil, 2000).

¹⁹ Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2022, que regulamenta artigos da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), e dá outras providências.

²⁰ O termo ‘Comunidades Tradicionais’, neste estudo, é adotado com base no entendimento do Decreto Federal nº 6.040, de 07 de fevereiro de 2007, que institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais, definindo-os como “grupos culturalmente diferenciados e que se reconhecem como tais, que possuem formas próprias de organização social, que ocupam e usam territórios e recursos naturais como condição para sua reprodução cultural, social, religiosa, ancestral e econômica, utilizando conhecimentos, inovações e práticas gerados e transmitidos pela tradição” (Brasil, 2007, Art. 2).

A criação de uma UC pode ser feita por lei ou decreto, por parte da União, dos Estados ou dos Municípios, deve ser precedido de estudos técnicos prévios e consulta pública que possibilita identificar a localização, a dimensão e os limites mais adequados para a área protegida (Brandão; Riondet-Costa; Botezelli, 2022). Apenas a criação de Estação Ecológica ou Reserva Biológica dispensa a obrigatoriedade da consulta (Brasil, 2000; Brasil, 2002; MMA, 2023).

Segundo o Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC) do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2023), o SNUC é composto por 2.859 UCs, sendo 1.087 unidades federais (1.718.226,73 km²), 1.196 estaduais (789.275,87 km²) e 576 municipais (75.735,13 km²). Desse modo, o país possui 2.583.237,73 km² de área territorial protegida, sendo 1.618.248,38 km² de Área Continental Protegida e 964.989,36 km² de Área Marinha Protegida (MMA, 2023). Percebe-se que existe um quantitativo insuficiente de UCs para proteger a biodiversidade e a geodiversidade brasileiras.

Quanto aos grupos de UCs que compõem o SNUC, ressalta-se que apenas 895 são UCs da categoria de Proteção Integral, representando 669.098,08 km². Nelas, são admitidas apenas atividades de educação, pesquisa científica e turismo ecológico. O segundo grupo inclui as categorias de UC de Uso Sustentável. O Brasil possui 1.964 unidades, representando 1.914.139,65 km² (MMA, 2023).

A ausência de Planos de Manejo em cerca de 1.463 (51,17%) das UCs brasileiras demonstra uma clara limitação para a efetiva implementação dessas áreas (Brasil, 2000). O Plano de Manejo é o principal instrumento norteador para o alcance dos objetivos de criação, planejamento e gestão dessas áreas protegidas. Esse recurso consiste em um documento técnico que estabelece as diretrizes, objetivos, estratégias e ações necessárias para a conservação e uso sustentável dos recursos naturais presentes na unidade, mediante o qual se estabelece o seu zoneamento e as normas. Eles devem presidir o uso da área e o manejo dos recursos naturais, inclusive a implantação das estruturas físicas necessárias à gestão da unidade (Brasil, 2000, Art. 2º, inciso XVII).

Dentre as diferentes metodologias para dar suporte na construção do Plano de Manejo, as caracterizações dos aspectos físicos da área se fazem fundamentais, por meio do zoneamento ambiental. Essa caracterização é de extrema importância para garantir a efetividade da gestão das unidades. O instrumento tem como principal objetivo mapear as porções mais frágeis da unidade e que merecem mais atenção, devido às pressões ambientais (Foletto; Ziani, 2013; Santos, 2004; Valle; Francelino; Pinheiro, 2016).

No entanto, a implementação dos planos de manejo enfrenta diversas dificuldades. Uma delas é a falta de recursos financeiros e humanos para a sua execução adequada (Araujo; Lobo, 2022). Outro desafio é a falta de integração entre os diferentes setores governamentais e a sociedade civil (Medeiros, 2006; Cavalcante; Furtado, 2019). No que se refere à gestão das UCs, o SNUC legitima a participação social no processo de criação e gestão das UCs, nas quais devem ser constituídas por representantes de órgãos públicos, organizações da sociedade civil, da população local, entre outros atores que estejam envolvidos de alguma forma com a UC (Brasil, 2000).

Segundo o CNUC, o Conselho Gestor está ausente em 1.869 (65,37%) UCs brasileiras (MMA, 2023), embora a existência do Plano de Manejo e do Conselho Gestor da Unidade não sejam *per si*, garantia na ausência de conflitos. A falta desses dois instrumentos impacta diretamente na gestão da UC, fazendo com que as unidades não possuam, em muitos casos, sua importância reconhecida pela população local (Gatto, 2020).

Diante do exposto, um dos grandes desafios é fortalecer a participação social no processo de criação e gestão dessas unidades, de forma que a população local e os setores envolvidos compreendam os serviços e benefícios ambientais, sociais e econômicos potenciais desses espaços, contribuindo para o seu aperfeiçoamento (Alves; Hanazaki, 2015).

2.4.2 As Unidades de Conservação no Estado da Paraíba

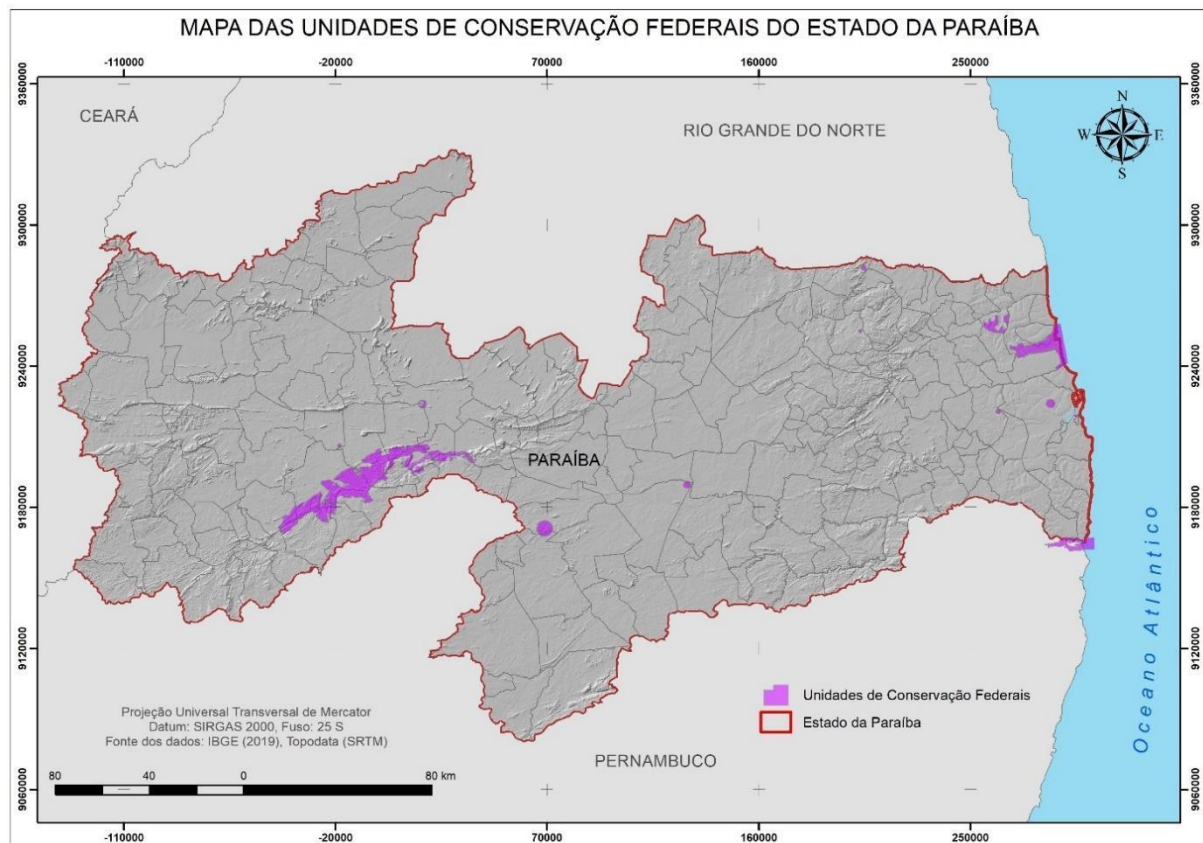
O Estado da Paraíba possui 34 Unidades de Conservação, divididas entre as esferas federal, estadual e municipal, totalizando 433.378,11 km² de área do Estado. Cerca de 1.575,41 km² correspondem à Área Continental Protegida, e 431.803,50 km² compreendem a Área Marinha Protegida. Do total de UCs paraibanas, 17 são UCs federais, 15 são de responsabilidade do governo do Estado e 2 são municipais. Assim, 432.371,11 km² são áreas protegidas pelas UCs federais, 1.055,49 km² são UCs estaduais e 2,11 km² correspondem à esfera municipal (MMA, 2023; SUDEMA, 2023).

As UCs encontram-se distribuídas em diversos ambientes do território paraibano e possuem dimensões variadas, abrangendo desde extensas áreas, que agregam mais de 3 municípios, a recortes espaciais que não ultrapassam poucos hectares. De acordo com os dados, existem UCs em 38 municípios dos 223 que compõem a Paraíba, representando apenas 17,04% dos municípios, o que demonstra um baixo percentual da distribuição geográfica a nível estadual (MMA, 2023).

Essas UCs paraibanas, quando implementadas, desempenham um papel importante na conservação do bioma marinho Mata Atlântica e Caatinga, abrigando espécies de fauna e flora ameaçadas de extinção. Essas áreas prestam serviços ecossistêmicos de forma contínua à sociedade (Hassler, 2005; Magalhães; Barbosa Júnior, 2019). Entretanto, Pinto *et al.* (2023) afirmam que o desconhecimento, por parte da população, dos gestores públicos e dos agentes privados, sobre a importância desses serviços ambientais, leva a gestão inadequada dessas áreas.

O Estado possui 17 áreas protegidas federais, abrangendo 27 municípios. Essas UCs estão sob a administração do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) (Figura 3).

Figura 3 - Mapa das UCs Federais da Paraíba



Fonte: Elaboração própria (2022).

No que se refere à distribuição das UCs federais por grupo de manejo, três são de Proteção Integral, correspondendo à 4.784.413 ha e 14 de Uso Sustentável, contabilizando uma área de 38.447.298 ha (Quadro 5). Os dados demonstram que existe uma proporção maior de UCs do grupo de Uso Sustentável. Por essa razão, existe a necessidade da criação de UCs de Proteção Integral federais no Estado. Recentemente a Paraíba ganhou seu primeiro Parque

Nacional no bioma Caatinga. Por meio do Decreto nº 11.552, de 05 de junho de 2023, foi criado o Parque Nacional da Serra do Teixeira, com cerca de 61.095 ha, abrangendo 12 municípios.

Quadro 5 - Unidades de Conservação geridas pelo Governo Federal

Unidades de Conservação	Decreto de Criação	Município	Área (ha)	Bioma	Plano de Manejo	Conselho da UC
ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL BARRA DO RIO MAMANGUAPE	Decreto nº 924, de 10/09/1993	BAÍA DA TRAIÇÃO LUCENA MARCAÇÃO RIO TINTO	14.640	Área Marinha Caatinga Mata Atlântica	Sim	Sim
ÁREA DE RELEVANTE INTERESSE ECOLÓGICA MANGUEZAIS DA FOZ DO RIO MAMANGUAPE	Decreto nº 91.890, de 05/11/1985	MARCAÇÃO RIO TINTO	5.721	Área Marinha Mata Atlântica	Não	Não
FLORESTA NACIONAL DA RESTINGA DE CABEDELO	Decreto S/N, 02/06/2004	CABEDELO JOÃO PESSOA	103	Mata Atlântica	Sim	Sim
RESERVA BIOLÓGICA GUARIBAS	Decreto nº 98.884 de 25/01/1990	MAMANGUAPE E RIO TINTO	4.321	Caatinga Mata Atlântica	Sim	Sim
RESERVA EXTRATIVISTA ACAÚ-GOIANA	Decreto S/N, 26/09/2007	CAAPORÁ PITIMBU GOIANA (PE)	6.678	Área Marinha Mata Atlântica	Não	Não
ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO ARQUIPÉLAGO DE SÃO PEDRO E SÃO PAULO	Decreto nº 9.313, de 19/03/2018	CABEDELO	40.705.236	Área Marinha Mata Atlântica	Não	Não
MONUMENTO NATURAL DO ARQUIPÉLAGO DE SÃO PEDRO E SÃO PAULO	Decreto nº 9.313, de 19/03/2018	CABEDELO	4.726.318	Área Marinha Mata Atlântica	Não	Não
PARQUE NACIONAL DA SERRA DO TEIXEIRA	Decreto nº 11.552, de 05/06/2023	ÁGUA BRANCA CACIMBA DE AREIA CATINGUEIRA IMACULADA JURU MÃE D'ÁGUA MATURÉIA OLHO D'ÁGUA SANTANA DOS GARROTES SANTA TERESINHA SÃO JOSÉ DO BONFIM TEIXEIRA	61.095	Caatinga	Sim	Sim

RESERVA DO NATURAL	PARTICULAR PATRIMÔNIO ARMIL	Portaria n° 195, de 12/03/2018	SÃO MAMEDE	5,10	Caatinga	Sim	Não
RESERVA DO NATURAL	PARTICULAR PATRIMÔNIO ENGENHO GARGAÚ	Portaria n° 064, de 14/06/1994	SANTA RITA	1.058,62	Mata Atlântica	Sim	Não
RESERVA DO NATURAL	PARTICULAR PATRIMÔNIO FAZENDA ALMAS	Portaria n° 1.343, de 01/08/1990	SÃO JOSÉ DOS CORDEIROS	3.505	Caatinga	Sim	Não
RESERVA DO NATURAL	PARTICULAR PATRIMÔNIO FAZENDA SANTA CLARA	Portaria n° 1.344, de 01/08/1990	SÃO JOÃO DO CARIRI	750,50	Caatinga	Sim	Não
RESERVA DO NATURAL	PARTICULAR PATRIMÔNIO FAZENDA PEDRA D'ÁGUA	Portaria n° 60, de 15/07/1999	SOLÂNEA	170	Caatinga	Sim	Não
RESERVA DO NATURAL	PARTICULAR PATRIMÔNIO MAJOR BADÚ LOUREIRO	Portaria n° 109, de 03/09/2001	CATINGUEIRA	186,31	Caatinga	Sim	Não
RESERVA DO PATRIMÔNIO NATURAL	PARTICULAR FAZENDA TAMANDUÁ	Portaria n° 110, de 30/07/1998	SANTA TERESINHA	325	Caatinga	Sim	Não
RESERVA DO NATURAL	PARTICULAR PATRIMÔNIO FAZENDA PACATUBA	Portaria n° 110, de 28/12/1995	SAPÉ	266,53	Mata Atlântica	Sim	Não
RESERVA DO NATURAL	PARTICULAR PATRIMÔNIO FAZENDA VÁRZEA	Portaria n° 11, de 22/01/1998	ARARUNA	390,66	Caatinga	Sim	Não

Fonte: Elaborado com base nos dados do CNUC/MMA (2022) e SUDEMA (2023).

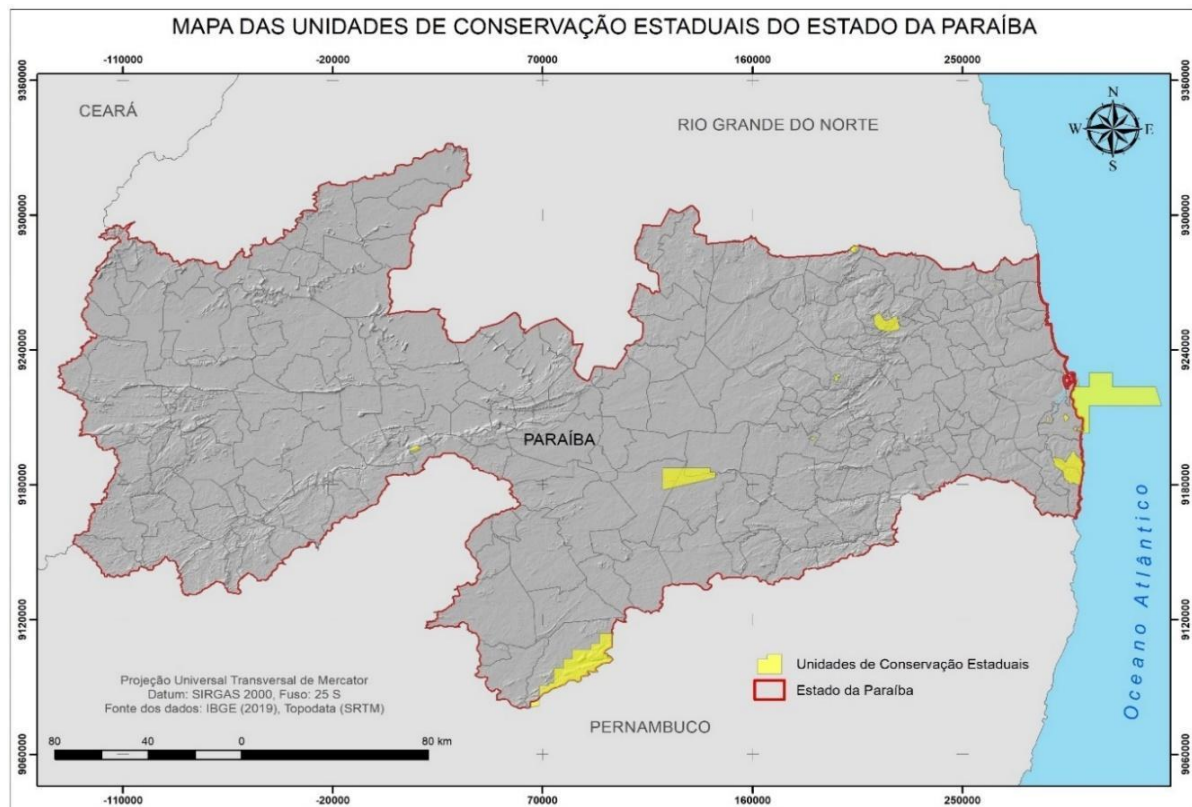
Quanto a existência dos instrumentos de planejamento e gestão nas UCs federais, apenas quatro áreas protegidas possuem Conselho Gestor, o que corresponde a 23,53% do total. A ausência de Planos de Manejo em 13 UCs (51,17%) contraria o SNUC, que determina a elaboração do plano no prazo de até cinco anos após a criação da UC (Brasil, 2000). Segundo o CNUC, 13 UCs possuem Conselho Gestor, representando 76,47% do total (MMA, 2023).

Quanto à representatividade das UCs federais por bioma, a Mata Atlântica tem nove UCs, correspondendo a 27.050 ha, sendo duas UCs, correspondentes ao grupo de proteção integral (total de 4.011 ha) e sete de uso sustentável (total de 23.039 ha). A Caatinga possui 10 UCs, compreendendo 66.575 ha de área protegida, com duas UCs de proteção integral (total de

61.137 ha) e oito de uso sustentável (total de 5.437 ha). O bioma Marinho possui cinco UCs, correspondendo a 43.138.087 ha de área total protegida, sendo uma UC do grupo de proteção integral (total de 4.719.265 ha) e quatro UCs de uso sustentável (total de 38.418.822 ha) (MMA, 2023). Esses dados evidenciam a necessidade da criação de UCs de proteção integral, uma vez que parte do pressuposto que elas têm o maior potencial de proteção da biodiversidade (Pureza; Pellin; Padua, 2015).

As Unidades de Conservação estaduais são gerenciadas pela Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA). Dentre as 15 UCs estaduais, a maioria encontra-se localizada nas Regiões Geográficas Intermediárias de João Pessoa e de Campina Grande (Figura 4). As UCs estaduais estão presentes em 18 municípios, dentre os 223 que compõem o Estado da Paraíba, representando 8,07% dos municípios (MMA, 2023), apresentando um baixo número de áreas protegidas no território paraibano. Quanto à área, a menor UC é o Monumento Natural Vale dos Dinossauros, no município de Sousa, com 40 ha. Por sua vez, a maior é a Área de Proteção Ambiental Naufrágio Queimado, com 42.269 ha (Cavalcante *et al.*, 2021).

Figura 4 - Mapa das Unidades de Conservação Estaduais da Paraíba



Fonte: Elaboração própria (2022).

Em relação à distribuição das UCs estaduais por grupo de manejo, nove são de Proteção Integral, contabilizando 3.788 ha (MMA, 2023). Nessas áreas, são admitidas apenas atividades de educação ambiental, pesquisa científica e turismo ecológico (Brasil, 2000). Quanto às UCs de Uso Sustentável, o Estado possui seis áreas, que correspondem a 102.181 ha, sendo cinco da categoria APA e uma ARIE (MMA, 2023) (Quadro 6).

Quadro 6 - Unidades de Conservação geridas pelo Governo da Paraíba

Unidades de Conservação	Decreto de Criação	Município	Área (ha)	Bioma	Plano de Manejo	Conselho da UC
Parque Estadual Mata do Pau Ferro	Decreto Nº 26.098 de 04/08/2005	Areia	607	Mata Atlântica	Não	Não
Parque Estadual Mata do Xém-Xém	Decreto Nº 21.252 de 28/08/2000	Bayeux	182	Mata Atlântica	Sim	Sim
Parque Estadual Pico do Jabre	Decreto Nº 14.834 de 19/10/1992	Maturéia/Mã e D'água	851	Mata Atlântica	Não	Não
Parque Estadual da Pedra da Boca	Decreto Nº 20.889 de 07/02/2000	Araruna	157,27	Caatinga	Não	Sim
Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha	Decreto Nº 21.263 de 28/08/2000	Cabedelo	260	Marinho	Não	Não
Parque Estadual Mata das Trilhas	Decreto Nº 37.653 de 15/09/2017	João Pessoa	578	Mata Atlântica	Não	Não
Refúgio de Vida Silvestre Mata do Buraquinho	Decreto Nº 35.195 de 23/07/2014	João Pessoa	513	Mata Atlântica	Não	Não
Monumento Natural Vale dos Dinossauros	Decreto Nº 23.832 de 27/12/2002	Sousa	40	Caatinga	Não	Não
Estação Ecológica do Pau Brasil	Decreto Nº 22.881 de 25/03/2002	Mamanguape	82	Mata Atlântica	Não	Não
Área de Relevante Interesse Ecológico de Goiamunduba	Decreto Nº 23.833 de 27/12/2002	Bananeiras	67	Mata Atlântica	Não	Não
Área de Proteção Ambiental das Onças	Decreto Nº 22.880 de 25/03/2002	São João do Tigre	36.000	Caatinga	Não	Sim
Área de Proteção Ambiental de Tambaba	Decreto Nº 22.882 de 25/03/2002	Conde, Alhandra e Pitimbu	11.500	Mata Atlântica	Sim	Sim
Área de Proteção Ambiental Roncador	Decreto Nº 27.204 de 06/06/2006	Bananeiras e Pirpirituba	6.100	Mata Atlântica	Não	Não
Área de Proteção Ambiental do Cariri	Decreto Nº 25.083 de 08/06/2004	Cabaceiras, Boa Vista e São João do Cariri	18.500	Caatinga	Não	Não
Área de Proteção Ambiental Naufrágio Queimado	Decreto Nº 38.931 de 28/12/2018	Cabedelo e João Pessoa	42.269	Marinho	Não	Não

Fonte: Elaborado com base nos dados do CNUC/MMA (2022) e SUDEMA (2023).

Em relação à representação das UCs estaduais por bioma, a Mata Atlântica tem nove UCs, correspondendo a 20.480 ha, sendo seis UCs do grupo de proteção integral (total de 2.813 ha) e três de uso sustentável (total de 17.667 ha). O bioma Caatinga possui quatro UCs, compreendendo 54.697,27 ha de área protegida, com duas UCs de proteção integral (total de 197,27 ha) e duas de uso sustentável (total de 54.500 ha). Por fim, o bioma Marinho, que até 2018 o Estado apresentava o Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha, com 260 ha, a partir da criação da APA Naufrágio Queimado, com 42.269 ha, passou a contar com 42.529 ha de área protegida (MMA, 2023).

No que se refere aos instrumentos gestão, apenas quatro UCs estaduais possuem Conselho Gestor, sendo duas no bioma Mata Atlântica (APA de Tambaba e Parque Estadual Mata do Xém-Xém) e duas no bioma Caatinga (Parque Estadual da Pedra da Boca e APA das Onças). Identificou-se que apenas o Parque Estadual da Mata do Xém-Xém e a APA de Tambaba, localizadas no bioma Mata Atlântica, possuem Plano de Manejo e Conselho Gestor (SUDEMA, 2023).

O SNUC indica que um dos caminhos para a gestão das unidades ocorre com a criação de seu Conselho Gestor e do Plano de Manejo. A implantação desses instrumentos objetiva maior participação das comunidades e da sociedade, no processo de gestão e administração das UCs (Brasil, 2000; Cavalcante *et al.*, 2021).

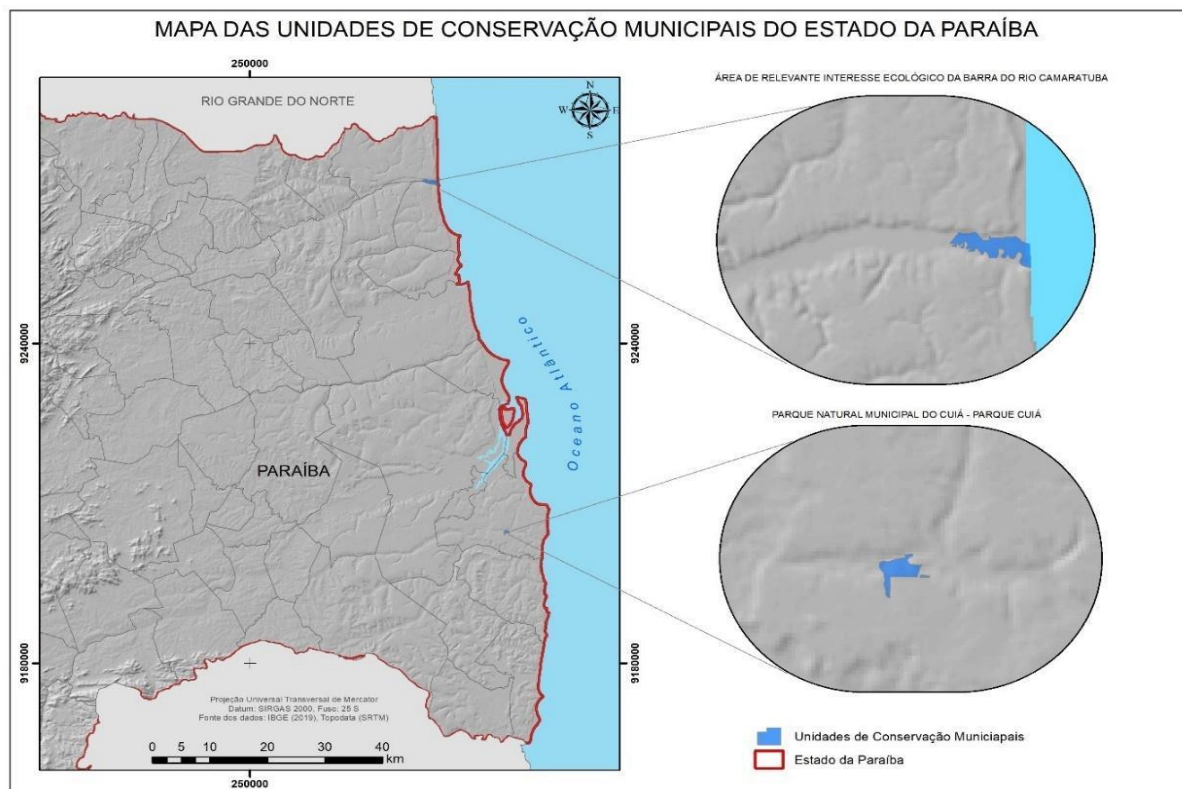
As Unidades de Conservação municipais desempenham um papel importante na proteção dos recursos naturais e na promoção da conservação ambiental, em âmbito local. Na Paraíba, duas UCs municipais se destacam: a Área de Relevante Interesse Ecológico da Barra do Rio Camaratuba e o Parque Natural Municipal do Cuiá (PNMC) (Quadro 7 e Figura 5).

Quadro 7 - Unidades de Conservação geridas pelos Municípios da Paraíba

Unidades de Conservação	Decreto de Criação	Município	Área (ha)	Bioma	Plano de Manejo	Conselho da UC
ÁREA DE RELEVANTE INTERESSE ECOLÓGICO DA BARRA DO RIO CAMARATUBA	Lei complementar nº 001, de 02/04/1998	MATARAC A	167	Área Marinha Mata Atlântica	Sem informação	Sim
PARQUE NATURAL MUNICIPAL DO CUIÁ	Decreto nº 7.517, de 17/04/2012	JOÃO PESSOA	46,08	Mata Atlântica	Sem informação	Sem informação

Fonte: Elaborado com base nos dados do CNUC/MMA (2022) e SUDEMA (2023).

Figura 5 - Mapa das Unidades de Conservação Municipais da Paraíba



Fonte: Elaboração própria (2022).

A Área de Relevante Interesse Ecológico da Barra do Rio Camaratuba está localizada no Município de Mataraca, com uma área de 167 ha. A UC de Uso Sustentável abrange, tanto áreas marinhas quanto trechos de Mata Atlântica. Segundo o CNUC, não há informações disponíveis sobre seu Plano de Manejo. Contudo, a unidade conta com um Conselho Gestor para auxiliar sua gestão e tomada de decisões (MMA, 2023).

O Parque Natural Municipal do Cuiá é uma UC de Proteção Integral, localizado na bacia do Rio Cuiá, na zona sul do município de João Pessoa, área com crescente expansão urbana (Dantas *et al.*, 2023). Sua gestão é de responsabilidade da Secretaria Municipal de Meio Ambiente de João Pessoa (SEMAM). Esse parque foi criado pelo Decreto Municipal nº 7.517, de 17 de abril de 2012. Sua área abrange 46,08 ha, dos quais, cerca de 50% estão preservados com vegetação residual de Mata Atlântica. A área destaca sua rica diversidade e importância ambiental, no tocante à fauna e flora, trazendo singularidade aos bairros limítrofes (Pinto *et al.*, 2023).

Embora o referido parque tenha sido criado há cerca de 11 anos, seu processo de implementação encontra-se comprometido, pois a UC não possui o Plano de Manejo e o Conselho Gestor para auxiliar a administração do parque. Esses elementos podem garantir a redução dos conflitos socioambientais e gerar serviços ecossistêmicos à população, bem como

colaborar na implementação de infraestrutura para receber visitantes (Dantas *et al.*, 2023; Pinto *et al.*, 2023).

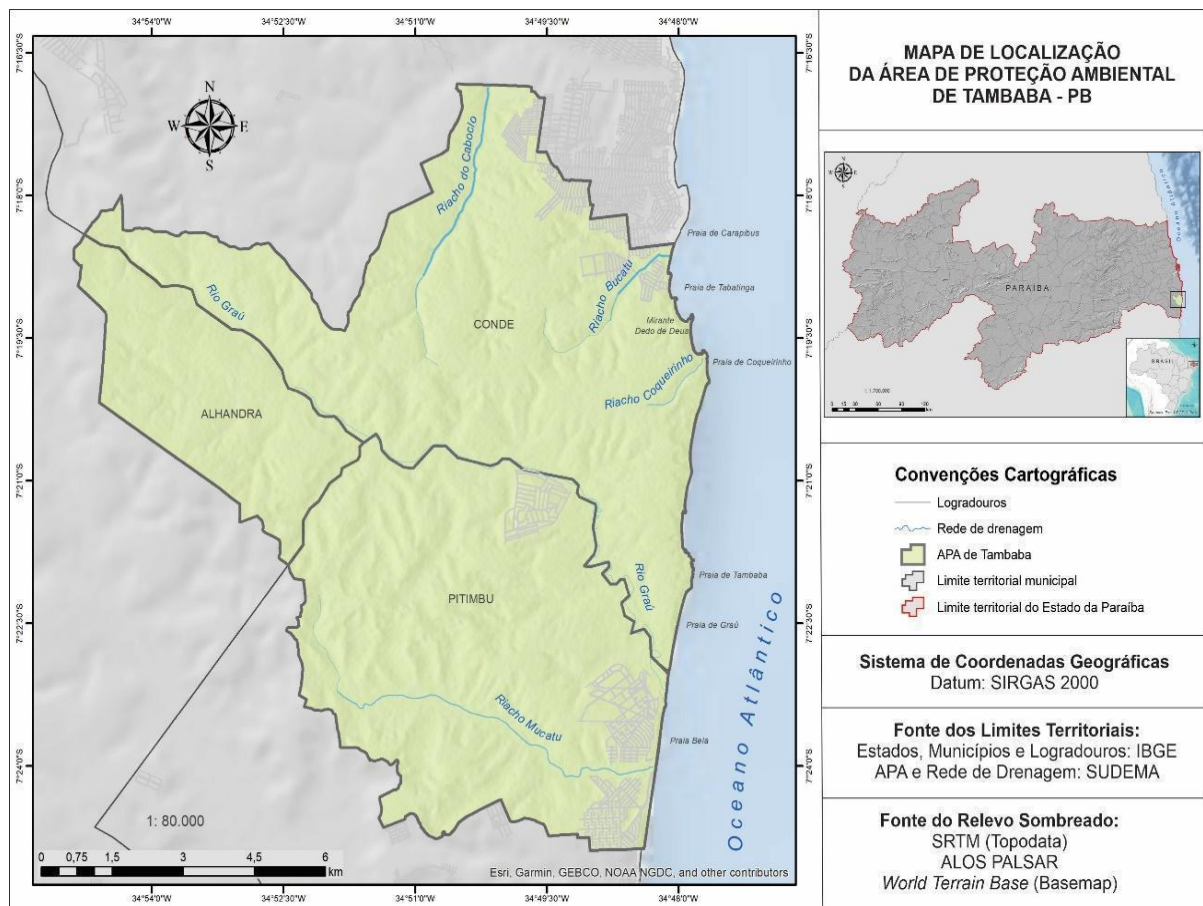
Um dos grandes desafios é a ausência do poder público na fiscalização e manutenção das UCs em todas as esferas governamentais (Silva *et al.*, 2017). Com isto, é imprescindível o planejamento estratégico para contribuir com a eficácia contínua da gestão das UCs (Almeida *et al.*, 2016). Diante desses princípios, é importante que as UCs tenham seus planos de manejo elaborados e implementados, assim como, a criação de conselhos, na ótica de uma gestão participativa, fortalecendo o monitoramento dessas áreas e garantindo sua efetividade na conservação ambiental no Estado da Paraíba.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Área de estudo

A Área de Proteção Ambiental Estadual de Tambaba está localizada no litoral Sul do Estado da Paraíba, na Região Geográfica Intermediária e Imediata de João Pessoa. A UC situa-se entre as Coordenadas Geográficas de 7°25'00" e 7°16'30" (Latitude Sul) e 34°55'00" e 34°47'30" (Longitude Oeste) (Figura 6).

Figura 6 - Mapa de localização da Área de Proteção Ambiental Estadual de Tambaba, Paraíba



Fonte: Elaboração própria (2022).

A APA de Tambaba está inserida nas áreas de três municípios: 45,72% no município do Conde, 39,55% no município de Pitimbu e 14,73% no município de Alhandra. Sua configuração espacial abrange, em parte, a zona costeira do Conde e Pitimbu, até o leste de Alhandra (Almeida, Nishida, Lima, 2008).

As principais vias de acesso à APA de Tambaba são as rodovias BR-101 e PB-008. Tomando como referência a capital do Estado da Paraíba, João Pessoa, a principal via de acesso

é a BR-101, no sentido Recife. São percorridos aproximadamente 45 km de João Pessoa ao distrito de Jacumã, no município de Conde. O extremo sul da área de estudo é acessado pela PB-008. A Área de Proteção Ambiental Estadual de Tambaba foi criada pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente da Paraíba, pelo Decreto nº 22.882, de 26 de março de 2002 (Paraíba, 2002). Com uma área de 3.270 ha, sua extensão situava-se apenas na zona costeira dos municípios do Conde e Pitimbu.

Após a instituição da APA, constatou-se, a partir de cartas topográficas do setor sudeste da Paraíba, que os limites territoriais da UC descritos no decreto supracitado não abrangiam a totalidade das principais bacias hidrográficas que drenam a região, considerando que as nascentes dos rios Graú e Bucatu estavam fora do território da UC. Nesse sentido, sua delimitação anterior não garantia os objetivos para a qual foi criada, entre eles, a conservação de remanescentes dos ecossistemas e dos recursos hídricos da área (Almeida, 2006; Paraíba, 2002).

A partir desse contexto, em 2005, através do Decreto Estadual nº 26.296, de 23 de setembro de 2005, houve a redefinição territorial da APA de Tambaba, na qual sua área foi ampliada para aproximadamente 11.500 ha, inserindo a parte leste do município de Alhandra. Assim, a atual delimitação da Área de Proteção Ambiental corresponde aos divisores das bacias hidrográficas que drenam a região (Paraíba, 2005). Segundo esse decreto, a criação da Área de Proteção Ambiental Estadual de Tambaba tem como objetivo garantir:

- I – o disciplinamento do uso do solo;
- II – a conservação de remanescentes dos ecossistemas existentes na área: Manguezais dos rios Bucatu e Graú, Cerrado, Mata Atlântica e dos recursos hídricos;
- III – a conservação dos elementos geomorfológicos;
- IV – o turismo sustentável;
- V – a preservação da praia de naturismo em Tambaba;
- VI – a melhoria da qualidade de vida das populações residentes, mediante orientação e disciplina das atividades econômicas (Paraíba, 2005).

Na APA de Tambaba, o segmento turístico está intrinsecamente relacionado aos importantes aspectos geológicos, geomorfológicos e à prática do naturismo. A UC tem, aproximadamente, 12 km de zona litorânea, compreendendo, no sentido Norte-Sul, as seguintes praias: Tabatinga, Coqueirinho, Arapuça, Tambaba, Barra do Graú e a praia Bela.

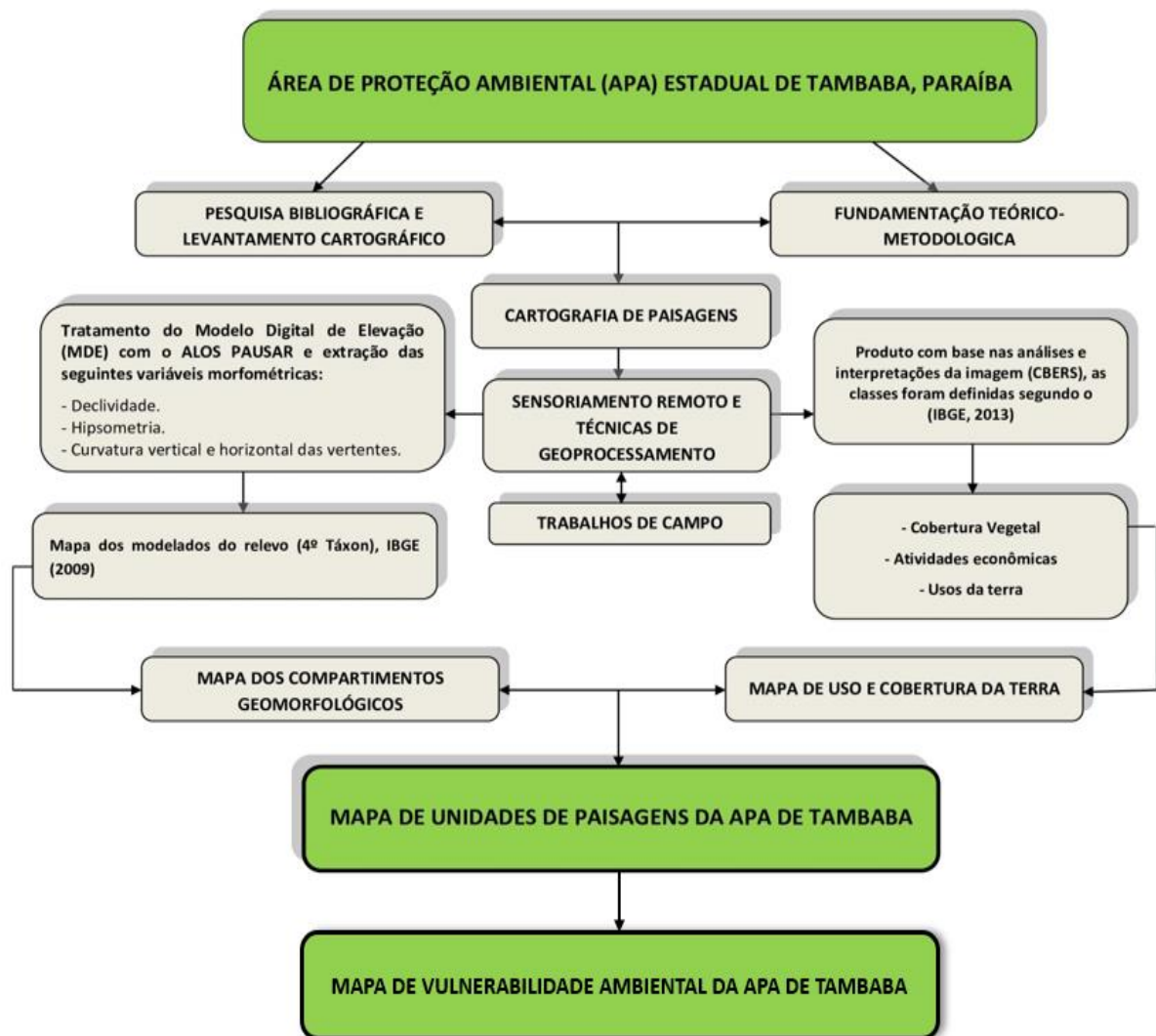
3.2 Materiais e métodos

A pesquisa teve como orientação teórica e metodológica a abordagem sistêmica na Geografia (Christofolletti, 1979; 1999), com base na Cartografia de Paisagens, entendida como

o conjunto de procedimentos e técnicas utilizados para construir uma representação cartográfica das unidades da paisagem (Braz *et al.*, 2020; Cavalcanti, 2018; Isachenko, 1973; Salinas Chávez *et al.*, 2019). O objetivo da abordagem é o mapeamento da fisionomia das camadas por meio da integração das variáveis geoambientais, relacionadas aos fatores do potencial ecológico (fatores abióticos) e da exploração biológica (solos e cobertura vegetal), e dos elementos antrópicos, objetivando o mapeamento das unidades de paisagens da área de estudo (Cavalcanti, 2018).

A Figura 7 apresenta a sequência metodológica aplicada nesta tese. O fluxograma proporciona uma visão geral do processo de desenvolvimento da pesquisa, descrevendo os procedimentos metodológicos e as relações entre as diferentes fases do estudo de forma sintetizada.

Figura 7 - Fluxograma metodológico da Pesquisa



Fonte: Elaboração própria (2024).

3.2.1 Pesquisa Bibliográfica

Para a fundamentação teórica e metodológica do estudo, a primeira etapa consistiu na pesquisa bibliográfica, realizada com base em um levantamento e na revisão sistemática da bibliografia e dos dados produzidos acerca do tema e da área de estudo. Foram consultados livros, dissertações, teses e manuais técnicos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Efetuou-se, também, pesquisa de artigos científicos nas bases de dados: Portal de Periódico da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), *ResearchGate*, *Google Scholar*, *Scielo*, *Elsevier*, *Microsoft Academic* e *Web of Science* e *Scopus*.

Os dados referentes às Unidades de Conservação (Federal, Estadual e Municipal) e sobre a Área de Proteção Ambiental Estadual de Tambaba, foram consultados no Cadastro Nacional de Unidade de Conservação (CNUC) do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA), Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e Superintendência de Administração do Meio Ambiente da Paraíba (SUDEMA).

3.2.2 Levantamento Cartográfico

Outra etapa desta investigação foi o levantamento dos documentos cartográficos, a partir de imagens orbitais, cartas topográficas, fotografias aéreas e imagens de drone. Outra fonte utilizada são os arquivos nos formatos raster e vetorial, nos sites das instituições a seguir: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Agência Executiva de Gestão das Águas (AESA), *National Aeronautic and Space Administration (NASA)*, *U.S. Geological Survey (USGS)* e *Alaska Satellite Facility (ASF/NASA)*.

3.2.3 Tratamento do Modelo Digital de Elevação (MDE) do ALOS PALSAR

O satélite *Advanced Land Observing Satellite (ALOS)* foi lançado em 2006 pela missão da agência de exploração aeroespacial japonesa, a *Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA)*. O ALOS contribuiu no mapeamento da topografia terrestre, no monitoramento da cobertura vegetal e de desastres e no levantamento de recursos naturais (ASF DAAC, 2020;

EMBRAPA, 2021). Dentre os três sensores orbitais a bordo do ALOS, o *Phased Array L-band Synthetic Aperture Radar (PALSAR)* é o imageador responsável por coletar dados topográficos reais da superfície terrestre, superando o efeito dossel em diversos biomas e não sofrendo interferências atmosféricas (ALOS, 2020; ASF DAAC, 2020).

Para este estudo, foram utilizadas imagens com 12,5 de resolução espacial e no modo de operação feixe fino duplo (*Fine Beam Dual - FBD*). Essas cenas foram obtidas via *website* do *Alaska Satellite Facility (ASF/NASA)*, no endereço: <http://www.eorc.jaxa.jp/alos/en/aw3d30/data/index.htm> e na plataforma do *Google Earth Engine*, com o *workspace* (interface para os usuários).

A imagem adquirida foi processada no Sistema de Informações Geográficas (SIG), *ArcGis 10.0. ESRI*. Primeiramente, foi realizado o recorte da cena do satélite ALOS, *AP_25526_FBS_F7030_RT1.dem.tif*, com o arquivo *shapefile* da Área de Proteção Ambiental Estadual de Tambaba, obtido no banco de dados da SUDEMA.

Para o recorte do Modelo Digital de Elevação (MDE), foi utilizado um filtro de ampliação do *range* da imagem e conversão de GEOTIFF para IMG, utilizando as seguintes ferramentas no *ArcToolbox: Data Management - Tools – Raster – Raster Dataset Copy Raster – Copy raster*. O resultado revelou valores antes ocultos no formato GEOTIFF, no qual foram corrigidos com a conversão do MDE, permitindo que esses valores estivessem acessíveis em uma tabela de atributos, utilizando a ferramenta *Data – Export Data*.

Em seguida, houve a remoção dos valores negativos, mediante a aplicação da ferramenta no *ArcToolbox: Spatial Analyst Tools – Conditional*, salvando a imagem no formato IMG. Com a remoção dos *pixels* inconsistentes, foi utilizada a ferramenta *Reclassify* para preencher os espaços vazios gerados anteriormente pela ferramenta *Con*, atribuindo para os mesmos o valor “0” e, por último, a reclassificação do *range* de valores de altitude no *ArcToolbox – Reclass - Reclassify*.

O MDE reclassificado foi corrigido com a ferramenta *Fill*, que tem a função de atribuir valores aos *pixels* com anomalias, embasando-se nas informações dos vizinhos mais próximos, no *ArcToolbox: Spatial Analyst Tools - Hydrology Fill*. O arquivo MDE *Fill* foi convertido para pontos, por meio da ferramenta no *ArcToolbox: Conversion Tools – From Raster – Raster to Point*. A etapa seguinte foi a interpolação dos pontos e a conversão para imagem *raster*, utilizando célula de saída de 10 m, no *ArcToolbox: Spatial Analyst Tools – Interpolation – Topo to Raster*.

Com a obtenção do *raster* com esse tratamento foram geradas as curvas de nível com equidistância de 10 m no *ArcToolbox: Spatial Analyst Tools – Surface – Contour*. Com as

curvas de nível, foi criado um *Triangulated Irregular Network (TIN)* em *3D Analyst Tools – Data Management – TIN – Create TIN*. Posteriormente realizou-se a conversão do TIN interpolado com os pontos de controle para imagem *raster*, utilizando células de saída de 10 m, criando assim, o Modelo Digital de Elevação (MDE) da área de estudo.

3.3 Geração dos mapas geomorfométricos

Para Florenzano (2008, p. 17) a morfometria refere-se aos “aspectos quantitativos do relevo” e dentre suas variáveis mais utilizadas, aplicam-se não apenas aos estudos geomorfológicos, mas também geológicos, pedológicos, agrônômicos, geotécnicos e ainda integrados do meio ambiente com avaliações de fragilidades e vulnerabilidades de ambientes. Neste sentido, compreende-se que os dados topográficos fornecem variáveis fundamentais e são comumente requeridos nas análises ambientais (Valeriano, 2008; Valeriano e Albuquerque, 2010).

Para a presente pesquisa foram elaborados os seguintes produtos geomorfométricos baseados em modelagem cartográfica: i) mapa hipsométrico, considerando as orientações de Fitz (2008); ii) mapa de declividade, conforme a metodologia da EMBRAPA (2018); e iii) mapas de curvatura vertical e horizontal de vertentes (Valeriano, 2008; Valeriano e Albuquerque, 2010).

3.3.1 Mapa de declividade

A declividade é definida como o o ângulo de inclinação (zenital) da superfície do terreno em relação à horizontal. Seus valores podem variar de 0 a 90°, embora essa razão seja mais comumente expressa em porcentagem (Valeriano, 2008). A inclinação pode ser obtida diretamente em campo, com a devida instrumentação ou indiretamente, tratando-se de MDE, por análise dos desníveis de *pixels* vizinhos (Valeriano; Albuquerque, 2010).

Com o apoio do geoprocessamento, a declividade é uma variável importante na análise do relevo, por indicar no terreno as áreas com potencial para o escoamento ou acumulação de fluxos hídricos ou de massa, servindo como fonte de informações para a identificação das formas de relevo, as aptidões agrícolas, os riscos de erosão, os deslizamentos, as restrições de uso, a ocupação urbana, entre outros (Leal; Aquino; Silva, 2019).

O mapa de declividade foi elaborado a partir do MDE, seguindo os seguintes passos no *Arcgis: ArcToolbox – Spatial Analyst Tools – Surface – Slope*. A operação aritmética foi feita

com a variável expressa em graus, em seguida houve a conversão para porcentagem. Posteriormente, foram estabelecidas seis classes de declividade, conforme os parâmetros propostos pela EMBRAPA (2018), de modo a obter o produto mais representativo da área de estudo (Quadro 8):

Quadro 8 - Classes utilizadas no mapa de declividade

Declividade	Classe
(0 – 3) %	Plano
(3 – 8) %	Suave Ondulado
(8 – 20) %	Ondulado
(20 – 45) %	Forte Ondulado
(45 – 75) %	Montanhoso
(> 75) %	Escarpado

Fonte: EMBRAPA (2018).

3.3.2 Mapa hipsométrico

A metodologia empregada para a elaboração do mapa hipsométrico seguiu a seguinte sequência: classificação do MDE em 5 (cinco) classes altimétricas representando as quebras naturais do relevo: *Data Management Tools – Raster – Raster Properties – Calculate Statistics*, logo após, *Spatial Analyst Tools – Reclass – Reclass by ASCII File*.

O mapa hipsométrico foi gerado a partir da técnica de representação de elevação de um terreno, por meio de cores. Fitz (2008) recomenda que as baixas altitudes devem ser representadas em tons de verde, passando, gradualmente, para o amarelo, as médias altitudes com tons amarelados, até avermelhados e as altas altitudes, com tons avermelhados, até marrom.

3.3.3 Mapa de curvatura vertical das vertentes

A curvatura vertical expressa o formato da vertente, quando observada de perfil. Ela corresponde a variação da declividade ao longo de uma determinada distância. Refere-se ao caráter convexo/côncavo do terreno, quando analisado em perfil e é expressa em diferença de ângulo dividida por distância horizontal. Essa variável está relacionada aos processos de migração e ao acúmulo de matéria na superfície, sobretudo água, proporcionada pela gravidade, permitindo a análise dos processos de pedogênese/morfogênese (Valeriano, 2008). A sequência para obtenção deste produto foi *ArcToolbox: Spatial Analyst Tools – Surface – Curvature – Profile Curve Raster*.

3.3.4 Mapa de curvatura horizontal das vertentes

A curvatura horizontal expressa o formato da vertente, quando observada em projeção horizontal. Em analogia à relação entre a curvatura vertical e a declividade, ela pode ser descrita como a variação da orientação de vertentes ao longo de uma determinada distância, referindo-se ao caráter de divergência ou convergência das linhas de fluxo de transporte gravimétrico ao longo das vertentes (Valeriano; Albuquerque, 2010). Essa variável pode ser medida em graus por metro (Valeriano, 2008). Para a geração do produto, seguiu a seguinte sequência: *ArcToolbox: Spatial Analyst Tools – Surface – Curvature – Plain Curve Raster*.

3.4 Mapa geológico

O mapa geológico foi elaborado com base nos dados geológicos disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2019) e pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) (2021), ambos na escala 1:250.000, para o Estado da Paraíba. Foi realizada uma consulta ao mapeamento da Geodiversidade do Estado da Paraíba (CPRM, 2016)²¹. Para fins de complementação de dados, foi utilizado como parâmetro o mapa geológico do estudo de Silva (2021) para o setor sudeste do Estado da Paraíba, além de informações coletadas nos trabalhos de campo no período entre 2021 e 2023.

3.5 Mapa geomorfológico

A Geomorfologia é a ciência que estuda as formas do relevo, sua gênese, estrutura, natureza das rochas, clima da região e diferentes forças endógenas e exógenas que, de forma geral, entram como fatores modeladores do relevo terrestre (Guerra; Guerra, 2021). Na cartografia geomorfológica, os mapas geomorfológicos constituem documentos temáticos que objetivam a representação integrada da superfície terrestre sob suas diversas variáveis e dimensões constituintes, fornecendo uma descrição das formas de relevo de uma determinada área (Sato; Lupinacci, 2019; Silveira; Silveira, 2021).

A proposta de mapeamento geomorfológico do IBGE (2009) tem como princípio básico o ordenamento dos fatos geomorfológicos, segundo uma classificação temporal e espacial, distinguindo os modelados como unidade básica e seus grupamentos hierarquicamente

²¹ Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/14706>. Acesso em: 15 jan. 2022.

relacionados. Segundo o Manual Técnico de Geomorfologia do IBGE (2009), a individualização desses conjuntos de feições é realizada, considerando como parâmetros fatores causais, de natureza estrutural, litológica, pedológica, climática e morfodinâmica, responsáveis pela evolução das formas do relevo e pela composição da paisagem, no decorrer do tempo geológico.

Os táxons identificados de acordo com a ordem decrescente de grandeza são: “1º) Domínios Morfoestruturais; 2º) Regiões Geomorfológicas; 3º) Unidades Geomorfológicas; 4º) Modelados; 5º) Formas de Relevo Simbolizadas” (IBGE, 2009, p. 27). O mapeamento geomorfológico da Área de Proteção Ambiental Estadual de Tambaba teve como base os procedimentos técnico-operacionais propostos pelo IBGE (2009). Em virtude da escala de análise, optou-se como representação da área de estudo o 4º táxon - Modelados de Relevo.

Os Modelados, segundo o IBGE, podem ser definidos como “grupamento de formas de relevo que “apresentam similitude de geométrica similar em função de uma gênese comum e da generalização dos processos morfogenéticos atuantes, resultando na recorrência de materiais correlativos superficiais” (IBGE, 2009, p. 11). Esses são classificados em: modelados de acumulação (A), dissecação (D) e aplanamento (P), caracterizados de acordo com o tipo de topo: tabular, côncavo ou aguçado; e com o tipo de vertente: retilínea, côncava ou convexa (IBGE, 2009).

Para a classificação geomorfológica da APA de Tambaba foi realizada uma abordagem interpretativa dos processos morfodinâmicos. Na referente área de pesquisa, as características geomorfológicas podem ser melhor evidenciadas com a combinação das variáveis morfométricas do relevo: Hipsometria, Declividade e Curvatura Vertical das Vertentes, obtidas com o MDE que definem e refinam o produto cartográfico de geomorfologia, constituindo importante ferramenta para o planejamento territorial. Salienta-se que o mapeamento realizado está associado à influência da rede de drenagem e ao escoamento superficial da área de estudo.

3.5.1 Métrica dos modelados do relevo

A metodologia para gerar a métrica dos modelados do relevo foi composta pela combinação das variáveis morfométricas: Hipsometria, Declividade e Curvatura Vertical das Vertentes, de acordo com a seguinte metodologia:

Primeiramente, foi realizada a reclassificação dos dados ambientais, de acordo com graus de susceptibilidade à acumulação hídrica ou de massa no terreno. As notas atribuídas à reclassificação variam de 0 a 5, a partir das quais as notas mais baixas são atribuídas a menor

susceptibilidade à acumulação hídrica ou de massa. As notas mais altas são atribuídas aos terrenos com maior susceptibilidade à acumulação (Quadros 9, 10, 11 e 12).

Quadro 9 - Graus de susceptibilidade

Susceptibilidade a acumulação hídrica	Notas	Grau de susceptibilidade
Menos susceptível	0	Menos susceptível ↓ Mais susceptível
Mais susceptível	5	

Fonte: Elaboração própria (2022).

Quadro 10 - Reclassificação dos dados de altitude

Altitude (m)	Nota
1 - 22	5
22 - 42	4
42 - 61	1
61 - 79	2
79 - 130	3

Fonte: Elaboração própria (2022).

Quadro 11 - Reclassificação dos dados de declividade

Declividade (%)	Nota
0 – 3%	5
3 – 8%	3
8 – 20%	2
20 – 45%	1
45 – 75%	1
>75%	1

Fonte: Elaboração própria (2022).

Quadro 12 - Reclassificação dos dados da curvatura vertical das vertentes

Curvaturas	Nota
Convexa	1
Retilínea	3
Côncava	5

Fonte: Elaboração própria (2022).

A sequência para obtenção deste produto foi ArcToolbox: Spatial Analyst Tools – Reclassify. Após a reclassificação das variáveis Hipsometria, Declividade e Curvatura Vertical das Vertentes, foi utilizada a álgebra de mapas, de acordo com os seguintes passos no ArcToolbox: Spatial Analyst Tools – Raster Calculator, somando os dois produtos reclassificados. Com o raster obtido, foram identificados para a área de estudo três tipos de modelados: Dissecação, Aplanamento e Acumulação.

3.5.2 Mapa dos compartimentos geomorfológicos

Para a identificação e o mapeamento das formas de relevo da APA de Tambaba foi realizada a fotointerpretação na escala 1:25.000, sobre o MDE do Alos Palsar, auxiliados pelos subprodutos: imagem do relevo sombreado e as curvas de nível, com equidistância de 20 m e nos trabalhos de campo. Esses últimos, para aferir as feições in loco, com o objetivo de corrigir possíveis falhas na geração dos produtos.

A fotointerpretação tomou como base também o mapa de Modelados do relevo, tendo em vista possibilitar a identificação de processos modificadores do relevo, associados com a influência pluvial, oriundo da espacialização de três variáveis: declividade, curvatura vertical das vertentes e altimetria, sendo os arquivos *shapefile* dos Modelados, primordiais para a delimitação das formas de relevo da área estudada. Com base na fotointerpretação e no arquivo do Modelado do relevo, seguiu-se o processamento para edição e criação do arquivo *shapefile*, de acordo com a seguinte rotina no ArcGIS: *Data Manage Tools – Features – Minimum Bounding Geometry – Envelope – Erase – Multipart to Singlepart – Analyst Tools – Union – Data Manage Tools – Generalisation – Dissolve*.

Após obtenção do arquivo base das feições do relevo, foram feitas edições para o refinamento, com auxílio das curvas de nível. Os arquivos foram produzidos individualmente e, posteriormente, unificados pela ferramenta *'Merge'* do ArcGIS. Em seguida, foram sobrepostos ao MDE do Alos Palsar, com 40% de transparência, gerando um efeito visual. O resultado foi a identificação de sete compartimentos de relevo da área de estudo: Platôs com topos tabulares, Platôs com topos convexos, Vertentes com perfil convexo, Vertentes com perfil retilíneo, Falésias ativas, Planície praiana e Planície fluvial.

3.6 Mapa de solos

O mapa de solos das Área de Proteção Ambiental Estadual de Tambaba foi gerado a partir da interpolação das fontes secundárias da SUDENE (1972), do Mapa Pedológico do Estado da Paraíba (AESAs, 2006) e do Zoneamento Ecológico Econômico para a Área de Proteção Ambiental (APA) Estadual de Tambaba proposta por Almeida (2006). Destaca-se, também, o uso de técnicas de fotointerpretação da paisagem, mediante imagens do CBERS-4A e *Google Earth*, aferido com pesquisa de campo. Em seguida, as classes foram atualizadas, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (SiBCS) (2018).

A APA de Tambaba, devido sua localização, no litoral sul da Paraíba, apresenta uma diversidade de solos, resultante da interação de fatores climáticos, geológicos, geomorfológicos e biológicos. Neste estudo foi possível mapear as seguintes Classes de Solos: Argissolos Vermelho-Amarelos, Neossolo Litólico, Latossolos e Espodossolos, Neossolos Flúvicos. Assim como os seguintes tipos de terreno: Mangues, Afloramentos de Areia e Praias.

3.7 Mapa de Uso e Cobertura da Terra

O Mapa de Uso e Cobertura da Terra foi gerado com base nas análises e interpretações da imagem do sensor Câmera Multiespectral e Pancromática de Ampla Varredura (WPM) do satélite Sino-brasileiro de observação da Terra, CBERS-4A, integrante do Programa CBERS (China-Brazil Earth Resources Satellite, Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres), obtida no Catálogo de imagens do INPE)²².

O georreferenciamento, a correção atmosférica e o tratamento da imagem para identificação das classes temáticas de uso e cobertura da Terra foram realizados no ArcGIS. A imagem selecionada data de 30/09/2021, e sua seleção observou o critério de cobertura de nuvens, escolhida por apresentar cobertura mínima (menos de 5%) no território estudado, tendo em vista a dificuldade em encontrar imagens referentes à área, sem interferência de cobertura de nuvens. A cena do CBERS-4A, de alta resolução, quando fusionada com a banda pancromática de resolução, proporcionou uma boa interpretação do atual estado de uso da área de estudo.

Em seguida, foi realizada a combinação das bandas espectrais: azul (B), verde (G), vermelha (R), infravermelha (NIR) (resolução espacial de 8 m) e pancromática (PAN) (resolução espacial de 2 m), utilizadas para gerar a cor verdadeira e a falsa cor, proporcionando melhor visualização e distinção dos alvos menos perceptíveis (Quadro 13). A composição de bandas obtida no ArcGIS foi utilizada para gerar um mosaico de paisagens e classes distintas.

Quadro 13 - Características da câmera WPM do satélite CBERS-4A

WPM (Pancromática de Ampla Varredura)		
Bandas espectrais	Resolução espacial (m)	Comprimento de onda (µm)
Azul (B)	8	0,45 – 0,52
Verde (G)	8	0,52 – 0,59
Vermelho (R)	8	0,63 – 0,69
Infravermelho (NIR)	8	0,77 – 0,89
Pancromática (PAN)	2	0,45 – 0,90

Fonte: Adaptado de Medeiros (2021).

²² Imagem disponível no website do INPE: <http://www2.dgi.inpe.br/catalogo/explore>. Acesso em: 16 jan. 2022.

As classes foram definidas de acordo com IBGE (2013) e adaptadas a partir da interpretação da imagem do CBERS-4A e dos dados coletados em campo. Foram mapeadas as seguintes classes: Vegetação arbórea, Vegetação arbustiva/herbácea, Mangue, Monoculturas, Mineração, Solo exposto, Aglomerados urbanos, Área úmida e Água.

Com base na fotointerpretação e definição das classes foi realizada a classificação automática supervisionada, com a seleção de 20 pontos de controle, como áreas de treinamento para cada classe, de acordo com a seguinte rotina no ArcGIS: *Spatial Analyst – Image Classification – Maximum Likelihood Classification – Majority Filter – Boundary Clean – Region Group – Set Null – Nibble*. Posteriormente, foi realizada a quantificação das classes com as ferramentas *Summary Statistics e Calculate Geometry*. O arquivo *shapefile* obtido com a classificação supervisionada, foi sobreposto ao MDE, com 30% de transparência, para compor o mapa de uso e cobertura da terra da APA de Tambaba, proporcionando uma visualização mais satisfatória das nove classes definidas anteriormente, que melhor representam a área de estudo.

3.8 Mapa das Unidades de Paisagens

O Mapa de Unidades de Paisagens da APA de Tambaba foi elaborado, a partir da edição por sobreposição do arquivo *shapefile* do Mapa de compartimentos geomorfológicos, sobre o arquivo do Mapa de uso e cobertura da terra. Conforme os dados obtidos, identificou-se 16 (dezesesseis) Unidades de Paisagens, que receberam as tipologias, combinando a informação do compartimento geomorfológico mais representativo, a predominância das atividades humanas, com potencial de uso, e o tipo de vegetação predominante Quadro 14:

Quadro 14 - Tipologias das Unidades de Paisagens da APA de Tambaba

Compartimento Geomorfológico	Uso e Cobertura da Terra
Platô Tabular Coqueirinho	Loteamentos/Bambuzal
Platô Tabular Praia Bela	Aglomerado Urbano
Platô Tabular Mucatu	Aglomerado Urbano
Platô Tabular Pau Ferro	Aglomerado Urbano
Platô Tabular Oeste	Bambuzal
Vertente Coqueirinho	Bambuzal
Platôs Tabulares Centrais	Vegetação Arbustiva/Herbácea
Vertentes Convexas	Vegetação Arbustiva/Herbácea
Platôs Convexos	Vegetação Arbórea/Arbustiva
Vertentes Retilíneas	Monoculturas
Vertentes Bacia do Bucatu	Aglomerado Urbano
Planície Praiana	Mata Ciliar/Mineração
Falésias	Turismo
Terraço Fluvial	Área Úmida/Veredas
Estuário	Mangue

Fonte: Dados da Pesquisa (2022).

3.7 Mapa de Vulnerabilidade Ambiental

O Mapa de Vulnerabilidade Ambiental da APA de Tambaba foi obtido a partir da análise integrada dos seguintes dados ambientais: Geologia, Formas de Relevo, Pedologia, Declividade e de Uso e Cobertura da Terra, por meio da Álgebra de Mapas.

A reclassificação dos critérios indicadores foi realizada de acordo com graus de vulnerabilidade das características das classes temáticas aos processos erosivos e escoamentos de massa no terreno. As notas atribuídas à reclassificação variaram de 1 a 5, nas quais as notas mais baixas são atribuídas à menor vulnerabilidade, ou seja, áreas consideradas estáveis, e as notas mais altas foram relacionadas à maior vulnerabilidade ambiental, que são áreas mais propícias aos processos erosivos e maior potencial de escoamento superficial, mediante ou não às ações humanas.

A sequência para obtenção do produto cartográfico utilizou-se técnicas de geoprocessamento a fim de manipular e espacializar os critérios indicadores. Salienta-se que a sequência para obtenção do mapa teve início com a criação de um arquivo *raster* para cada *shapefile*, relativo a uma variável, convertendo o arquivo vetorial em matricial. Em seguida, foi realizada a reclassificação das características relativas a cada tema, de acordo com o grau de vulnerabilidade atribuído, seguindo a seguinte sequência no ArcToolbox: *Conversion tools > To raster > Feature to raster. ArcToolbox: Spatial Analyst Tools – Reclassify* (Quadros 15, 16, 17, 18, 19 e 20).

Quadro 15 - Graus de Vulnerabilidade

Vulnerabilidade Ambiental	Notas	Grau de Vulnerabilidade
Menor Vulnerabilidade	1	Menos Vulnerável  Mais Vulnerável
Maior Vulnerabilidade	5	

Fonte: Elaboração própria (2022).

Quadro 16 - Reclassificação dos dados de Geologia

Unidades Geológicas	Nota
Sedimentos Fluviomarinhos	5
Formação Tambaba	4
Coberturas Sedimentares Holocênicas	5
Formação Maria Farinha	4
Sedimentos Quaternários Fluviais	5
Formação Barreiras	3

Fonte: Elaboração própria (2022).

Quadro 17 - Reclassificação dos dados de Declividade

Declividade (%)	Nota
0 – 3%	1
3 – 8%	2
8 – 20%	3
20 – 45%	4
45 – 75%	5
>75%	5

Fonte: Elaboração própria (2022).

Quadro 18 - Reclassificação dos dados de Pedologia

Unidades Pedológicas	Nota
Solo de mangue	3
Afloramento de areia	5
Neossolo litólico	4
Neossolo quartzarênico	5
Latossolo e espodossolo	1
Neossolo flúvico	5
Argissolos Vermelho-Amarelos	4

Fonte: Elaboração própria (2022).

Quadro 19 - Reclassificação dos dados de Formas de Relevo

Formas de Relevo	Nota
Platôs com formas tabulares	1
Platôs com topos convexos	4
Vertentes com perfil convexo	3
Vertentes com perfil retilíneo	2
Falésias ativas	5
Planície praiana	3
Planície fluvial	2

Fonte: Elaboração própria (2022).

Quadro 20 - Reclassificação dos dados de Uso e Cobertura da Terra

Uso e Cobertura da Terra	Nota
Aglomerados urbanos	2
Solo exposto	5
mineração	4
monoculturas	2
Vegetação arbórea	1
Vegetação arbustiva/herbácea	1
mangue	1
Área úmida	1
Água	1

Fonte: Elaboração própria (2022).

Após a reclassificação das classes temáticas, foi utilizada a metodologia de álgebra de mapas, de acordo com os seguintes passos no *ArcToolbox: Spatial Analyst Tools – Raster Calculator*, somando os produtos reclassificados multiplicados pelos pesos atribuídos a cada variável definidos de acordo com a propensão a vulnerabilidade do ambiente. Desta forma, para o cálculo do índice de Vulnerabilidade Ambiental utilizou-se a seguinte fórmula:

$((\text{Geologia}) * 0,10) + ((\text{Pedologia}) * 0,20) + ((\text{Formas de Relevo}) * 0,10) + ((\text{Declividade}) * 0,30) + ((\text{Uso e Cobertura da Terra}) * 0,30))$.

Quadro 21 - Pesos utilizados para cada variável

Variáveis	Pesos
Geologia	0,10
Pedologia	0,20
Formas de relevo	0,10
Declividade	0,30
Uso e Cobertura da Terra	0,30

Fonte: Elaboração própria (2023).

Após a definição das variáveis ambientais e seus respectivos pesos e do cálculo do índice de vulnerabilidade, a partir de intervalo de valores pré-definidos, foi gerado o mapa temático de vulnerabilidade ambiental da área de pesquisa, apresentando 3 (três) graus de fragilidade: alto, médio e baixo.

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados neste Capítulo versam sobre a fisionomia da paisagem da Área de Proteção Ambiental Estadual de Tambaba, discutidos a partir dos mapeamentos produzidos da morfoestrutura (geológicos, geomorfológicos, geomorfométricos, pedológicos), produtos cartográficos que subsidiaram a identificação das classes de uso e cobertura da terra, a delimitação e a análise dos compartimentos geomorfológicos, resultando no mapeamento de 16 unidades de paisagem. Por fim, analisou-se a vulnerabilidade ambiental da área de estudo.

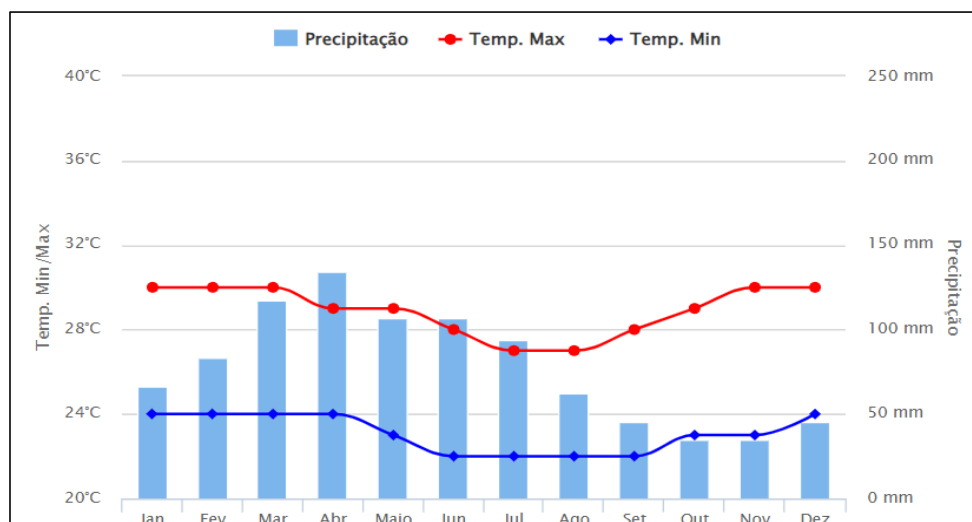
4.1 Fisionomia da Área de Proteção Ambiental Estadual de Tambaba

4.1.1 Características climáticas

O clima da região está associado aos seguintes sistemas meteorológicos: Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Massa Equatorial Atlântica (MEA), Massa Tropical Atlântica (MTA), Massa Polar Atlântica (MPA) (Melo; Rodriguez, 2012; Mendonça; Danni-Oliveira, 2007), Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOLs), Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN), Ventos Alísios de Sudeste e as brisas marinhas e terrestres (Ferreira; Mello, 2005).

A APA está inserida na faixa que compreende o clima tropical quente e úmido (As'), de acordo com a classificação climática de Köppen (Almeida, 2006). O climograma abaixo apresenta os dados referentes às temperaturas médias e à pluviosidade do município do Conde, onde está localizada a maior porção territorial da APA de Tambaba (Gráfico 1).

Gráfico 1 - Climograma do município do Conde - PB



Fonte: Climate Data (2023).

Os dados obtidos, possibilitam analisar que o município do Conde atesta uma temperatura média anual de 25,2°C, sendo os meses de mabril, maio e junho, responsáveis pelas médias mais altas, durante o ano, apresentando médias em torno de 28°C, enquanto durante os meses de junho a agosto apontam as médias mais baixas, em torno de 23°C. Quanto à precipitação, os resultados indicam a média pluviométrica anual em torno de 2.106 mm, onde a pluviosidade se concentra nos meses de março a julho. Observa-se que o mês de novembro é o mais seco, com uma precipitação total de 49 mm. A amplitude térmica anual chega a aproximadamente 5°C e a umidade relativa do ar é de 80% (Climate Data, 2023).

4.1.2 Contexto geológico-geomorfológico

A **geologia** da Área de Proteção Ambiental Estadual de Tambaba, localizada na porção mais ao sul do domínio dos Tabuleiros Costeiros, no Estado da Paraíba, está inserida no contexto das formações geológicas que compõem a Bacia Sedimentar Marginal da Paraíba, situando, em sua totalidade, na sub-bacia Alhandra.

A Bacia Paraíba tem sua gênese e evolução a partir da megassequência sin-rifte, entre os eventos tectônicos responsáveis pela separação dos continentes Sul-Americano e Africano no Cretáceo Inferior (Topan, 2018). Este primeiro grande evento tectônico reativou as zonas de cisalhamento com *trends* NE-SW e E-W, entre o Jurássico Inferior e o Eo-Cretáceo, associado à fragmentação do Supercontinente Pangéia (Castro; Bezerra; Castelo Branco, 2008; Rossetti *et al.*, 2011). Em seguida, ocorreu a megassequência transicional, associada à formação do golfo marinho, representado por espessos depósitos evaporíticos. A última foi seguida pela megassequência pós-rifte, relacionada à fase de subsidência térmica, e instalação de extensas plataformas carbonáticas, controladas, principalmente, pela variação do nível do mar (Asmus, 1975; Feijó, 1994).

A Bacia Paraíba situa-se na margem continental do Nordeste do Brasil, mais especificamente no litoral do Estado da Paraíba e parte do litoral do Estado de Pernambuco, ocupando uma área *onshore* de cerca de 7.600 km² e uma área *offshore* que abrange cerca de 31.400 km² ao longo da plataforma continental (Barbosa, 2003). As bacias marginais são limitadas por zonas de cisalhamento de escala continental e altos estruturais regionais na porção oriental da plataforma Sul-Americana (Correia Filho, 2022). A Bacia Paraíba encontra-se delimitada ao Norte, pela falha do Alto estrutural de Mamanguape, relacionada a uma ramificação da Zona de Cisalhamento Patos (ZCPA), e ao Sul, pela Zona de Cisalhamento Pernambuco (ZCPE) (Barbosa, 2003; Correia Filho *et al.*, 2015; Rossetti *et al.*, 2011, 2012).

- A **Formação Gramame** que corresponde à primeira unidade carbonática de domínio marinho, compreendendo um pacote sedimentar com espessura variada, podendo chegar até 70 m espessura (Furrier, Araújo, Meneses, 2006; Barbosa *et al.*, 2003). Essa Formação é composta por calcário fossilífero, calcário margoso, marga e argila, contendo horizontes de fosforito interdigitados com calcarenitos na base (CPRM, 2002). A área de afloramento-tipo se localiza na margem direita do rio Gramame, que limita João Pessoa ao município do Conde (Pereira, 2019).

Os calcários e margas da Formação Gramame apresentam uma estratificação plano-paralela de grande continuidade lateral, típica de uma plataforma carbonática extensa de baixo gradiente. Essa unidade foi, provavelmente, depositada, a partir do final do Campaniano. Suas camadas começam sempre acima dos últimos níveis de fosfato, e prosseguem durante todo o Maastrichtiano (Barbosa, 2007). Na APA de Tambaba, o afloramento da Formação Gramame ocorre principalmente nos vales fluviais do rio Graú. Esses carbonatos apresentam importância econômica para a mineração, sendo, portanto, bastante explorada como matéria prima na fabricação de cimento.

- A **Formação Maria Farinha** representa o último pacote de sedimentação da Bacia da Paraíba, sobrepondo a Formação Gramame e subjacente à Formação Barreiras, dando continuidade à sequência marinha carbonática, caracterizando a fase regressiva da sucessão deposicional sedimentar da bacia Paraíba de idade paleocênica (Santos *et al.*, 1994). A formação caracteriza-se como diferenciada, em relação à Formação Gramame, não pelas características litológicas e estratigráficas, mas por seu conteúdo fossilífero, considerado de idade paleocênica-eocênica inferior (Mabesoone, 1994). A unidade litoestratigráfica foi dividida por Beurlen (1967), em Formação em Maria Farinha Inferior e Superior (Pereira, 2019).

Quanto à sua litologia, a Formação Maria Farinha é composta por alternância de camadas de carbonatos, margas e folhelhos, depositados em ambiente nerítico médio durante o Daniano (Beurlen, 1967). Essa unidade litoestratigráfica caracteriza-se por uma sequência de calcários fossilíferos detríticos, variando nas cores cinzas e cremes, contendo intercalações de argila, cujos padrões de distribuição e geometria são complexos, devido aos eventos tectônicos ocorridos na Bacia da Paraíba, a partir do final do Cretáceo e, principalmente, durante o Paleógeno (Barbosa, 2007). Apresenta-se espessura máxima de 35 m, provavelmente devido à erosão pela exposição subaérea anterior à deposição dos sedimentos continentais da Formação Barreiras que a recobre discordantemente (Leal E Sá, 1998).

No local, os calcários da Formação Marinha Farinha afloram na região costeira do município do Conde, entre as praias de Jacumã e Tambaba, influenciando fortemente a configuração atual da linha de costa. Em frente às praias de Carapibus, Jacumã e sul da Barra de Gramame, ocorrem sob a forma de bancos rochosos submersos, servindo de suporte para organismos coralinos (Furrier, 2007).

- A **Formação Tambaba** é atribuída aos calcários recifais que anteriormente eram conhecidos como da Formação Maria Farinha Superior (Almeida, 2000; Barbosa, 2007). Esses calcários vêm sendo objeto de estudo por Correia Filho *et al.* (2015) e Veras (2017), por apresentar litofaciologia, paleofauna e correspondente ambiental deposicional distintos das características observadas nas seções de superfície e subsuperfície da seção-tipo mencionada, confirmada por modernas técnicas estratigráficas. Os autores propõem para esses depósitos de idade Eocênica, a proposta de formalização denominada Formação Tambaba, diferenciando da Formação Maria Farinha.

Esses depósitos de ocorrência restrita na região norte do litoral paraibano, vem sendo analisados, em virtude de seu contexto distinto e peculiar, por estudos desenvolvidos ao longo do tempo (Almeida, 2000; Correia Filho *et al.*, 2015; Veras, 2017). Os afloramentos ocorrem, de forma esparsa, apenas na sub-bacia Alhandra, mais precisamente em uma faixa estreita do litoral do Conde, entre as praias de Coqueirinho e Tambaba, APA de Tambaba, caracterizando um sistema recifal lagunar restrito, composta por calcários recifais de coloração creme, variando entre calcilutito, calcarenito e calcirudito ricos em fósseis ou icnofósseis. Essas singularidades conferem a essa porção do litoral sul, características morfológicas diferenciadas dos demais trechos litorâneos do Estado da Paraíba (Correia Filho *et al.*, 2015).

- A **Formação Barreiras** encontra-se depositada sobre uma extensa faixa do litoral brasileiro, desde o Estado do Amapá, até o Rio de Janeiro (Arai, 2006; Moura-Fé, 2014). Seus depósitos apresentam variações em suas espessuras, evidenciando uma redução de espessura, em direção ao continente, onde esses repousam sobre o embasamento cristalino (Bezerra; Maia, 2012).

Os sedimentos dessa unidade litoestratigráfica provêm da ação do intemperismo sobre o embasamento cristalino, localizado mais para o interior do continente, especificamente das rochas cristalinas do Planalto da Borborema (CPRM, 2002; Furrier; Araújo; Meneses, 2015). Sua espessura, na Paraíba, é bastante variável, atingindo máximas entre 70 e 80 m (Leal e Sá, 1998).

A Formação Barreiras é composta por conglomerados, sedimentos arenoargilosos, arenitos e pelitos, pouco consolidados, de coloração variada (coloração avermelhada, creme

amarelada à tons mais claros), constituídas por depósitos de granulometria variada, apresentando cascalhos, areias grossas e finas. Essa formação contém a intercalação de microclastos de argila ou silte, dispostos nas falésias ao longo da costa, e depositados por fluxos de massa compondo leques aluviais e processos fluviais (Alheiros *et al.*, 1988; Lima *et al.*, 2015).

Na Paraíba, a Formação Barreiras aflora em uma extensa área na porção leste. Seus sedimentos provêm da ação do intemperismo, sobre o embasamento cristalino, localizado mais para o interior do continente, especificamente nas rochas cristalinas do Planalto da Borborema (CPRM, 2002). Sua espessura, nesse Estado, é bastante variável, atingindo máximas entre 70 e 80 m (Leal e Sá, 1998). Na APA de Tambaba sua maior parte encontra-se sotapostas sobre os sedimentos arenoargilosos, mal consolidados, das coberturas cenozóicas da Formação Barreiras (Figura 15), aflorando em uma extensa área sobre os tabuleiros costeiros e as falésias da região.

Quanto aos **depósitos quaternários** presentes na APA de Tambaba, identificou-se em campo cinco unidades: os sedimentos fluviomarinhos (depósitos de mangue), terraços²³ marinhos: pleistocênicos e holocênicos, coberturas sedimentares holocênicas (depósitos aluvionares) e depósitos litorâneos de praias:

- Os **depósitos de mangue** são definidos como um terreno baixo, junto à costa, sujeito às inundações das marés. Eles são, na quase totalidade, constituídos de vasas (lamas) de depósitos recentes, geralmente associados a sistemas lagunares ou estuarinos (Guerra; Guerra, 2021). Quanto a sua litologia, seus sedimentos são compostos de siltico-argilosos ou argilo-silticos, de coloração escura, e ricos em material orgânico e bioclastos, servindo para o desenvolvimento de ecossistemas de manguezais (CPRM, 2019). Na área, apresentam depósitos com grande frequência e com dimensões variáveis, nos estuários dos rios Bucatu, Graú e Mucatu.

- Os **terraços marinhos pleistocênicos** são constituídos de sedimentos depositados por uma regressão marinha há cerca de 120.000 anos A.P., apresentando-se como antigas linhas praias vigentes em momentos pretéritos, quando o nível médio do mar estava mais elevado que o atual (Souza; Corrêa; Silva, 2017). São depósitos sedimentares compostos por areias esbranquiçadas quartzosas, de granulometria média a grosseira, bem classificadas, de grãos arredondados e subarredondados. Em campo, identificou-se registros desses depósitos nas desembocaduras do rio Mucatu, na praia de Tabatinga e nas proximidades do rio Graú.

²³ Constituem antigas planícies de inundação que foram abandonadas. Pode-se dizer que são compostos de material detrítico aluvial, cujas estruturas sedimentares refletem os mecanismos e os processos deposicionais, associados aos processos de erosão do leito fluvial (Suertegaray, 2008).

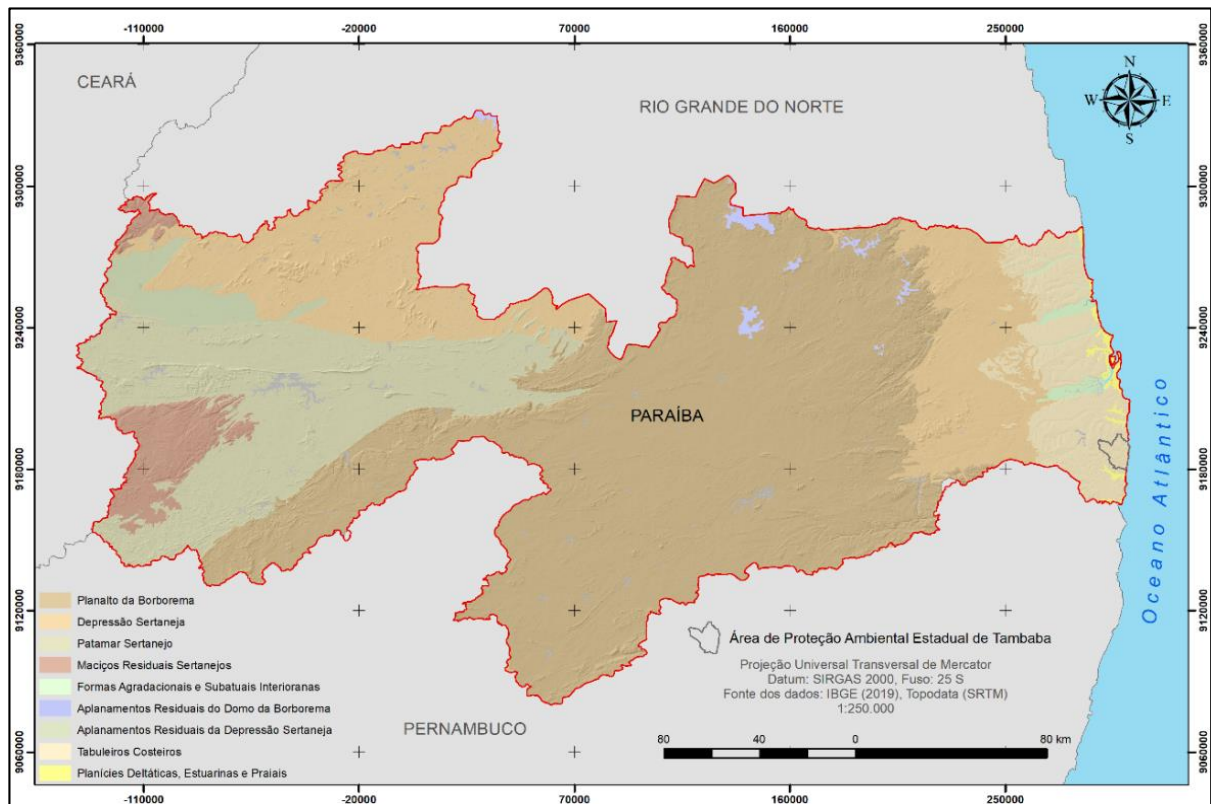
- Os **Terraços Marinheiros Holocênicos** foram formados a partir de uma regressão marinha ocorrida há cerca de 5.100 anos A.P., são representados pela atual linha de costa (Souza; Corrêa; Silva, 2017). Na área, os depósitos são constituídos por areias quartzosas de cores claras e de granulometria média a grossa, de forma arredondada a subarredondada. De acordo com Suguio (1998), os terraços marinhos pleistocênicos se diferenciam dos terraços marinhos holocênicos, por apresentarem topos mais elevados e por estarem situados geralmente em posições mais internas, nas planícies costeiras.

- Os **depósitos aluvionares** são resultantes de sedimentos quaternários aluviais, oriundos de rios atuais, carregados por seus canais fluviais meandantes, associados a uma intensa ocupação antrópica (CPRM, 2002, Suguio, 1998). De acordo com Guerra e Guerra (2021), o material é erodido das margens e das vertentes, levado pelas águas dos rios, que o acumulam em bancos, constituindo os depósitos aluvionares. Esses depósitos são constituídos de sedimentos arenoargilosos, com granulação e morfologia variadas, além de apresentarem cores variadas dependendo da composição e origem do material depositado (Furrier, 2007). Verificou-se em campo, maior representatividade nos vales dos principais rios e riachos da região, utilizados com frequência, para as atividades canavieira e de mineração.

- Os **depósitos litorâneos de praias** encontram-se depositados entre a linha de baixa-mar e os terraços marinhos holocênicos, possuindo, geralmente, pequena inclinação no sentido do mar. Conforme Guerra e Guerra (2021), esses depósitos são caracterizados por sedimentos (areia) acumulados, ao longo do tempo, por processos fluviais ou marinhos, possuindo tamanho variado, de acordo com o tipo de maré que a influencia. Esses depósitos são observados em toda a extensão litorânea, sendo sua granulometria muito heterogênea, constituída de areias quartzosas, de coloração cinza claro a esbranquiçada, com granulação variando de areia muito fina a muito grossa, ricas em bioclastos dispersos em forma de rodolitos (Lavor, 2021).

Ao que diz respeito à **Geomorfologia**, o Estado da Paraíba, encontra-se compartimentado em nove regiões geomorfológicas: Planalto da Borborema, Depressão Sertaneja, Patamar Sertanejo, Maciços Residuais Sertanejos, Formas Agradacionais e Subatuais Interioranas, Aplanamentos Residuais do Domo da Borborema, Aplanamentos Residuais da Depressão Sublitorânea²⁴, Tabuleiros Costeiros e Planícies Deltáticas, Estuarinas e Praiais (IBGE, 2019) (Figura 09).

²⁴ Lima (2021) propõe o uso da denominação “Depressão Leste do Borborema” para a “Depressão Sublitorânea”. O autor esclarece que o termo é inadequado para a área em questão, pois remete a algo que estaria abaixo do litoral, forçando assim, o entendimento de que essa depressão seria absoluta, quando na verdade, essa deve ser compreendida como uma depressão relativa, por manter sua menor elevação de relevo em cota superior ao nível do mar atual.

Figura 9 - Mapa Geomorfológico do Estado da Paraíba

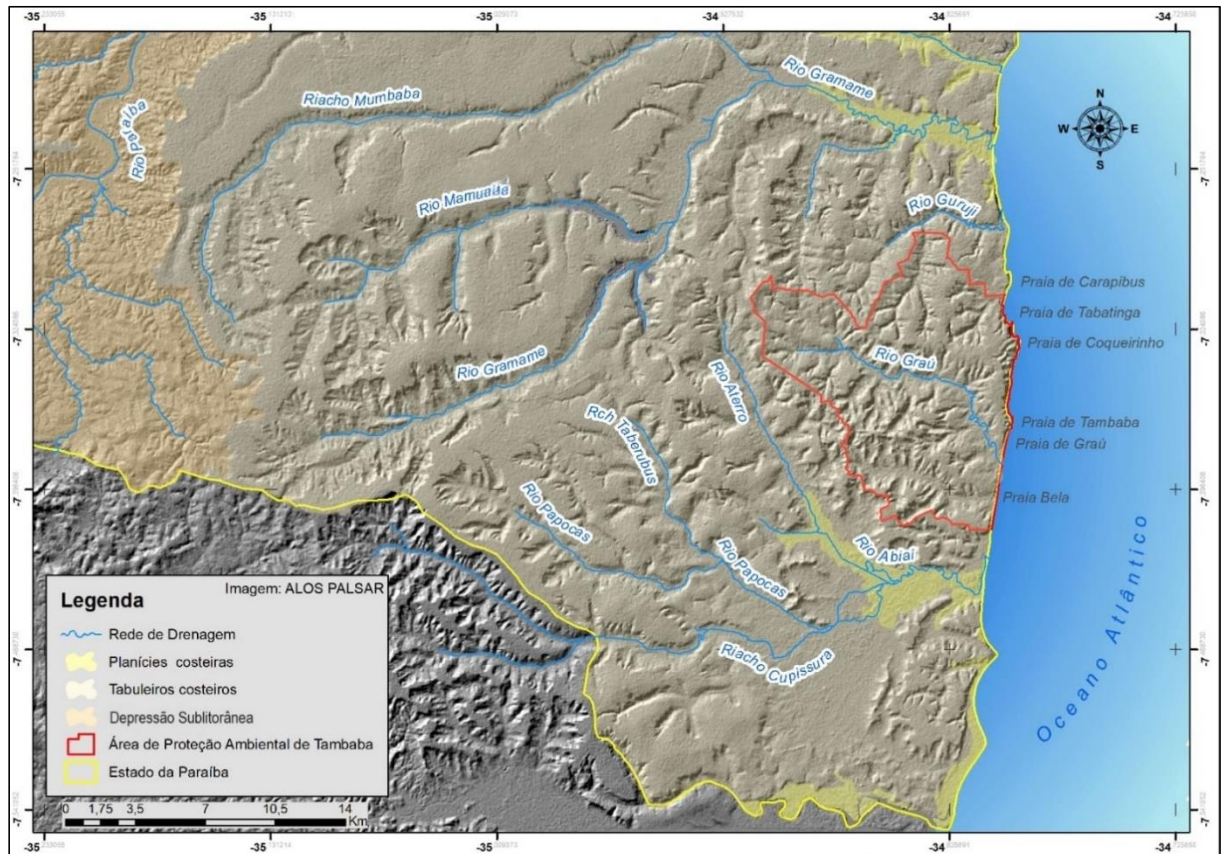
Fonte: IBGE (2019).

De acordo com o IBGE (2009), a zona costeira brasileira tem uma morfologia de Tabuleiros Costeiros e planícies litorâneas. No litoral da Paraíba, o domínio dos Tabuleiros Litorâneos reflete as características estruturais da área, relacionadas às reativações tectônicas cenozóicas (Brito Neves *et al.*, 2009; Furrier; Araújo; Meneses, 2006; Lima Filho; Barbosa; Souza, 2006).

Segundo Costa *et al.* (2020), os Tabuleiros Costeiros são feições típicas da zona costeira, caracterizada predominantemente pelo relevo tabular, resultante da erosão ocorrida no continente, que se acumulou na zona litorânea. Constitui-se ainda como uma unidade de transição do interior para a costa, evidenciada pela baixa declividade em relação às Superfícies Sertaneja e Pré-litorânea.

Na APA de Tambaba e adjacências, os Tabuleiros Costeiros são as feições geomorfológicas mais expressivas, distribuídas ao longo da linha de costa e adentrando ao continente, os quais são interrompidos pelos cursos dos rios que atingem o litoral, esculpidos sobre os sedimentos pleistocênicos da Formação Barreiras (Figura 10). Encontram-se nessa área um relevo mais dissecado. Como consequência, destaca-se uma densidade de drenagem com elevadas declividades e feições de caráter tectônico-estrutural, como o Alto Estrutural Coqueirinho (Furrier, Araújo e Meneses, 2015)

Figura 10 - Localização da APA de Tambaba no detalhe do Mapa Geomorfológico



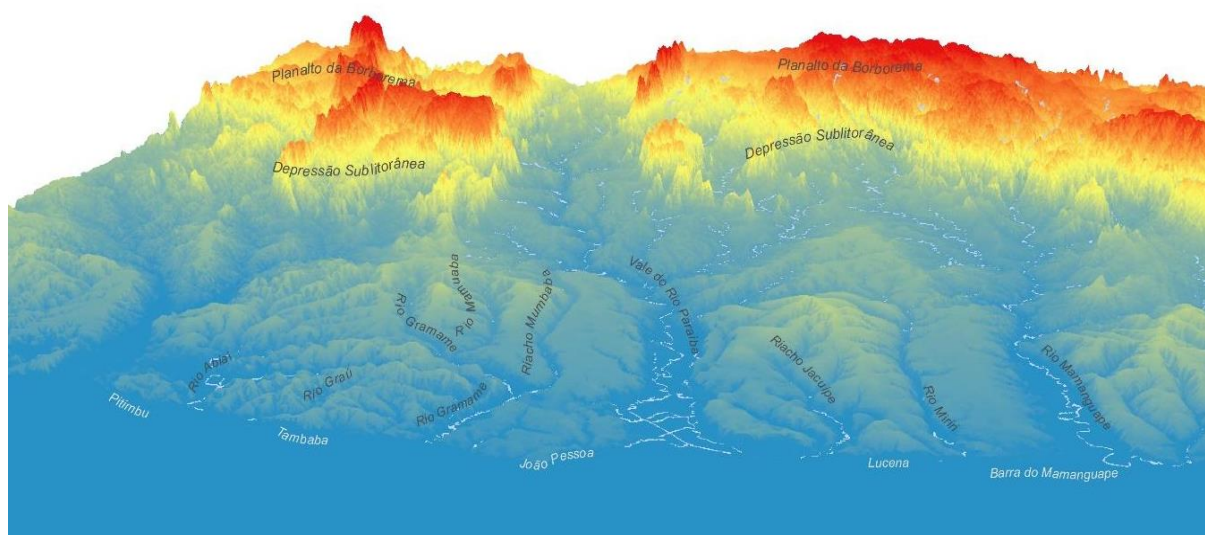
Fonte: Elaboração do Autor (2022).

4.1.3 Caracterização Geomorfométrica

A **altimetria** permite analisar vários parâmetros e dimensões morfológicas distintas, dentre elas, a porcentagem da área que cada categoria altimétrica abrange. Furrier, Araújo e Meneses (2006), ao estudar a Formação Barreiras no domínio dos Baixos Planaltos Costeiros no Estado da Paraíba, conclui que as características estruturais estão relacionadas às reativações tectônicas cenozóicas, e que influencia, de forma determinante, na evolução e configuração do relevo atual.

Os autores classificam o relevo em dois grandes padrões de dissecação, ao norte do vale do rio Gramame, onde os tabuleiros apresentam superfícies mais extensas, soerguidos distintamente, apresentando diferentes cotas altimétricas em seus entalhes fluviais. À essas características geomorfológicas, os autores fazem referência às “teclas de um piano”. Ao sul do vale do rio Gramame, onde se encontra a APA de Tambaba, caracteriza um relevo mais dissecado, com tabuleiros menos extensos e com cotas altimétricos superiores e entalhes fluviais mais profundos ao compartimento ao norte (Figura 11).

Figura 11 - Representação 3D do relevo do recorte espacial da porção leste do Estado da Paraíba, destacando as regiões geomorfológicas e o vale dos canais de drenagem

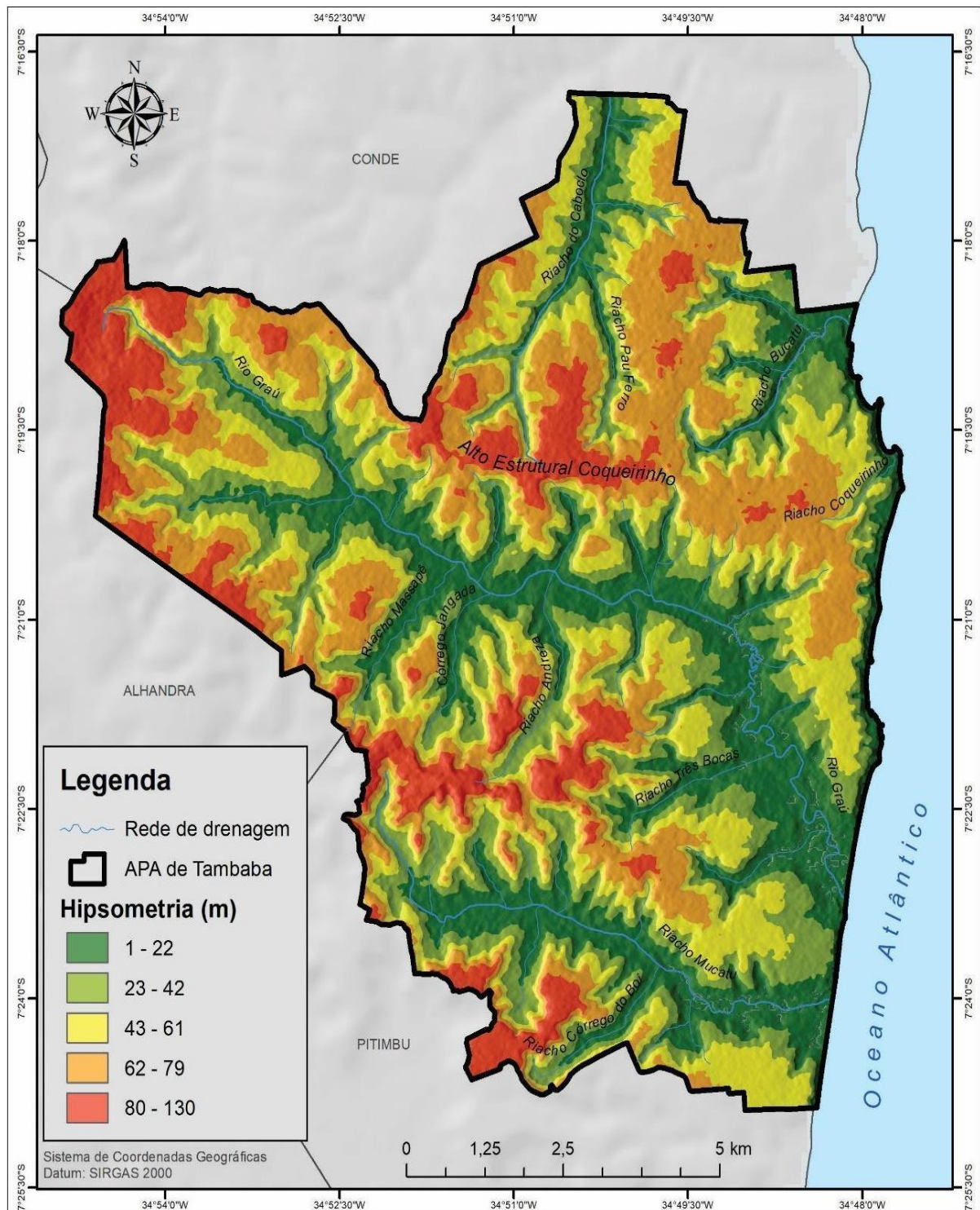


Fonte: Elaborado com base no MDT do sistema ALOS (2022).

Ao analisar a figura 11, é possível observar dois platôs distintos de dissecação na APA de Tambaba. Essa divisão é influenciada pelo Alto Estrutural Coqueirinho, que divide a área em dois compartimentos topográficos distintos. O primeiro padrão, a norte, localizado na margem esquerda do rio Graú, apresenta amplas formas tabulares como divisores de águas, praticamente planos, desgastados e dissecados pelo escoamento superficial e a erosão fluvial que esculpe suas bordas. Observa-se ainda, um forte entalhamento dos canais fluviais, gerando vertentes com as mais elevadas declividades. A formação dá origem aos vales encaixados do riacho do Caboclo e riacho Pau Ferro, nos quais a erosão linear em suas nascentes varia gradualmente em cotas altimétricas de 79, 61, 42 e 23 m, assim como suas vertentes até sua confluência, em uma expansão da planície de inundação.

O padrão de drenagem, observado entre os rios da área, evidencia um forte controle estrutural, provocado pelo soerguimento do Alto Estrutural Coqueirinho. Uma característica peculiar é que os cursos que drenam o compartimento ao norte, mesmo com fortes entalhamentos erosivos, não exumam as formações sedimentares da Bacia Paraíba. A dissecação configura os vales encaixados e profundos talvegues nas diferenças altimétricas entre as nascentes e a desembocadura desses canais são marcantes, conforme podemos observar na rede de drenagem das bacias hidrográficas dos rios Graú, Caboclo e Bucatu (Figura 12).

Figura 12 - Mapa Hipsométrico da Área de Proteção Ambiental Estadual de Tambaba



Fonte: Elaboração do Autor (2022).

O padrão de drenagem dos tributários da bacia hidrográfica do riacho Bucatu apresenta grande desnível, entre as nascentes e a foz, na qual as nascentes esculpem as bordas dos tabuleiros, no Alto Estrutural Coqueirinho, evidenciando forte recuo de suas cabeceiras, com o trajeto até o Oceano Atlântico marcado por desvios abruptos de drenagem (Figura 13).

Figura 13 - Foz do riacho Bucatu, praia de Tabatinga



Fonte: Ivanildo C. Silva (2022).

Ao analisar as influências das estruturas litológicas e da atuação da atividade tectônica na configuração geomorfológica do setor Sudeste do Estado da Paraíba, Lima (2021), demonstra as anomalias de drenagem como indicadores de evidências tectônicas, por estarem adaptadas aos alinhamentos de relevo e zonas de cisalhamentos, e sofrerem mudanças bruscas, na direção de seus cursos, resultantes das condições morfoestruturais e morfotectônicas do relevo.

O segundo padrão de platôs, observado na APA de Tambaba encontra-se à margem direita do rio Graú, caracteriza-se pela rede de drenagem mais densa e com fortes entalhes erosivos. Neste compartimento, os cursos de água entalham fortemente seus leitos, chegando a exumar as formações sedimentares sotapostas da Bacia Paraíba (Furrier, Araújo, Meneses, 2006; Barbosa, Furrier, 2015). A área atinge a cota máxima de 130 m, estabelecendo-se no divisor de águas desgastado com topos convexos, entre as nascentes do rio Mucatu com o riacho Andreza e o córrego Jangada.

Os patamares mais elevados dentro da área de estudo estão localizados ao sul do rio Graú, com altitudes superiores a 120 m, onde também se observa que os topos diferem significativamente do restante da área, com morfologias e dimensões reduzidas, se comparados aos topos encontrados no compartimento ao norte do alto estrutural (Barbosa; Furrier, 2015).

No setor sul do Alto Estrutural Coqueirinho, estão localizadas as falésias mais altas de todo o litoral do Estado da Paraíba, localizadas paralelamente nas altitudes mais acentuadas da

área de estudo, alcançando em certos pontos 70 m de altura. Essas falésias são consideradas inativas devido a presença de vegetação, o que indica sua estabilização. Essas feições estão sujeitas a processos lineares, como a incidência de voçorocas. Esses processos podem ser observados nas características da grande voçoroca de Tambaba (Figura 14).

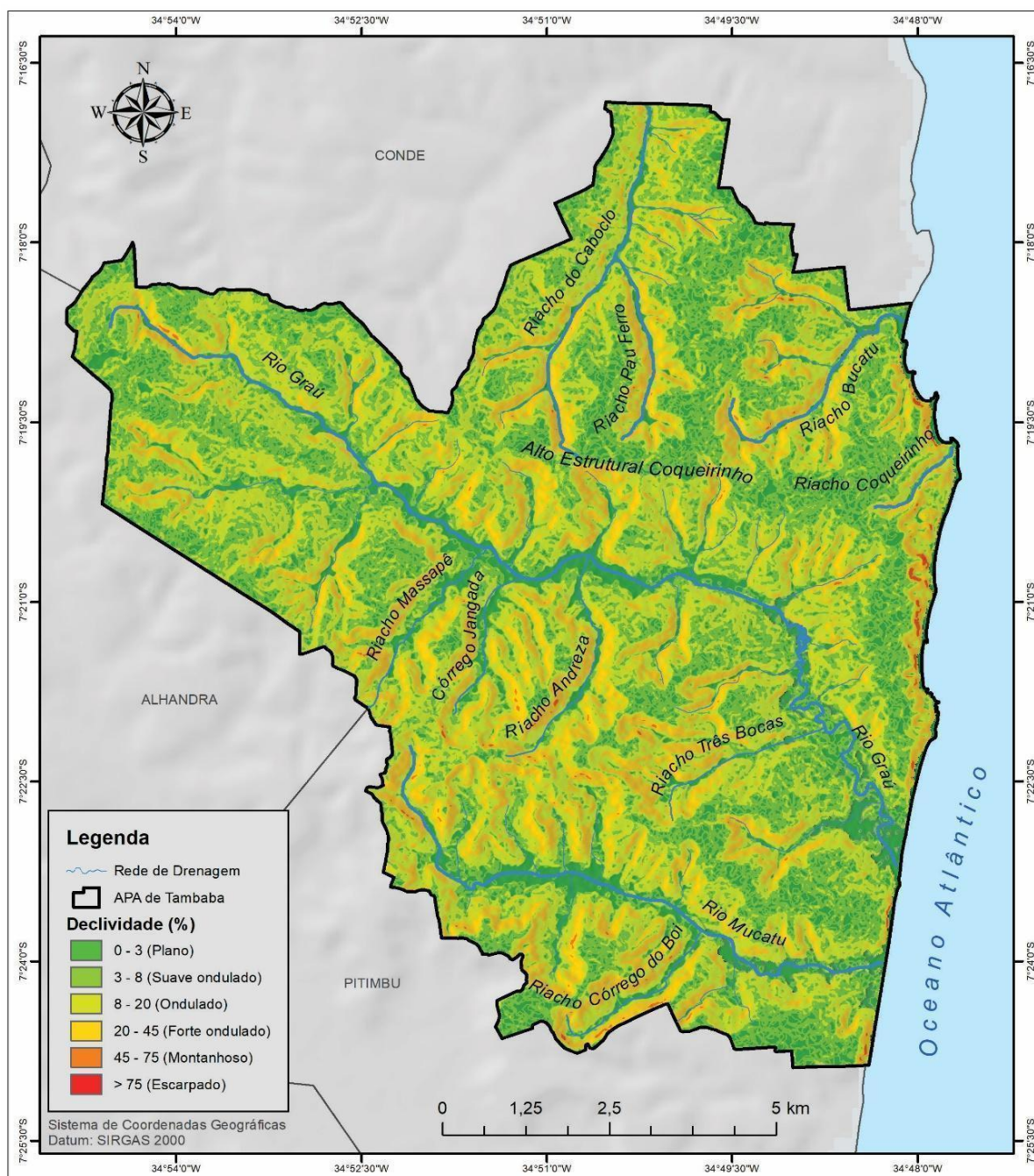
Figura 14 - Voçoroca de Tambaba



Fonte: Márcio B. Cavalcante (2023).

O relevo observado entre a margem esquerda do rio Graú e a margem direita do riacho Mucatu, caracteriza-se pela porção mais dissecada dos tabuleiros litorâneos, não apenas na APA de Tambaba, na zona litorânea da porção sul do Estado da Paraíba. As formas do relevo predominantes são constituídas por topos tabulares bastante reduzido, às vezes aproximando das formas colinosas, pouco evoluídas ou a uma fase do processo de dissecação, entre as superfícies tabular e colinosa (Furrier; Barbosa, 2014; Suguio, 1998).

Em relação a **declividade**, os dados obtidos indicam que, apesar da APA encontrar-se localizada em expressiva extensão nos Tabuleiros Litorâneos, apresenta um relevo bastante movimentado, onde as maiores áreas encontram-se nas classes de Suave Ondulado, Ondulado e Fortemente Ondulado, e as menores áreas encontram-se nas classes Plano, Montanhoso e Escarpado. O mapa da Figura 15 apresenta as classes de declividade e, a Tabela 1, as classes de declividades, às áreas em porcentagem e quilômetros quadrados das respectivas formas de relevo.

Figura 15 - Mapa de Declividade da Área de Proteção Ambiental Estadual de Tambaba

Fonte: Elaboração do Autor (2022).

Tabela 1 - Áreas das classes de declividade da Área de Proteção Ambiental de Tambaba

Declividade	Área (ha)	Área (%)
Plano (0 – 3) %	1.366	11,87
Suave Ondulado (3 – 8) %	3.737	32,50
Ondulado (8 – 20) %	4.440	38,61
Forte Ondulado (20 – 45) %	1.883	16,38
Montanhoso (45 – 75) %	51	0,44
Escarpado (> 75) %	23	0,2
Área Total da APA	11.500	100

Fonte: Dados da Pesquisa (2021).

Desse modo, é possível notar através da figura 15 e da tabela 1, que a classe de declividade plana (0 - 3) %, possui uma área equivalente a apenas 11,87% da área total da APA de Tambaba. Essa área distribui-se nas planícies de inundação dos canais de drenagem, bastante perceptível ao longo do baixo curso do rio Graú e do riacho Mucatu, nas planícies litorâneas e terraços marinhos e fluviais e em pequenas porções dos platôs de topos tabulares dos divisores de águas dos canais de drenagem da área de estudo (Figura 16).

Figura 16 - Foz do riacho Mucatu, praia Bela, Área de Proteção Ambiental Estadual de Tambaba



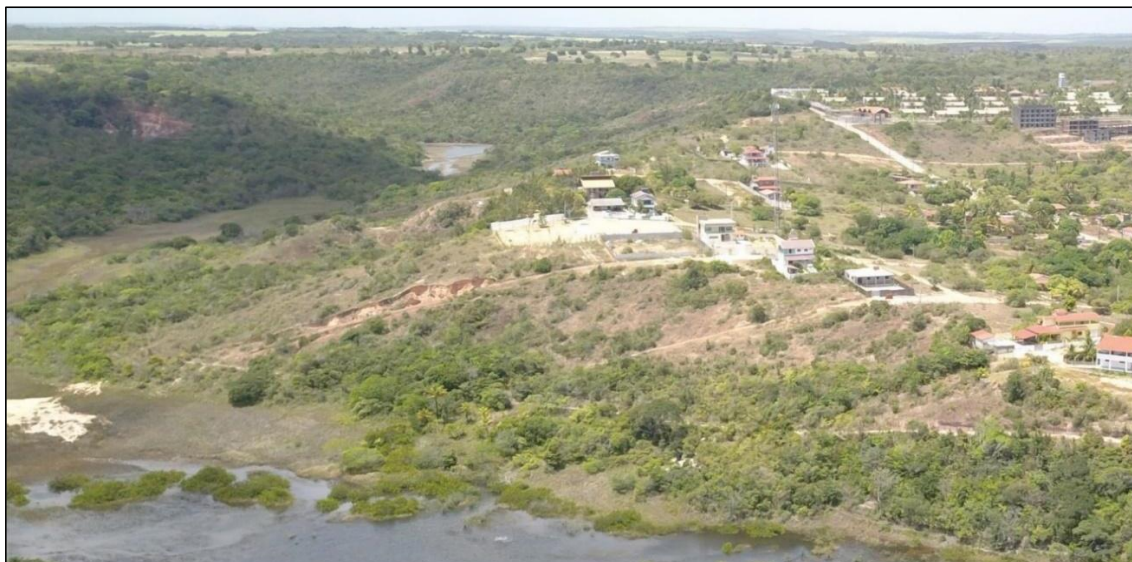
Fonte: Ivanildo C. Silva (2022).

A segunda maior classe registrada, corresponde a Suave Ondulado (3 - 8) %, com 32,50% da área total da APA de Tambaba, encontra-se distribuída entre o relevo Plano. Observa-se este padrão praticamente em dois compartimentos geomorfológicos, os divisores de água, como nos platôs dos tabuleiros do Alto Estrutural Coqueirinho, também nos divisores de água entre os rios Graú e o Mucatu e nas planícies de inundação, ao longo dos terraços fluviais da rede de drenagem da APA.

A classe com maior porção encontrada na APA de Tambaba é a de terreno Ondulado (8 - 20) %, ocupando 38,61% da área da APA. Essa faixa de declividade evidencia o processo de dissecação que vem ocorrendo ao longo dos anos nesses tabuleiros costeiros. Essa classe de declividade em formas convexas encontra-se praticamente em todos os rebordos, configurando as transições dos platôs de formas tabulares e quase colinosas, com as vertentes dos canais de drenagem.

A classe de declividade Forte Ondulado (20 - 45) %, ocupa uma área de 16,38% da área total da APA de Tambaba. Essa classe encontra-se nas vertentes dos canais de drenagem ao longo dos vales, mostrando assim o forte entalhamento dos cursos fluviais dessa área. Provavelmente, na referida classe, a taxa de escoamento superficial é maior em relação à taxa de infiltração, sendo uma área bastante estratégica para a conservação da vegetação (Figura 17).

Figura 17 - Vertentes do Vale do riacho Bucatu



Fonte: Ivanildo C. Silva (2022).

A classe de declividade Montanhoso (45 -75) %, com 0,44% da área total da APA de Tambaba, ocupa uma pequena extensão, distribuída principalmente ao longo das falésias, principalmente na porção sul, entre as praias de Coqueirinho e Tambaba (Figura 18).

Figura 18 - Front da falésia na praia do Coqueirinho, declividade classificada como montanhosa (45-75)%



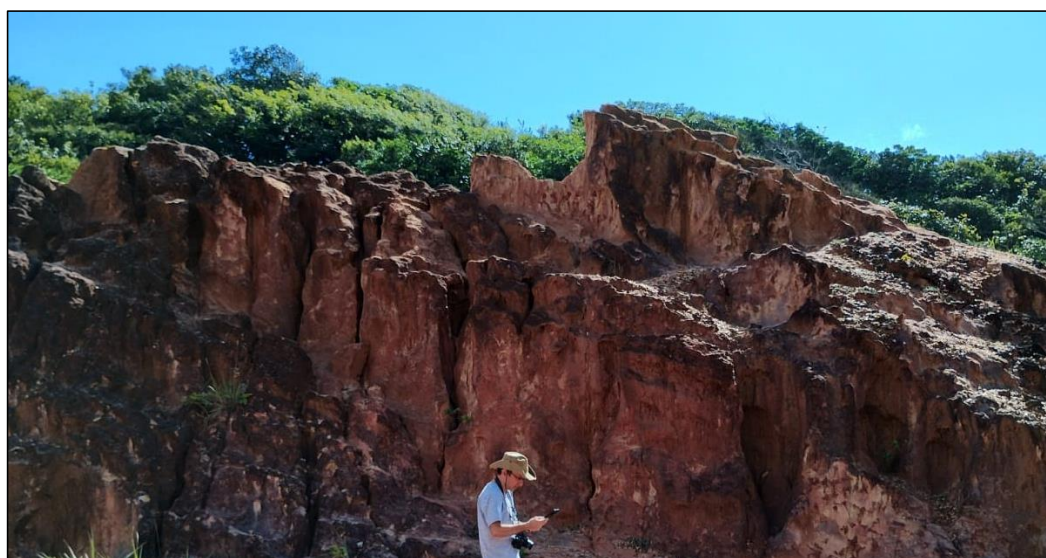
Fonte: Márcio B. Cavalcante (2023).

Identificou-se, também, em pontos localizados ao longo das vertentes dos canais de drenagem e próximo às nascentes do rio Graú, nascentes do riacho Jangada e do riacho Andreza, na margem direita do rio Graú. No setor norte da APA, essa classe de declividade encontra-se próxima às nascentes do rio Mucatu e das nascentes do riacho do Caboclo e do riacho Pau Ferro, evidenciando o recuo de suas respectivas cabeceiras.

Na área destaca-se o processo de dissecação acentuada, com vales extremamente encaixados e intenso recuo nas cabeceiras de drenagem, atestado pelas declividades superiores a 47% e talvegues a mais de 100 m de desnível em relação aos topos dos tabuleiros. Como exemplos, podem ser citadas: as cabeceiras de drenagem dos riachos do Caboclo e do Pau-Ferro, afluentes da margem direita do rio Gurujá.

Apesar de possuir a menor representatividade, ocupando apenas 0,2% da área total da APA de Tambaba, a classe de declividade Escarpado (>75) % destaca-se por configurar o cenário paisagístico da APA, pois encontra-se em pontos extremamente localizados nas falésias ao longo do litoral sul, próximo ao Castelo da Princesa e a Ladeira da Prata. Ambos estão localizados na praia do Coqueirinho, próximo ao mirante Calcanhar de Aquiles na praia da Arapuça e nas falésias localizadas entre a foz do rio Graú e do riacho Mucatu (Figura 19).

Figura 19 - *Front* de falésia escarpada, localizada na praia do Coqueirinho

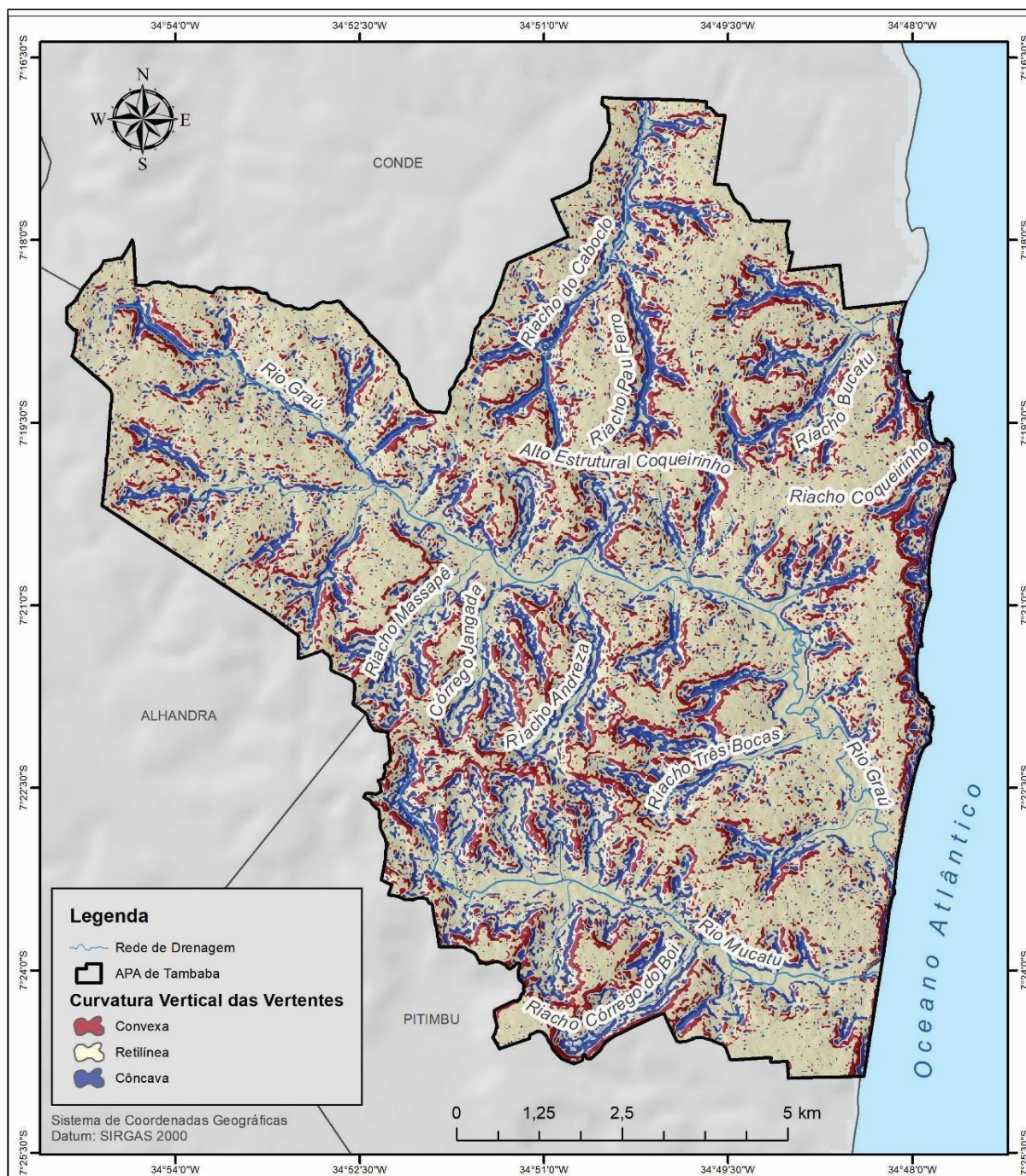


Fonte: Márcio B. Cavalcante (2023).

Os dados obtidos com o mapeamento da **Curvatura Vertical das Vertentes** na APA de Tambaba, permitiu a observação de alguns padrões de relevo, referentes às características deste com a rede de drenagem, apontando os setores onde se encontram as formas retilíneas, localizadas predominantemente sobre o platô dos divisores de água, definindo visivelmente os

patamares do Alto Estrutural Coqueirinho, a margem direita do rio Graú, e as planícies e terraços fluviais a partir do médio ao alto curso dos rios Graú e Mucatu (Figura 20).

Figura 20 - Mapa de Curvatura Vertical das Vertentes da Área de Proteção Ambiental de Tambaba



Fonte: Elaboração do Autor (2022).

A distribuição da Curvatura Vertical Convexa na área de estudo indica a característica de um relevo movimentado, o padrão desta classe geomorfométrica encontra-se principalmente distribuída nos rebordos dos platôs dos tabuleiros, ao longo dos canais de drenagem indicando

o desnível suave do relevo e as rupturas de relevo nas falésias. A distribuição espacial da feição do relevo, apresenta-se de forma organizada, praticamente delimitando e desenhando os rebordos dos patamares das áreas mais elevadas, onde os processos de morfogênese e dissecação do relevo são mais intensificados.

Enquanto a Curvatura Vertical Côncava delimita a calha dos próprios canais de drenagem, sendo mais representativa nos canais fluviais de vale encaixado, como os riachos do Caboclo e Pau Ferro, o alto curso de diversos canais, como o riacho Bucatu e seus tributários, o alto curso do rio Graú e seus tributários, indica forte recuo das cabeceiras dos canais fluviais que drenam a APA de Tambaba.

Observa-se também a representatividade das formas côncavas nas vertentes das planícies de inundação dos canais tributários, situados na porção esquerda do rio Graú e os tributários da bacia hidrográfica do riacho Mucatu, característica associada à relação entre a alta densidade de drenagem e a unidade geológica e a proximidade da Depressão do Vale do Abiaí. No local, o escoamento superficial exuma com maior facilidade as rochas e faz divisor de águas com o riacho Mucatu.

O padrão côncavo, convexo e retilíneo observado em um mapeamento contribui fortemente para a verificação de unidades caracterizadas pelo mesmo processo de elaboração do relevo e semelhante característica geológica. Essa característica geológica pode ser aplicada em estudos que envolvam planejamento ambiental, áreas vulneráveis e análises sobre bacias hidrográficas.

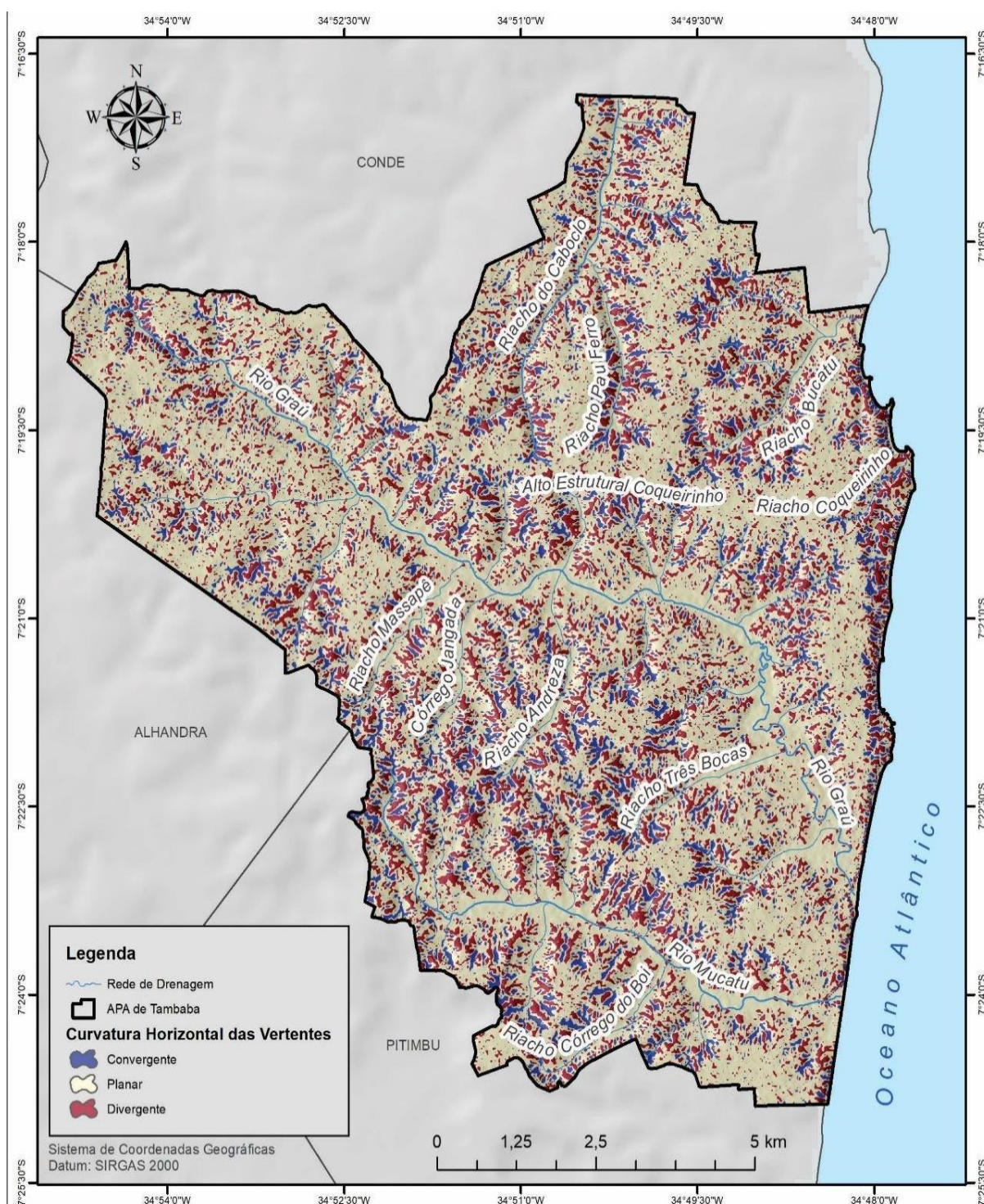
A **curvatura horizontal das vertentes** constitui uma das variáveis geomorfométricas de extrema importância para análise do relevo e sua correlação com a dinâmica hidrológica. As informações obtidas com o mapeamento desta variável em Modelos Digitais de Elevação ou em cartas topográficas por meio de curvas de nível, nos possibilita conhecer a direção e o comportamento dos fluxos hídricos durante o escoamento superficial, tornando a variável capaz de traçar prognósticos para o planejamento ambiental.

As observações obtidas com os dados do mapeamento da APA de Tambaba, nos indicam que boa parte do relevo apresentou valores nulos, que fazem referência à classe de terreno Planar. Estão distribuídas entre as classes Convergentes e Divergentes pelos patamares dos tabuleiros do Alto Estrutural Coqueirinho e dos platôs desgastados da bacia hidrográfica do riacho Mucatu. São representativos nas planícies de inundação dos vales dos rios Graú e Mucatu (Figura 21).

As curvaturas horizontais das vertentes convergentes e divergentes, denunciam a dissecação que vem ocorrendo nos tabuleiros litorâneos da APA de Tambaba, ocorrendo

predominantemente nos rebordos dos tabuleiros dos platôs, nas vertentes e nas cabeceiras de drenagem das microbacias da APA. Esses padrões de vertentes sulcadas evidenciam o trabalho hidrológico do escoamento superficial nas vertentes dos canais de drenagem, quase de forma intercalada, alternando entre formas de relevo convergentes e divergentes.

Figura 21 - Mapa de Curvatura Horizontal das Vertentes da Área de Proteção Ambiental de Tambaba



Fonte: Elaboração do Autor (2022).

A percepção em campo da curvatura vertical está correlacionada com o caráter de divergência ou convergência do fluxo hídrico. Seu mapeamento requer a visualização das direções, caracterizando um terreno onde as linhas de fluxo do escoamento superficial divergem ou convergem, como em um anfiteatro. A variável está intimamente ligada aos processos de infiltração e acúmulo de água e da matéria orgânica no solo. Sua análise torna-se importante para o entendimento sobre o balanço hídrico e demais considerações sobre os processos de pedogênese e morfogênese (Valeriano, 2008).

4.1.4 Bacias hidrográficas e redes de drenagem

A bacia hidrográfica é a área drenada por um rio principal e seus afluentes, que pode ser delimitada a partir das cotas altimétricas estabelecidas pelos divisores de água. Configura-se, espacialmente, por meio de uma hierarquia fluvial ou rede de drenagem, que envolve um conjunto de canais, desde as nascentes, até o ponto de saída e podem ser representadas por uma base cartográfica (Botelho; Silva, 2007).

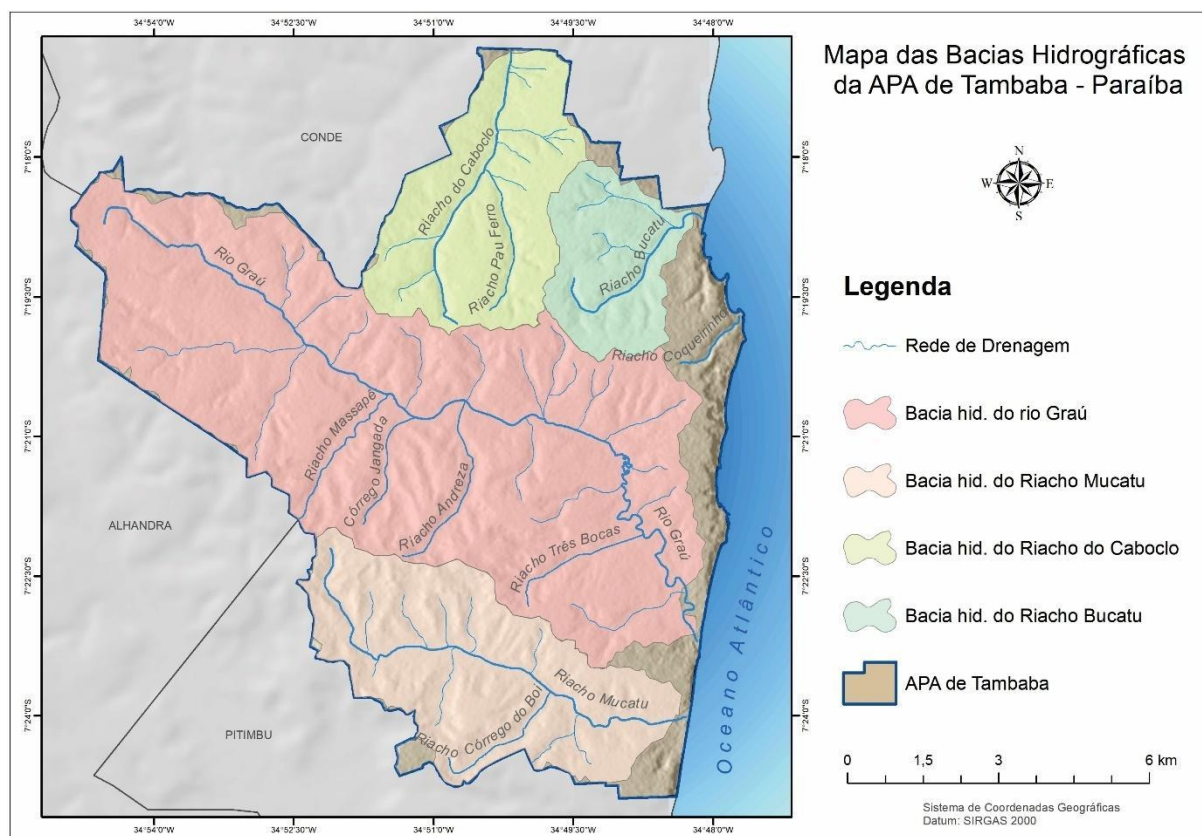
No Brasil, as bacias hidrográficas são constituídas como unidades territoriais de planejamento político, hídrico e social, conforme a Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que estabelece a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) (Brasil, 1997). Mediante o exposto, Faria *et al.* (2017) afirmam que o manejo integrado da bacia hidrográfica oferece oportunidades para programas e ações sobre o meio ambiente, a estrutura social, econômica e legal do território, favorecendo a utilização racional dos recursos hídricos.

O território da APA de Tambaba é composto pelas bacias hidrográficas do rio Graú, riacho Mucatu, riacho do Caboclo e riacho Bucatu. Possui um sistema tributário totalmente adaptado aos Tabuleiros Costeiros. Com uma área de 59,72 km², corresponde a 51,93% do território da APA, o rio Graú possui um comprimento de 20,71 km, sendo considerada a maior bacia hidrográfica da UC, seguida, respectivamente pelas bacias do riacho Mucatu com 20,12 km², que corresponde a 17,49%, sendo o comprimento do riacho Mucatu de 10,01 km. A bacia do riacho do Caboclo com 15,22 km², corresponde a 13,23% da APA e o comprimento do canal em 6,11 km e a bacia do riacho Bucatu, com 7,22 km², corresponde a 6,89% da APA, sendo o comprimento do canal de 4,23 km (Figura 22).

As bacias hidrográficas da APA não ocupam a totalidade do território, devido à delimitação natural das bacias, que levam em consideração os divisores de água, restando 12,11 km² que corresponde a 10,53% da APA. Os espaços significativos são os platôs, como os do alto estrutural coqueirinho, que costeiam a faixa litorânea, onde encontram-se as falésias, os

boqueirões e os canais de drenagem intermitentes, sendo o riacho Coqueirinho o mais expressivo.

Figura 22 - Mapa de Bacias Hidrográficas da APA de Tambaba

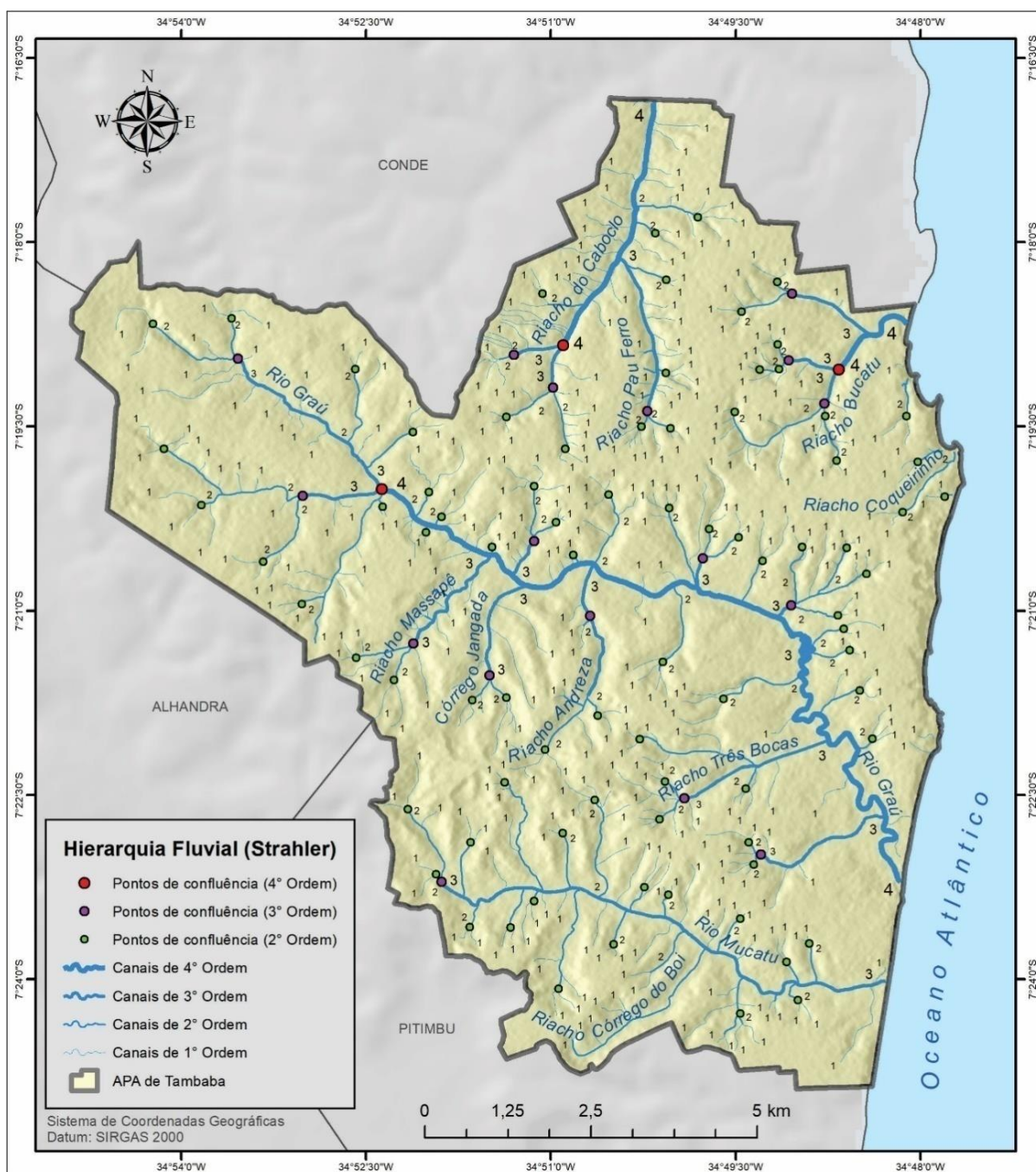


Fonte: Elaboração do Autor (2022).

As bacias hidrográficas da APA de Tambaba foram classificadas segundo a hierarquia fluvial de Strahler (1952), sendo de 4º ordem as bacias do rio Graú, riacho do Caboclo e rio Bucatu, e de 3º ordem o rio Mucatu (Figura 23).

O padrão de drenagem das bacias da APA interfere nos tributários de primeira ordem que nascem em cotas altimétricas mais elevadas e percorrem declividades acentuadas, em ambos os divisores de água, tanto os da margem esquerda quanto os da margem direita. Esses elementos possuem significativa capacidade erosiva e de transporte de sedimentos correspondentes às respostas às precipitações, principalmente relacionadas ao alto e médio curso de seus rios principais, como o Graú, Mucatu, riacho do Caboclo e rio Bucatu. No rio Graú, percebe-se os terraços e planícies marinhas bastante estreitas, confinados pelas falésias inativas e ativas e pelos depósitos de mangue nas desembocaduras dos cursos fluviais.

Figura 23 - Mapa de Hierarquia Fluvial



Fonte: Elaborado do Autor (2022).

Observou-se, por meio de sensores remotos, a grande quantidade de tributários de primeira ordem direita com padrões retilíneos com padrão em treliça. Associados a relevos alongados e paralelos, com mergulhos suaves e cristas de praias, apresentam entalhamento sobre os divisores de águas, inferindo processos de dissecação do relevo, onde a morfogênese é predominante, suavizando com a declividade, em direção ao canal principal que evolui para uma superfície aplanada, onde predomina a pedogênese (Tabela 2).

Tabela 2 - Hierarquia de canais com base no modelo de Strahler (1952)

	Bacia Rio Graú	Bacia Rio Mucatu	Bacia Riacho Caboclo	Riacho Bucatu
1ª Ordem	205	71	75	32
2ª Ordem	43	19	11	7
3ª Ordem	10	1	3	3
4ª Ordem	1		1	1
Total de rios	205	71	75	32

Fonte: Dados da Pesquisa (2022).

A morfometria fluvial é definida como o estudo de bacias hidrográficas, com base em uma análise linear, areal e hipsométrica (Guerra; Guerra, 2021). A morfometria das bacias localizadas nos Tabuleiros Costeiros, evidencia a análise sobre o comportamento hidrológico, contribuindo para o entendimento da dinâmica do ambiente regional e auxiliando na caracterização de processos envolvidos no escoamento hidrológico, podendo ser utilizadas para fluxos de escoamento superficial, influência das ocorrências pluviométricas na modelagem e na dinâmica entre os sistemas fluviais.

Nesse contexto, segue abaixo os dados geométricos e lineares, referentes às bacias hidrográficas em estudo e de seus canais de drenagem principais como contribuição para o planejamento ambiental e a gestão dos recursos hídricos (Tabela 3).

Tabela 3 - Dados Geométricos e Lineares das bacias hidrográficas e rede de drenagem

Parâmetros Geométricos e Lineares	Rio Graú	Riacho Mucatu	Riacho Caboclo	Riacho Bucatu
Área (A)	59,72 km ²	20,12 km ²	15,22 km ²	7,93 km ²
Percentual (A)	51,92%	17,47%	13,21%	6,88%
Comprimento do canal principal (L)	20,71 km	10,01 km	6,11 km	4,23 km
Ordem da bacia	4°	3°	4°	4°
Altitude Máxima	97	79	92	61
Altitude Mínima	0	0	07	0
Amplitude Altimétrica	97	79	85	61

Fonte: Dados da Pesquisa (2022).

Desse modo, a fisiografia da rede de drenagem desses rios aponta algumas propriedades de drenagem distintas e associadas à sua localização e substrato geológico, como o grau de integração alto e alta densidade de drenagem. Nessa perspectiva, Hott e Furtado (2015) consideram que a hidrografia de uma bacia reflete a estrutura geológica (litológica e tectônica), a evolução morfogenética regional, o clima e as intervenções antrópicas. Entretanto, o uso da terra é a principal atividade humana que afeta a hidrografia de uma bacia.

4.1.5 Aspectos Pedológicos

Conforme o sistema taxonômico oficial de classificação de solos do Brasil, publicado pela EMBRAPA (2018), o solo é um complexo tridimensional dinâmico, composto por partes sólidas, líquidas e gasosas, abrangendo extensões continentais e formado por materiais minerais e orgânicos, que contém matéria viva e pode ser modificado por ações humanas. O solo pode se desenvolver de uma rocha, ou a partir de materiais que já sofreram intemperismo anteriormente à sua deposição (Lepsch, 2021).

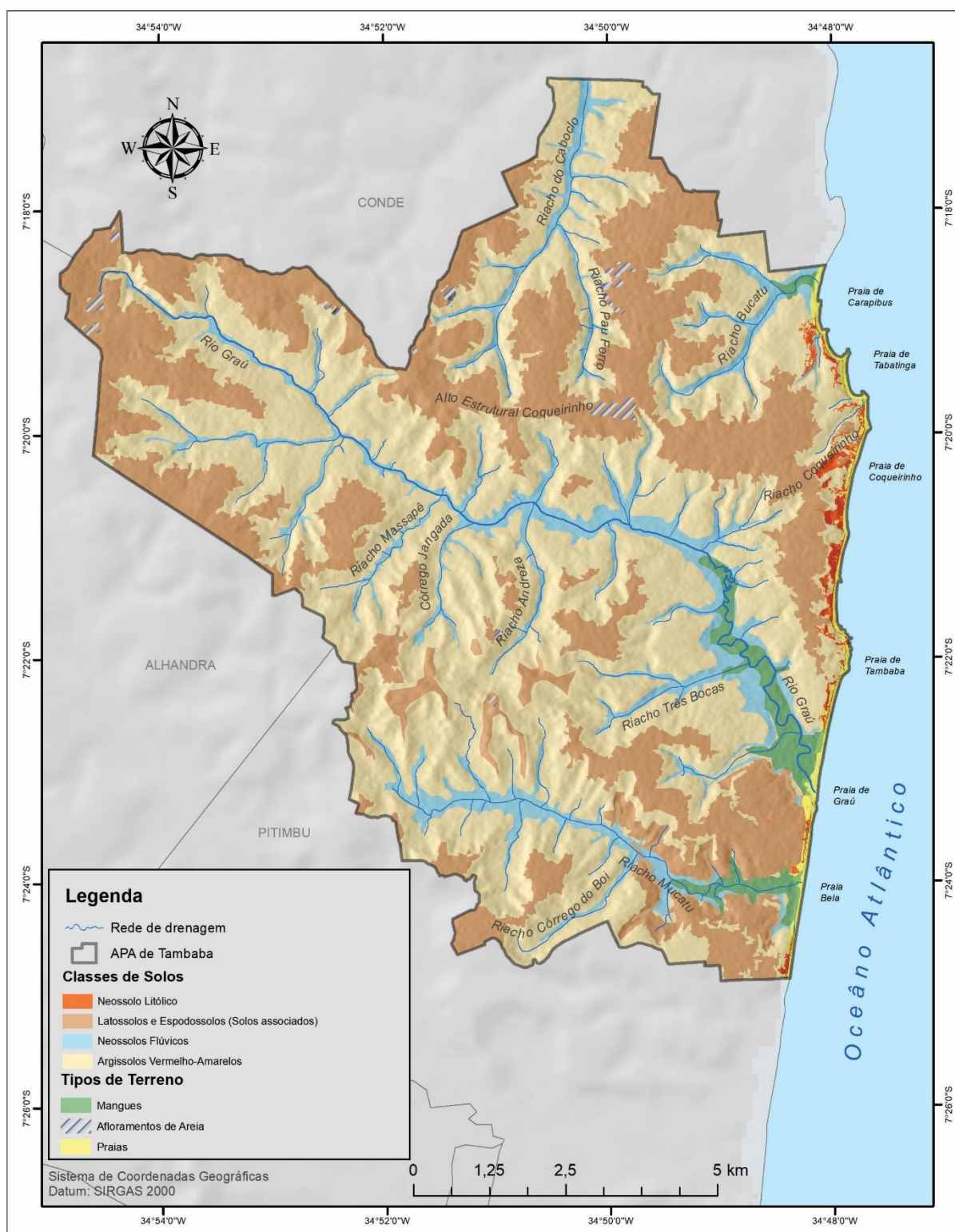
A estrutura dos solos, examinada da superfície, revela camadas paralelas, organizadas em horizontes distintos do material original, devido a adições, perdas, translocações e transformações, definindo as classes do sistema de classificação de solos. As mudanças que ocorrem ao longo do tempo, resultam da interação de fatores, ou simplesmente intemperismo, incluindo: material de origem, clima, relevo, o tempo e a atuação dos organismos (Palmieri; Larach, 2011; Bertoni; Lombardi Neto, 2018).

Nesse aspecto, o nível categórico do sistema de classificação de solos é formado por classes que compartilham atributos diagnósticos, em um mesmo nível de generalização. Esses atributos foram analisados a partir de mapeamentos anteriores. Para níveis categóricos mais elevados, as características diferenciais são aquelas diretamente ligadas aos processos de formação do solo ou que impactam sua gênese, devido à presença do maior número de características acessórias (EMBRAPA, 2018).

Os tipos de terreno não são classes de solos. Sua compreensão nos levantamentos, deve ser individualizada, a partir de componentes de unidades de mapeamento ou como unidades de mapeamento especiais, pois compreendem áreas de empréstimos e de despejo de entulhos, aterros, lixões, áreas de mineração, cascalheiras, dunas móveis, praias, escarpas rochosas e afloramentos de rochas, assinalados em mapas de solos e representados por convenções cartográficas apropriadas (EMBRAPA, 2018).

A Área de Proteção Ambiental de Tambaba, localizada no litoral sul da Paraíba, apresenta grande diversidade de solos, resultante da interação de fatores, como a topografia, o clima e a geologia. Nesse ambiente, foi possível mapear as seguintes classes de solos: Neossolo Litólico, Latossolos e Espodossolos, Neossolos Flúvicos e Argissolos vermelho-Amarelos, assim como os seguintes tipos de terreno: Mangues, Afloramentos de Areia e Praias (Figura 24).

Figura 24 - Mapa de Solos da Área de Proteção Ambiental Estadual de Tambaba



Fonte: Elaboração própria (2022).

Os **Argissolos Vermelho-Amarelos** são solos constituídos por material mineral, que têm como características diferenciais a presença de horizonte B textural de argila de atividade alta ou baixa (EMBRAPA, 2018). Constitui a classe de solos mais representativa da área de

estudo, de coloração vermelho-amareladas e amarelo-avermelhadas, ocorrendo principalmente sobre os Tabuleiros Costeiros, associada aos sedimentos da Formação Barreiras.

Os **Neossolos Litólicos** são formados a partir da decomposição da rocha subjacente, que libera elementos minerais que formam a base do solo (Lepsch, 2010). São solos jovens e pouco desenvolvidos, sem horizontes bem definidos, possuem baixa fertilidade natural, baixa capacidade de retenção de água e alta suscetibilidade à erosão (EMBRAPA, 2018). Caracterizam-se por apresentar fortes restrições agrícolas, tendo em vista que a pequena profundidade efetiva limita o desenvolvimento das raízes e o armazenamento de água, além da elevada susceptibilidade à erosão (Pinheiro Junior *et al.*, 2020). Os Neossolos Litólicos, que ocorrem na APA de Tambaba, são encontrados em áreas mais elevadas da paisagem, assim como no *front* das falésias.

Os **Latossolos** compreendem solos constituídos por material mineral com horizonte B espódico subjacente a horizonte eluvial E (álbico ou não), ou horizonte A. São solos profundos, bem drenados com colorações que variam do amarelo ao vermelho-escuro (Bertoni; Lombardi Neto, 2018). Os **Espodossolos** são caracterizados por apresentarem horizonte diagnóstico subsuperficial B espódico e recebem diferentes sufixos, de acordo com a natureza do material iluviado (AESAs, 2006, EMBRAPA, 2018). Quanto à sua utilização agrícola, devido a sua grande ocorrência em áreas de restinga, são destinados à área de proteção permanente. Na área de estudo, os latossolos ocorrem principalmente nas áreas mais elevadas, formando os topos dos morros e as encostas mais íngremes. Enquanto os espodossolos estão presentes nas áreas mais baixas, próximas às margens dos rios e aos manguezais.

Os **Neossolos Flúvicos** são formados a partir de sedimentos aluviais, onde o horizonte A assenta sobre a camada ou horizonte C. São pouco evoluídos, desenvolvidos de camadas de sedimentos aluviais recentes sem relações pedogenéticas entre os extratos (EMBRAPA, 2018). Os Neossolos Flúvicos são importantes para o desenvolvimento de culturas agrícolas em áreas próximas aos cursos d'água, apresentando características que permitem a fácil infiltração de água e a manutenção de umidade no solo (Lepsch, 2010). Na APA de Tambaba os solos aluviais podem ser encontrados nas áreas que acompanham os canais de drenagem da região.

Os **Terrenos de Mangue**, por sua vez, são solos caracterizados por apresentarem elevados teores de matéria orgânica em sua composição. Esses solos são formados a partir do acúmulo de resíduos orgânicos em ambientes de baixa oxigenação, como brejos e áreas inundáveis. Os solos podem apresentar horizonte hístico, formado em condições que favorecem a anaerobiose (horizonte H) ou ser de drenagem livre (horizonte O). Usualmente, são solos fortemente ácidos, que em ambientes sujeitos a forte hidromorfismo, pelo fato do lençol freático

permanecer elevado durante maior parte do ano, as condições anaeróbicas restringem os processos de mineralização da matéria orgânica e limitam o desenvolvimento pedogenético, conduzindo à acumulação expressiva de restos vegetais (EMBRAPA, 2018). Quanto aos solos de mangue da APA, estes são bastante representativos na paisagem local, sendo possível seu mapeamento, junto aos estuários dos rios Bucatu, Graú e Mucatu, caracterizando os ambientes de transição das águas doces e salgadas.

- Os **Afloramentos de Areia** compreendem acumulações formadas pela ação mecânica dos ventos. Geralmente arenosas, as formações constituem enclaves de areias de granulometria de tamanho diverso no terreno, os materiais detríticos não são classificáveis como solo, por não possuírem horizontes de intemperismo (EMBRAPA, 2018).

Apesar de sua baixa fertilidade, esses afloramentos de areias encontrados no interior da APA de Tambaba têm grande importância econômica. Em muitas áreas, são utilizados para a produção de culturas de subsistência, como feijão, milho e mandioca, e para a exploração de recursos florestais, como os bambuzais. Também são frequentemente utilizados para a implantação de projetos turísticos e imobiliários, devido à proximidade com o litoral.

- Os **Terrenos de Praia** são formados pela deposição de material mineral, predominantemente quartzoso, desenvolvem em zonas litorâneas e são influenciados por processos geomorfológicos, associados à ação das ondas e marés, em ambientes com baixo teor de umidade, como dunas e áreas de restinga (EMBRAPA, 2018).

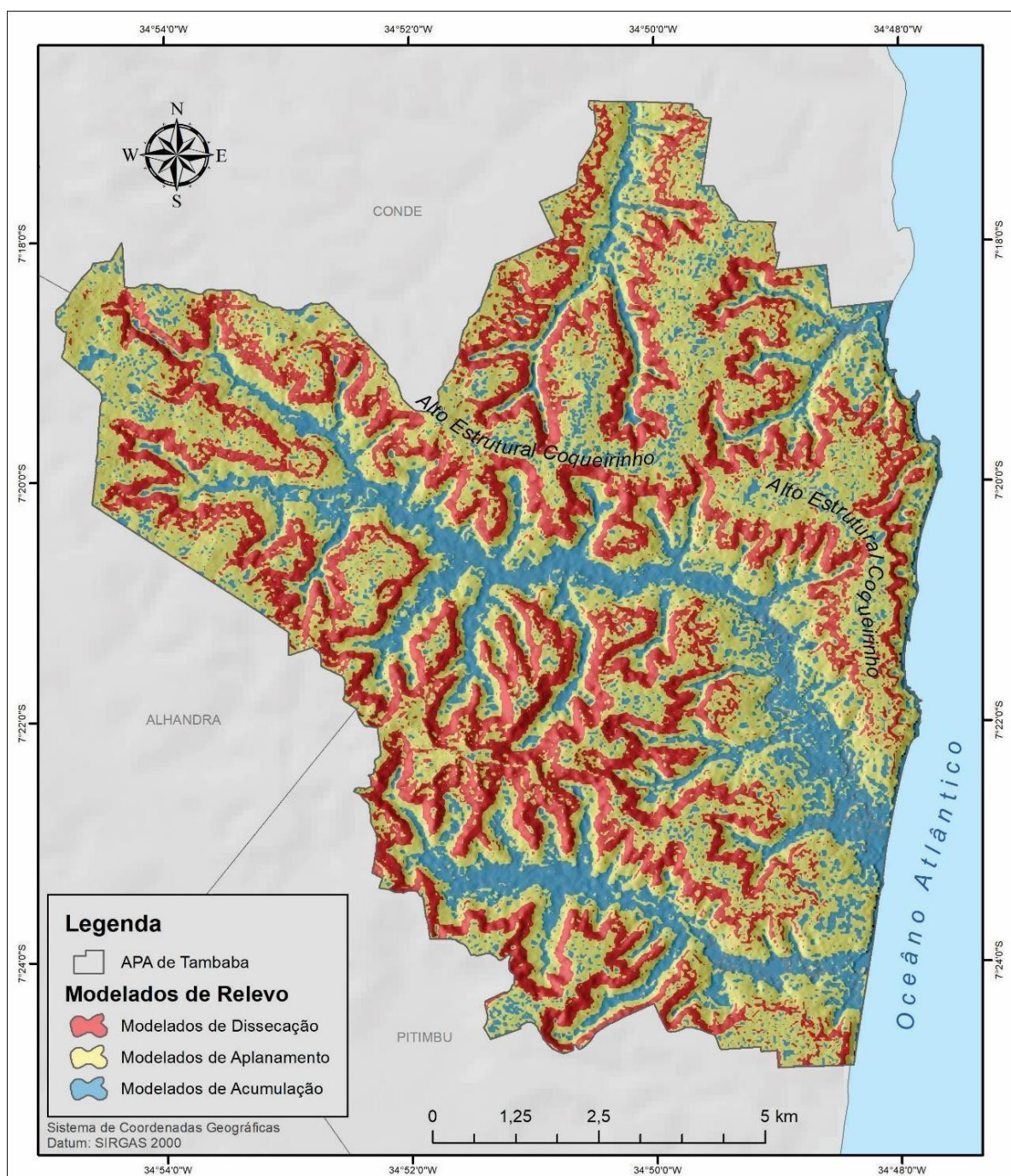
Essas áreas são caracterizadas, essencialmente, por composição quartzosa, textura arenosa, baixa fertilidade natural, elevada permeabilidade e porosidade, ausência de minerais primários alteráveis e grande profundidade (EMBRAPA, 2018; Pinheiro Júnior *et al.*, 2020). Na APA de Tambaba, esses terrenos apresentam textura arenosa, compostos principalmente por quartzo, feldspato e mica, constituindo os Neossolos Quartzarênicos.

A compreensão da dinâmica dos desses solos é fundamental para o planejamento e gestão adequados do território costeiro, visando a proteção e a conservação desses ecossistemas importantes para a biodiversidade.

4.2 Um olhar específico sobre os compartimentos geomorfológicos

Para a classificação geomorfológica da da Área de Proteção Ambiental Estadual de Tambaba, adotou-se uma abordagem interpretativa dos processos morfodinâmicos. Na área objeto da pesquisa foram identificados os modelados de dissecação, dissolução e acumulação (Figura 25).

Figura 25 - Mapa dos Modelados de relevo da Área de Proteção Ambiental Estadual de Tambaba



Fonte: Elaboração do Autor (2022).

Com os dados obtidos pela quantificação das classes do Modelado do Relevo da área de estudo, representadas na Tabela 4, verificou-se que as formas de dissecação ocupam 3.118 ha, correspondendo a 27,11% da área de estudo, onde a morfodinâmica é mais intensa. As formas de aplainamento, representam a maior área da APA, ocupando 6.152 ha, referente a 53,49%, caracterizando os Tabuleiros Litorâneos. A classe de acumulação, ocupa 2.230 ha, representando 19,40% da área de pesquisa, grande parte atribuída às áreas de drenagem, entrecortando os tabuleiros aplanados, caracterizadas pela agradação.

Tabela 4 - Área das classes de Modelado do Relevo da APA de Tambaba

	Área (ha)	Área (%)
Modelados de Dissecação	3.118	27,11
Modelados de Aplanamento	6.152	53,49
Modelados de Acumulação	2.230	19,40
Área Total da APA	11.500	100

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Representados pela classe de formas de dissecação, esses modelados encontram-se definindo as falésias e os rebordos dos tabuleiros. Eles representam as áreas com menor susceptibilidade ao acúmulo de água, combinado características como forte declividade, acima de 20%, caracterizando terreno fortemente ondulado, escarpado e montanhoso, curvaturas verticais de vertentes convexas e cotas altimétricas médias em torno de 40 a 61 m.

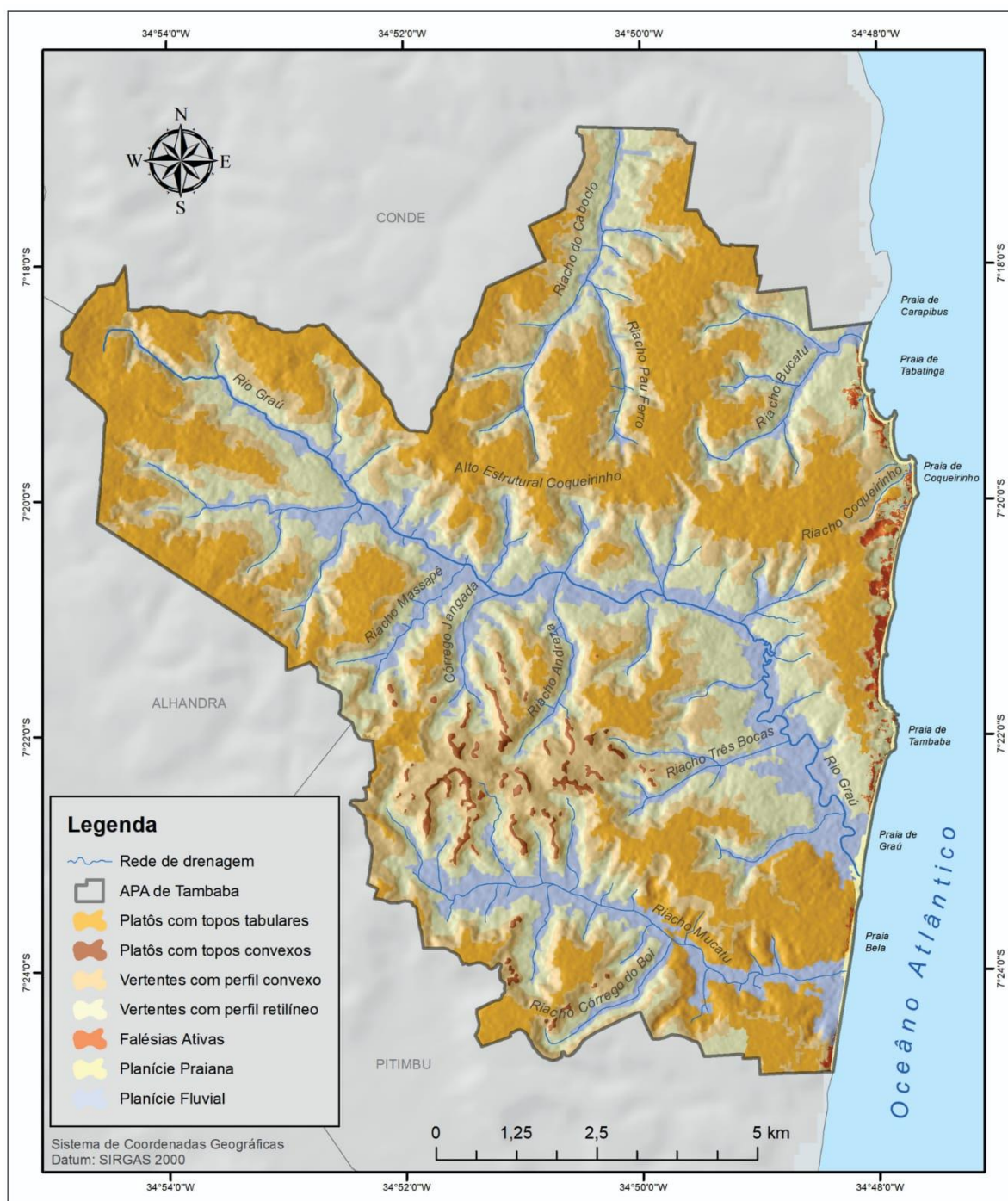
As formas de aplanamento representam as áreas em processo de denudação e dissecação moderada, localizam-se no topo dos tabuleiros, onde constituem a maior área, e nas vertentes ao longo dos cursos d'água. Essas são áreas de média susceptibilidade à acumulação hídrica, destacando-se em terrenos com declividades suavemente onduladas e onduladas, em cotas altimétricas altas, acima de 61 m. Elas apresentam valores quase nulos para curvaturas verticais, classificadas como retilíneas.

Os modelados de acumulação são diferenciados, em relação à sua gênese e resultam da atuação simultânea de diversos processos, entre elas, as áreas planas resultantes de acumulação fluvial sujeita a inundações periódicas (IBGE, 2009). A referida classe ocupa, em grande parte, as planícies litorâneas e os vales dos canais de drenagem. No caso em tela, esses elementos são mais frequentes no médio, à baixo curso dos rios Graú e Mucatu. Esse modelado é a classe com a maior susceptibilidade à acumulação hídrica. Na área, são configurados por terrenos de declividade plana e suavemente plana e curvaturas verticais côncavas. Além das baixas cotas altimétricas, as formações variam entre 1 a 22 m, representando grande parte desse modelado. Pode-se observar esses modelados de acumulação em pequenas porções, distribuídas entre os

modelados de aplanamento no topo dos platôs e divisores de água, em cotas altimétricas em torno de 22 a 42 m, característica, provavelmente, associada à dinâmica de denudação.

Quanto a compartimentação geomorfológica, a APA de Tambaba é constituída pelas seguintes formas de relevo, de acordo com a escala de análise utilizada neste trabalho: Platôs com topos tabulares, Platôs com topos convexos, Vertentes com perfil convexo, Vertentes com perfil retilíneo, Falésias ativas, Planície litorânea e Planície fluvial (Figura 26).

Figura 26 - Mapa dos Compartimentos Geomorfológicos da APA de Tambaba



Fonte: Elaboração do Autor (2022).

Os **Platôs com topos tabulares** constituem os fatos geomorfológicos mais expressivos da APA de Tambaba, caracterizando a paisagem dos Tabuleiros Costeiros, com destaque para o Alto Estrutural Coqueirinho. Seus terrenos caracterizam-se pelas declividades suavemente onduladas e onduladas, formando grandes divisores de águas das bacias hidrográficas e riachos que drenam a área de estudo (Figura 27). Os **Platôs com topos convexos** apresentam formas de dissecação, localizados na área central da APA, entre as drenagens das bacias hidrográficas dos rios Graú e Mucatu. Os processos de dissecação são mais intensos, devido à influência de canais de drenagens mais perenes e de volume hídrico mais expressivos (Figura 28).

Figura 27 - Platô com Topo Tabular e vertente com perfil convexo do riacho Bucatu



Fonte: Ivanildo C. Silva (2022).

Figura 28 - Platôs com topos Convexos entre os divisores de água dos rios Graú e Mucatu



Fonte: Ivanildo C. Silva (2022).

As **Vertentes com perfil convexo** delimitam e delineiam os platôs, caracterizadas pelos processos de dissecação, onde os processos de morfodinâmica são mais intensos, sofrendo influência pluvial e do intemperismo.

Enquanto as **Vertentes com perfil retilíneo** caracterizam-se pela influência do escoamento superficial das águas pluviais, também da rede de drenagem e intemperismo, como agentes responsáveis pelos processos que esculpem o relevo e constituem esta forma (Figura 29).

Figura 29 - Vertentes com perfil retilíneo no tributário do Rio Graú



Fonte: Ivanildo C. Silva (2022).

- **As Planícies litorâneas** são áreas que sintetizam a ação dos processos de ordem climática, oceanográfica, tectônica e morfossedimentar (Claudino-Sales, 2007; Meireles, 2014). A planície é, portanto, uma forma de relevo, onde os processos de deposição são superiores aos de desgaste ou dissecação da paisagem. Isso significa que a verdadeira planície é uma forma de relevo relativamente recente (Guerra; Guerra, 2021).

No que concerne a APA de Tambaba, esses ambientes referem-se às planícies costeiras ou marinhas, entre as falésias e o mar, possuindo alguns pontos de faixa estreita, que constituem a área entre a praia de Tambaba e a Barra do Graú (Figura 30). Na área de estudo, no domínio da planície litorânea, são encontradas as praias e as planícies fluviomarinhas. Geomorfologicamente, Furrier (2007) divide a planície costeira em praias, terraços marinhos, planícies marinhas, planícies fluviomarinhas, planícies fluviais e terraços fluviais.

Figura 30 - Planície na Barra do Graú



Fonte: Márcio B. Cavalcante (2023).

Segundo Amorim e Oliveira (2008), as planícies litorâneas caracterizam-se por áreas parcialmente cobertas por uma vegetação rasteira, típica do estrato herbáceo da vegetação de restinga. No contexto geomorfológico, as planícies marinhas situam-se no domínio morfoestrutural Planície Costeira, apresentando como fisionomia característica a presença de praias dissipativas com baixíssima declividade (inferior a 2%).

- **As Planícies fluviais** são as áreas justapostas ao fluxo fluvial, margeando o canal do rio. São constituídas pelos sedimentos depositados pelos rios (Guerra; Guerra, 2021), criando solos aluvionares, formados por compostos sedimentares de granulometria de sedimentos variados, decorrentes da ação da rede de drenagem. De acordo com Costa *et al.* (2020), essas unidades geomorfológicas são decorrentes da acumulação de sedimentos aluviais, depositados pela ação da rede de drenagem. São caracterizadas como côncavas, com terrenos de declividade plana e praticamente plana, de baixas cotas altimétricas, com trechos recobertos e acompanhados vegetação arbustiva/herbácea, de matas ciliares, veredas e mangues.

Esses ambientes são representados pelos setores abrangidos pela dinâmica fluvial, formados pelos processos relacionados à erosão, transporte e deposição de sedimentos em ambientes aluvionares. Essas áreas ocupam praticamente todas as bacias hidrográficas que compõem a APA de Tambaba. Observou-se que a planície fluvial próxima a desembocadura do rio Graú é constituída por uma área bastante estreita (Figura 31).

Figura 31 - Planície fluvial próxima a desembocadura do rio Graú, Pitimbu



Fonte: Ivanildo C. Silva (2022).

As Falésias são definidas por escarpas costeiras, modeladas principalmente pela abrasão marinha, constituídas de rochas da Formação Barreiras e compostas por sedimentos parcialmente consolidados (Maia; Amorim; Meireles, 2022). O IBGE (2009) define como formas costeiras abruptas esculpidas por processos erosivos marinhos de alta energia que ocorrem no limite entre as formas continentais e a praia atual, em trechos de costas altas. No litoral nordestino, diferentes indicadores evidenciam a presença das flutuações do nível do mar, durante o quaternário. Dentre esses indicadores podemos citar: as paleofalésias e os terraços marinhos (Meireles, 2014).

Com base no seu estado evolutivo das falésias, Miccadei *et al.* (2019), classificam em três grupos: ativas, inativas e paleofalésias. As primeiras são definidas como paredões costeiros, afetadas pela dinâmica erosiva, resultante da atuação constante da ação das ondas e das marés, atuando sobre sua base. As falésias inativas estão localizadas próximas à zona costeira. Entretanto, possuem sua base protegidas por blocos de rochas que caíram da escarpa. Por fim, as paleofalésias são formadas durante o Pleistoceno ou Holoceno em um cenário com nível do mar mais elevado (período transgressivo). Por estar afastada do nível do mar atual, não recebem influência da dinâmica erosiva marinha na sua base.

No litoral da Paraíba, em especial, no litoral sul, as falésias constituem como pronunciados afloramentos verticais dos arenitos e conglomerados de coloração variadas,

provenientes da Formação Barreiras, correlata à Era Cenozóica, caracterizando rochas jovens, do ponto de vista do tempo geológico (Figura 32).

Figura 32 - Falésias na praia de Tambaba



Fonte: Acervo do Autor (2022).

As falésias localizadas na área da APA de Tambaba, possuem, com maior evidência, processos erosivos lineares, como ravinas e voçorocas e de dissecação do relevo, influenciadas pela abrasão marinha, eólica ou pluvial e aceleradas pelas atividades antrópicas. São áreas com bastante susceptibilidade aos agentes de elaboração do relevo, caracterizadas pela grande amplitude altimétrica, em relação ao nível do mar, alta declividade em terrenos costeiros fortemente ondulados, escarpados e montanhosos, em alguns pontos com ausência de vegetação. Conforme Torres, Marques Neto e Menezes (2013), a ação humana, ao eliminar a cobertura vegetal, altera, de forma substancial, as relações entre as forças de ação (processos morfogenéticos e morfodinâmicos) e as de reação, gerando desequilíbrios morfológicos ou impactos geoambientais nas áreas de ocorrência.

Muehe (2011) afirma que considerando a morfodinâmica costeira, a erosão das falésias permite o fornecimento de parte dos sedimentos que alimentam as praias e as dunas frontais, tornando as falésias parte do sistema geomorfológico costeiro. Na figura 33, é perceptível o processo de intemperismo na falésia inativa na praia de Coqueirinho (Castelo da Princesa), com destaque para a magnitude da voçoroca, produzida pela erosão linear, causada pelo aumento da

velocidade de escoamento das águas pluviais. Com isto, o processo erosivo é intensificado, levando a escorregamento na área de cabeceira.

Dentre os agravantes ambientais dessas erosões lineares, tais como, ravinas e voçorocas, Guerra (2012) afirma que o surgimento delas está associado ao aumento do escoamento superficial, desenvolvido principalmente pela ocupação antrópica, ligada ao desmatamento e à construção de estradas, cujos traçados canalizam as águas pluviais e aumentam seu potencial erosivo.

Figura 33 - Falésia inativa na praia de Coqueirinho (Castelo da Princesa), com



Fonte: Márcio B Cavalcante (2022).

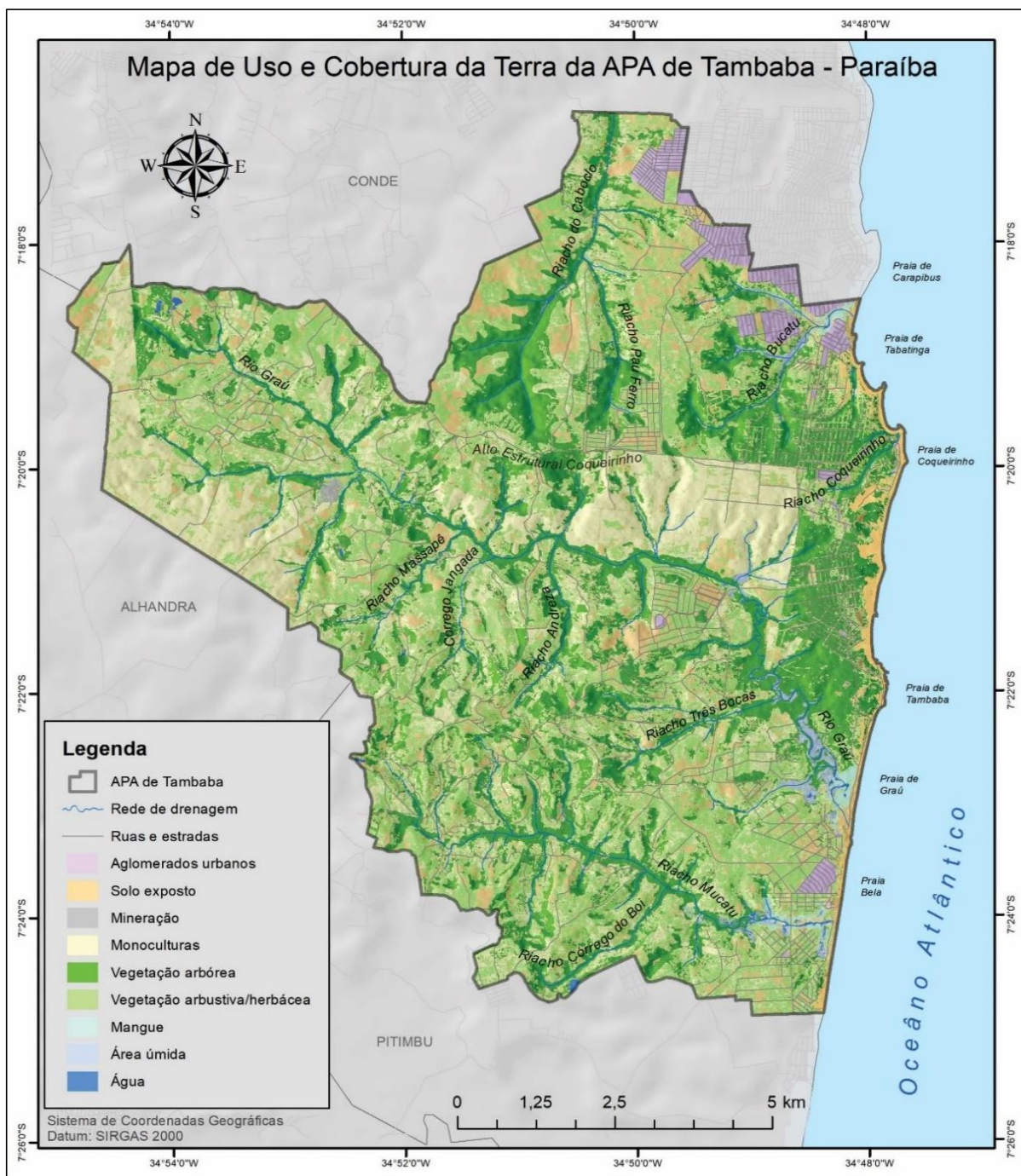
Quanto aos fatores que contribuem para a ocorrência de voçorocas pode-se destacar aqueles associados aos aspectos naturais, como a precipitação pluvial (intensidade e frequência), características do relevo (comprimento, forma, orientação e declividade entre outros), características pedológicas (textura, estrutura, densidade aparente, porosidade, permeabilidade, estabilidade de agregados, entre outros) (Guerra, 2011).

4.3 Uso e Cobertura da Terra

A partir dos dados coletados, foram identificadas nove classes de uso e cobertura da terra na APA de Tambaba: **Vegetação arbórea, Vegetação arbustiva/herbácea, Mangue,**

Monoculturas, Mineração, Solo exposto, Aglomerados urbanos, Área úmida e Água (Figura 34).

Figura 34 - Mapa de Uso e Cobertura da Terra da APA de Tambaba



Fonte: Elaboração do Autor (2022).

A classe **Vegetação arbórea** identifica-se a partir de fragmentos de remanescentes de Mata Atlântica, acompanhando os cursos fluviais compondo as matas ciliares, os terraços fluviais, parte da planície de inundação, as vertentes retilíneas e os Platôs de topos tabulares no

Alto Estrutural Coqueirinho, alternando com a vegetação arbustiva (Figura 35). Na área, destaca-se as espécies arbóreas das famílias *Tapirira guianensis* (Cupiúba), *Caesalpinia echinata* (Pau brasil), *Anacardium occidentale* L. (Cajueiro), *Hancornia speciosa* (Mangueira), *Byrsonima gardneriana* (Murici-pitanga), *Tabebuia avellanedae* (Ipé-roxo), *Tabebuia chrysotricha* (Ipé-amarelo), entre outras.

Figura 35 - Vegetação arbórea remanescente de Mata Atlântica próximo a praia de Coqueirinho



Fonte: Márcio B. Cavalcante (2022).

Essa vegetação encontra-se fragmentada para ceder lugar a áreas para a abertura de estradas e loteamentos em consolidação, inclusive nas bordas das falésias.

A Classe **Vegetação arbustiva/herbácea** constitui uma classe bastante expressiva na APA de Tambaba. Entrecortada pela vegetação arbórea, essa vegetação pode ser localizada desde o litoral, onde é composto pela restinga²⁵ e por arbustos litorâneos até o interior da UC, representada pela vegetação arbustiva-herbácea nativa e secundária (Figura 36).

A cobertura vegetal das praias é constituída por plantas herbáceas, adaptadas às condições de variação de salinidade e ocupa a grande parte das planícies de substratos arenosos (Sampaio *et al.*, 2005). As espécies Salsa de praia (*Ipomoea pes-caprae* Roem. & Schult) e

²⁵A Lei nº 12.651, de 2012, define restinga como depósito arenoso paralelo à linha da costa, de forma geralmente alongada, produzido por processos de sedimentação, onde se encontram diferentes comunidades que recebem influência marinha, com cobertura vegetal em mosaico, encontrada em praias, cordões arenosos, dunas e depressões, apresentando estrato herbáceo, arbustivo e arbóreo (Brasil, 2012).

pinheiro da praia (*Remirea maritima* Aublet), são bem características dessa vegetação pioneira, além de variedades de gramíneas e ciperáceas (Zickel *et al.*, 2021).

Figura 36 - Espécie vegetal herbácea



Fonte: Márcio B. Cavalcante (2023).

Nos solos mais afastados da influência direta do mar, distribui-se a vegetação arbustiva e rasteira, como a maçaranduba (*Manilkara huberi*) e o murici-da-praia (*Byrsonima sp.*), espécies características desses ambientes (Melo; Rodriguez, 2012).

A vegetação de restinga possui papel fundamental na estabilização das areias das dunas, no controle de processos erosivos na costa litorânea, na manutenção da biodiversidade local, regula o clima, controla inundações, estoca carbono orgânico, entre outros serviços ecossistêmicos (Darold; Irigaray, 2018; Kuster *et al.*, 2019). Na APA e adjacências, áreas antes ocupadas pela vegetação pioneira de restinga, encontra-se, atualmente substituída por coqueirais ou devastada pela construção civil. Soma-se a isso, a erosão costeira, que deve ser motivo de preocupação, pois pode levar ao colapso de importantes ecossistemas costeiros, entre elas, a vegetação de restinga (Souza *et al.*, 2005).

A classe **Monoculturas** refere-se aos tipos de culturas encontradas, relacionadas a práticas sazonais de cultivos, como a cultura do abacaxi (*Ananas comosus*), banana (*Musa ssp.*), cana-de-açúcar (*Saccharum sp.*) e outras associações, representadas de forma fragmentada na área (Figura 37). Verificou-se, também, práticas mais perenes, como a monocultura do coco (*Cocos nucifera*) e a do bambu (*Bambuseae*), espécie exótica. Os bambuzais ocupam extensas áreas do interior da APA, representadas de forma significativa no mapa de uso e cobertura da

terra. Identificou-se em algumas áreas, em menor proporção, áreas destinadas à agricultura de subsistência.

Figura 37 - Plantação de banana em área de Neossolo Flúvico, localizada próxima a Planície Fluvial do rio Graú



Fonte: Márcio B. Cavalcante (2023).

A **classe Mangue** caracteriza-se por um ecossistema que se distribui por todas as regiões litorâneas de clima tropical pluvial (equatorial), quente e úmido, do mundo. Essa classe predomina na faixa intertropical, mas pode estender-se pouco além dela, em virtude de correntes marinhas costeiras e quentes que podem chegar a latitudes extratropicais (Coutinho, 2016). O autor acrescenta que no Brasil, os manguezais formam uma faixa descontínua que vai do Estado do Amapá a Santa Catarina.

Os manguezais constituem uma comunidade de plantas lenhosas adaptadas a ambientes alagados, pobremente aerados, sujeitos a influências salinas (Villwock *et al.*, 2005). Esses ecossistemas caracterizam-se pela vegetação de influência flúviomarinha que ocorre nas zonas lamosas, no encontro do ambiente fluvial com o marinho, sofrendo a influência das marés. Na APA de Tambaba, os manguezais ocorrem, principalmente, nos estuários dos rios Bucatu, Grau e Mucatu. Em termos fitogeográficos, verificou-se na área as espécies *Rhizophora mangle* L. (manguezal vermelho), *Laguncularia racemosa* (manguezal branco) e *Avicennia schaueriana* (manguezal preto, MP), cujas raízes permanecem expostas, conferindo aparência peculiar flutuante (Rossetti, 2008) (Figura 38).

Figura 38 - Ambiente de mangue no tributário do riacho Mucatu



Fonte: Márcio B. Cavalcante (2021).

Os manguezais são de extrema importância para a vida marinha e humana, visto que oferecem diversos serviços ecossistêmicos, servindo como berçário e refúgio para a reprodução de diversas espécies, como peixes, aves e crustáceos. Os manguezais também auxiliam na estabilização dos sedimentos, reduzindo a ação dos processos erosivos (Costa, 2017). Todavia, a vegetação de mangue²⁶ vêm sendo alvo da degradação ambiental, através das alterações na forma de uso do solo, desmatamento, lançamento de efluentes industriais e domiciliares, entre outros (Rivera; Cortés, 2007).

O **Solo exposto** (Figura 39) é a classe que representa os vazios entre toda a vegetação classificada no mapa de uso e cobertura da Terra, podendo estar associada à agricultura, nas fases entressafras, após a colheita ou no preparo do solo. Essas áreas também caracterizam os afloramentos de areia, encontrados no interior da APA, as áreas desnudadas nos topos e vertentes convexas, assim como nas falésias ativas e na planície litorânea. No local, o solo exposto foi substituído, ao longo dos anos, por pastagens e áreas urbanas, provocando significativas modificações nas paisagens.

²⁶ A vegetação de Mangue é protegida pelo Código Florestal Brasileiro (Brasil, 2012), Lei nº 12.651/2012, sendo reconhecida como Área de Preservação Permanente (APP) (capítulo II, seção I). A lei considera o manguezal como APP em toda a sua extensão, tanto em zonas rurais como urbanas (artigo 4º, inciso VII), mantendo o disposto no Código Florestal de 1965. Em seu artigo 3º, trouxe algumas definições, entre as quais a de manguezal (inciso XIII), reproduzindo a mesma redação da Resolução Conama no 303/2012; salgado ou marisma (inciso XIV); apicum (inciso XV) e áreas úmidas (inciso XXVI) (Brasil, 2012).

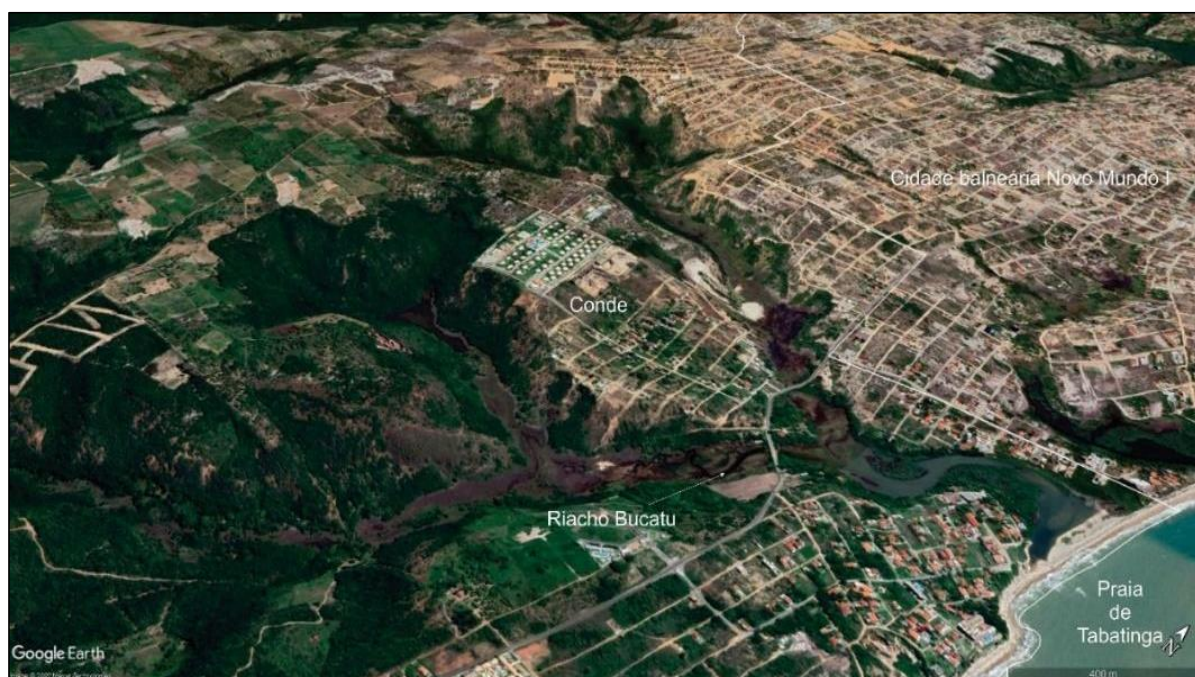
Figura 39 - Solo exposto para monoculturas nas vertentes do rio Graú



Fonte: Adaptado de imagem do Google Earth (2022).

Os **Aglomerados urbanos** constituem a classe que representa as áreas urbanas, distribuídas ao longo da faixa litorânea, mais consolidadas nas áreas mais baixas das praias, como Carapibus e Tabatinga, na foz do riacho Bucatu e do riacho do Caboclo, na praia Bela, entre a foz do rio Graú e do riacho Mucatu (Figura 40).

Figura 40 - Aglomerados urbanos na Costa do Conde, Área de Tambaba



Fonte: Adaptado de imagem do Google Earth (2022).

Na APA de Tambaba, o setor imobiliário colabora, em alguns casos, para infringir a legislação ambiental. O crescimento desordenado do número de loteamentos em Áreas de Preservação Permanente, como nos topos das falésias, provoca conflitos socioambientais, especulação imobiliária, supressão da vegetação nativa, solos expostos e favorecimento de processos erosivos evidenciados em determinadas áreas da UC.

Essa realidade é comprovada por Santos *et al.* (2023), em seus estudos constataram que os ambientes costeiros do Brasil são altamente explorados, impactados, em grande parte pela especulação imobiliária, exercendo pressão sobre a vegetação dos espaços de produção do turismo. Essas transformações tendem a agravar um quadro de ocupação desordenada e irregular do litoral brasileiro, provocando consideráveis danos ao ambiente natural e às populações tradicionais.

A classe **Mineração** se refere a três tipos de atividades mineradoras, desenvolvidas na área da APA: mineração de calcário, extração de areia e escavação superficial. A extração de areia ocorre, principalmente, nas nascentes do riacho do Caboclo e no baixo curso do rio Graú, na divisa dos municípios do Conde e Pitimbu. A mineração de calcário se dá por meio da exploração, proveniente da fábrica de cimento no município de Pitimbu (Figura 41).

Figura 41 - Mineradora de calcário localizada próxima a planície de inundação do rio Graú



Fonte: Ivanildo C. Silva (2022).

Ressalta-se, no entanto, que a implantação da fábrica de cimento trouxe benefícios para a sociedade, no tocante à geração de empregos e renda, possibilitando o desenvolvimento local. Porém, acarretou danos nocivos ao ambiente e à saúde humana (Silva, 2021).

A classe **Área úmida** representa os ambientes identificados como de solos encharcados, geralmente associados à planície de inundação. Esses elementos localizam-se nas áreas de mangue e nas planícies dos rios que drenam a APA, podendo estar associados a interação das águas pluviais, superficiais e subterrâneas, assim como a variáveis geomorfológicas, geológicas e pedológicas, sendo bastante representativas no baixo curso dos rios Graú, Bucatu e Mucatu. Essas áreas encontram-se a sudoeste do município do Conde, quanto a capacidade de uso da terra é classificada como não cultiváveis e com severas limitações a atividades agrícolas ou ocupação humana.

A **classe Água** refere-se aos corpos hídricos com superfícies expostas, encontrados em pequenos lagos artificiais e as superfícies expostas, no baixo curso dos rios Graú, Bucatu e Mucatu, quando os cursos d'água ganham magnitude, expandindo a planície de inundação, aumentando de largura e expondo a superfície hídrica, facilitando a visualização entre as matas ciliares (Figura 42).

Figura 42 - Área úmida, terraço fluvial e manguezal da foz do rio Graú

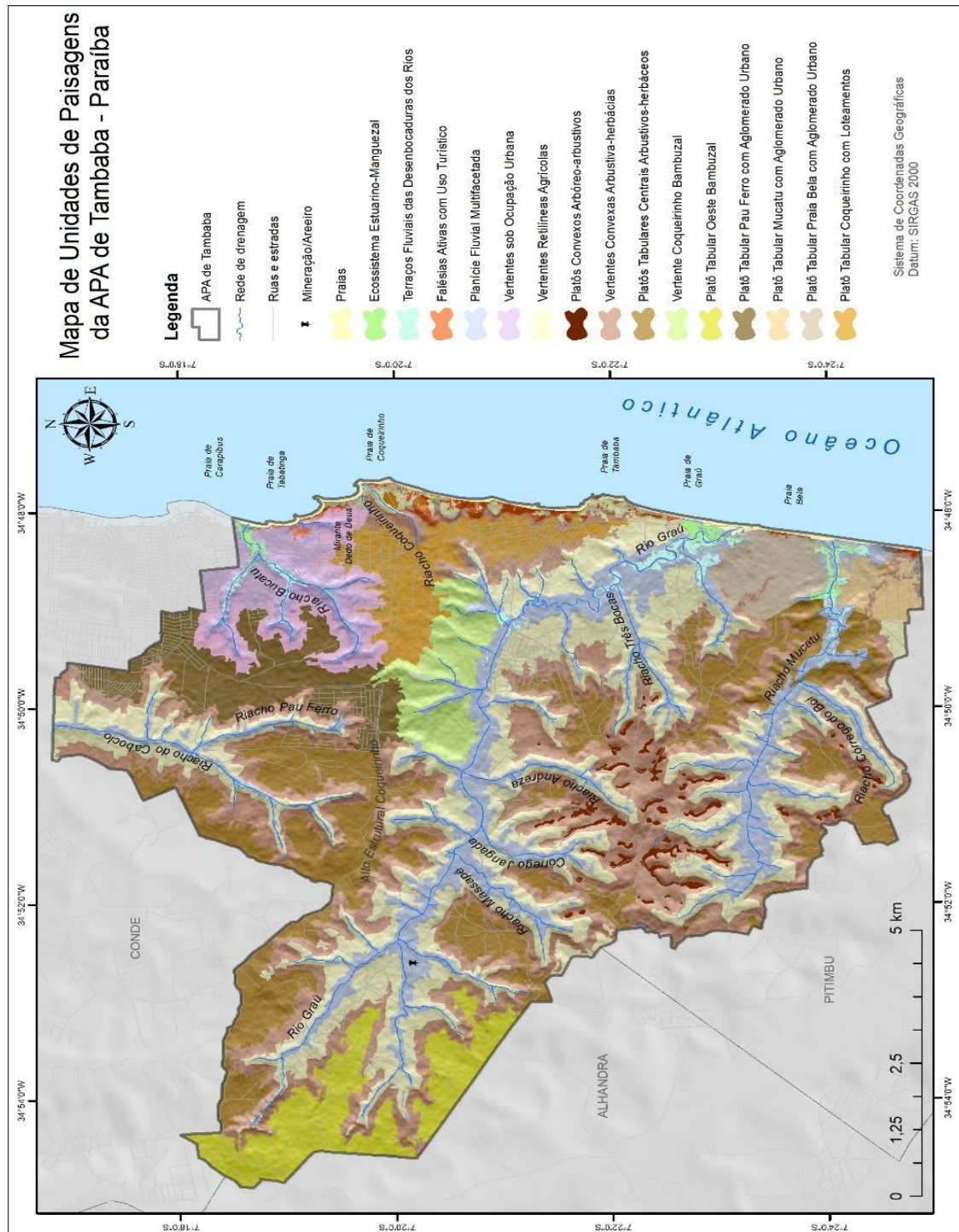


Fonte: Adaptado de imagem do *Google Earth* (2023).

4.4 Unidades de paisagens

Através da análise fotointerpretativa e da integração dos dados obtidos com a classificação do mapa dos compartimentos geomorfológicos, sobrepostos ao mapa de Uso e Cobertura, foi possível mapear e caracterizar 16 Unidades de Paisagens (Figura 43).

Figura 43 - Mapa de Unidades de Paisagens da Áa de Proteção Ambiental Estadual de Tambaba



Fonte: Elaboração do Autor (2022).

4.4.1 Praias

A Unidade de Paisagem **Praias** é definida como depósitos de sedimentos com textura comumente arenosa, acumulados pela ação das ondas ao longo do tempo, por processos fluviais ou marinhos (Muehe, 2011). Com base nos aspectos morfológicos, segundo Silva (2018), essas áreas podem ser subdivididas em ante-praia (parte permanentemente submersa e sujeita a ação das ondas), estirâncio (faixa de praia situada entre as linhas de mais alta e mais baixa maré) e pós-praia (situa-se entre o limite do estirâncio e até a feição seguinte, geralmente, os solos começam a ser formados).

A APA de Tambaba possui aproximadamente 12 Km de extensão litorânea, no sentido Norte-Sul da APA, compreendendo, na sequência, as praias: Tabatinga, Coqueirinho, Arapuca, Tambaba, Barra do Graú e a praia Bela (Figura 44).

Figura 44 - a) praia de Tabatinga e seu núcleo urbano. b) Linha de falésias ao sul da praia de Tabatinga. c) Mirante das Tartarugas. d) praia de Coqueirinho com destaque para a planície litorânea e as falésias



Fonte: Márcio B. Cavalcante (2022).

Na APA de Tambaba, o segmento turístico está intrinsecamente relacionado aos aspectos geológicos e geomorfológicos e a prática do naturismo. O litoral sul do Estado da Paraíba é um dos destinos turísticos mais procurado da Paraíba, apresentando a maior

concentração de segundas residências, principalmente nas praias de Jacumã, Carapibus e Tabatinga, essa última dentro dos limites da APA de Tambaba. A praia de Tambaba (Figura 45), localizada no município de Conde, tem cerca de 130 m de extensão. Essa praia é conhecida nacionalmente e internacionalmente como um verdadeiro paraíso natural, com trechos de areia clara e piscinas naturais, formadas pelas marés, além de ser famosa pela prática do naturismo em uma de suas áreas.

Em 1999, por meio de decreto municipal, tornou-se a primeira praia de naturismo da Região Nordeste brasileira. A área da praia é dividida por dois esporões de calcário recifal, separando duas enseadas: ao Norte, na qual localiza o setor não naturista, com aproximadamente 30 m; e ao Sul, o setor naturista, com cerca de 250 m de extensão (Pereira, 2019).

Figura 45 - Vista aérea da praia de Tambaba



Fonte: Pereira (2019) adaptado de Ricardo Paulo (2006).

Em relação ao contexto geoambiental, a APA de Tambaba está inserida na Unidade Geoambiental dos Tabuleiros Costeiros. A morfoescultura acompanha o litoral do Nordeste brasileiro, compreendendo platôs de origem sedimentar, com altitude média de 50 a 100 metros, apresentando grau de entalhamento variável, manifesta-se em vales estreitos e encostas

abruptas, ora abertos com encostas suaves e fundos com amplas várzeas (CPRM, 2005; IBGE, 2019) (Figura 46).

Figura 46 - a) Piscinas naturais da Praia de Tambaba. b) praia de Tambaba.



Fonte: Márcio B. Cavalcante (2022).

A ocupação e o uso do solo na região, ocorreu inicialmente por intermédio de imobiliárias financiadas pela Prefeitura Municipal do Conde (Targino *et al.*, 2008). De acordo com estudos desenvolvidos por Rosa (2017), a área costeira do Conde possui dois períodos de expansão urbana: a parte mais próxima à praia é de ocupação mais antiga, com casas de veraneio desde meados dos anos 1980, e a área mais afastada da orla é de ocupação mais recente, a partir de meados de 2000. A ocupação por equipamentos turísticos, como hotéis e pousadas, se dá desde a década de 1990. Porém, a ocupação alcançou maior expansão após o ano de 2000.

A mancha urbana, na faixa costeira em estudo, tem apresentado crescimento em loteamentos e edificações. Dessa maneira, as construções multifamiliares, hotéis e *resorts* têm alterado a paisagem da área.

4.4.2 Ecossistema Estuarino-Manguezal

A Unidade de Paisagem **Ecossistema Estuarino-Manguezal** caracteriza-se pelos canais de drenagem que se conectam ao oceano, associada aos estuários dos rios Graú, Mucatu e Bucatu. Seus estuários formam significativas áreas de manguezais, predominantes nas descontinuidades, ao longo da linha de falésias. Esses ambientes vêm sendo transformados pelo processo de urbanização sem planejamento territorial. Nota-se a substituição dos manguezais nas áreas urbanas no entorno da foz do riacho Bucatu (Figura 47). Tal fato, além da supressão da vegetação, pode ocasionar, ainda, a perda da qualidade ambiental da bacia.

Os manguezais são ambientes naturais de fundamental importância para a manutenção e o sustento do equilíbrio ecológico da cadeia alimentar das regiões costeiras. Eles abrigam uma grande biodiversidade e consistem em um berçário natural para várias espécies marinhas, espaço de reprodução e de alimentação para peixes, moluscos e crustáceos. Nessa perspectiva, Alves e Nishida (2016, p. 43), consideram que o manguezal é “uma unidade ecológica da qual depende grande parte da população humana, constituindo-se um ponto de partida para o sustento, tendo assim uma grande importância econômica”.

Figura 47 - Ecossistema estuarino-manguezal na foz do riacho Bucatu



Fonte: Ivanildo C. Silva (2022).

Todavia, esse ecossistema é considerado uma área com grau altíssimo de instabilidade. Ele apresenta-se como vulnerável às atividades humanas, que têm causado alterações na cadeia

trófica, como a supressão da cobertura vegetal que rompe a base alimentar, seguida da morte de microrganismos, escalando até os níveis heterotróficos da cadeia, dependendo da intensidade, conduzindo à redução de populações, ou até mesmo à extinção de espécies (Souza *et al.*, 2020). São enquadradas, de acordo com o novo Código Florestal, como Áreas de Preservação Permanente (APP), embora diante do exposto, exista uma série de atividades que diminuem as funções ambientais destes ambientes (Brasil, 2012).

4.4.3 Terraços fluviais das desembocaduras dos rios

A Unidade de Paisagem **Terraços Fluviais** origina-se pelo aprofundamento dos talwegues, podendo se caracterizar por terrenos planas ou suavemente onduladas, contendo pequenos declives. São uma consequência de regressões marinhas, evidências de processos transgressivos ou soerguimento do terreno, que rebaixam o nível de base (Pereira, 2019; Suguio, 1998). A área estudada, caracteriza-se por amplos terraços fluviais, associados ao baixo curso dos rios Graú, Mucatu e Bucatu, com áreas de terrenos encharcados, conhecidos como “banhados”, recobertos por vegetação herbácea, nas áreas com manchas úmidas que acompanham as cabeceiras dos afluentes em baixas cotas altimétricas (Figura 48).

Figura 48 - Terraço Fluvial, Área Úmida e Manguezal da foz do rio Graú



Fonte: Adaptado de imagem do *Google Earth* (2022).

Os terraços fluviais, associados ao baixo curso dos rios que drenam a área, geralmente possuem um relevo mais estável e menos suscetível aos processos erosivos intensos. Em âmbito geral, as variáveis morfométricas da área, a caracteriza como acumuladora de matéria e energia. No que se refere a vulnerabilidade, em certas áreas, especialmente nas cabeceiras dos afluentes em baixas cotas altimétricas, pode haver uma vulnerabilidade média, devido à maior suscetibilidade a inundações sazonais ou outros eventos relacionados ao ciclo hidrológico.

4.4.4 Falésias ativas com uso turístico

A Unidade de Paisagem **Falésias Ativas com uso turístico** é a principal área que compõe o cenário turístico da APA de Tambaba. Atualmente, as falésias e a praia de Tambaba vêm sendo o principal apelo para a especulação imobiliária. Nessa unidade, as falésias destacam-se como principal formação geomorfológica (Figura 49).

Figura 49 - Falésias/Turismo no Tabuleiro Costeiro



Fonte: Adaptado de imagem do *Google Earth* (2022).

Desse modo, as atividades turísticas nessa área, indicam uma intensa atividade humana e exploração da área para fins turísticos. Essas formas de uso vêm resultando em impactos significativos no ambiente natural, como a erosão das falésias, devido a supressão da vegetação, criação de loteamentos e edificações, construção de infraestruturas turísticas e ausência de fiscalização pelos órgãos públicos. Outro fator de destaque é a especulação imobiliária

mencionada, que sugere a possibilidade de alterações e pressões adicionais sobre a paisagem. Portanto, os possíveis impactos ambientais decorrentes desse conflito na região, resultam em classe de vulnerabilidade ambiental alta.

Apesar das preocupações levantadas sobre as atividades turísticas na APA de Tambaba, é importante reconhecer que a presença de turistas pode trazer benefícios significativos para os moradores locais e para a economia das comunidades adjacentes.

O turismo sustentável²⁷ pode ser uma fonte vital de renda para os assentamentos locais, proporcionando oportunidades de emprego diretas e indiretas em diversas áreas, como hospedagem, alimentação, artesanato e guias turísticos através da criação do Shopping Rural (Figura 50).

Figura 50 - Shopping Rural na Área de Proteção Ambiental de Tambaba: a) Sorveteria Tambaba. b) Loja de roupa de praia. c) Cachaçaria. d) Quitanda



Fonte: Márcio B. Cavalcante (2023).

²⁷ Aquele ecologicamente suportável em longo prazo, economicamente viável, assim como ética e socialmente equitativo para as comunidades locais. Exige integração ao meio ambiente natural, cultural e humano, respeitando a frágil balança que caracteriza muitas destinações, em particular pequenas ilhas e áreas ambientalmente frágeis (OMT, 2013).

Além disso, o fluxo de visitantes pode impulsionar o desenvolvimento de pequenos negócios locais, estimulando o empreendedorismo e criando uma cadeia produtiva mais diversificada, por meio da economia solidária. Nesse sentido, os moradores têm a oportunidade de apresentar suas tradições culturais, artesanato e culinária, promovendo um sentimento de pertencimento à região (Figura 51).

Figura 51 - Iniciativas de desenvolvimento local na Área de Tambaba: a) Doces Tambaba, que inspirou o documentário intitulado “Doces Tambaba do Cajueiro ao Shopping Rural”. b) Sede da associação dos trabalhadores rurais do sítio Tambaba



Fonte: Márcio B. Cavalcante (2023).

Outro aspecto importante é a sensibilização a respeito da conservação da natureza e dos recursos naturais, que deve tornar uma preocupação compartilhada pelos moradores locais e turistas. A conscientização sobre a importância da preservação da área para as gerações futuras pode ser ampliada por meio do incentivo às práticas de preservação ambiental, contribuindo para a manutenção do equilíbrio ecológico da região (Figura 52).

Figura 52 - Iniciativas de desenvolvimento local no turismo sustentável na Área de Proteção Ambiental de Tambaba: a) frases que preparam o turista na contemplação na vista da Praia do Coqueirinho do Mirante Dedo de Deus. b) Mirante Dedo de Deus



Fonte: Márcio B. Cavalcante (2023).

O turismo também pode catalisar investimentos em infraestruturas locais, como estradas, sistemas de abastecimento de água e tratamento de esgoto, o que beneficia não apenas os visitantes, mas também os residentes locais. Essas melhorias na infraestrutura podem resultar em uma qualidade de vida melhor para as comunidades locais.

Embora sejam legítimas as preocupações, com possíveis impactos ambientais e especulação imobiliária, é possível mitigar esses problemas por meio de um planejamento turístico responsável, envolvendo a colaboração das autoridades governamentais, das comunidades locais e das partes interessadas. A promoção de práticas sustentáveis de turismo, como limitação do acesso a áreas sensíveis, controle de fluxo de visitantes e desenvolvimento de infraestruturas com baixo impacto ambiental, pode ajudar a proteger a biodiversidade da região e garantir um futuro mais promissor para todos os envolvidos. Portanto, torna-se fundamental equilibrar os interesses econômicos com a preservação ambiental, promovendo o turismo de forma consciente e responsável, visando a prosperidade socioeconômica das comunidades locais sem comprometer a integridade do ecossistema natural.

4.4.5 Planície fluvial multifacetada

A Planície Fluvial Multifacetada é uma unidade de paisagem característica dos canais de drenagem da APA de Tambaba, onde a cobertura vegetal é predominantemente arbórea, com remanescente de Mata Atlântica e com enclaves arbustivos sobre a planície de inundação, formando as matas ciliares que acompanham os canais (Figura 53).

Figura 53 - Planície fluvial, polígonos de monocultura e atividades de mineração



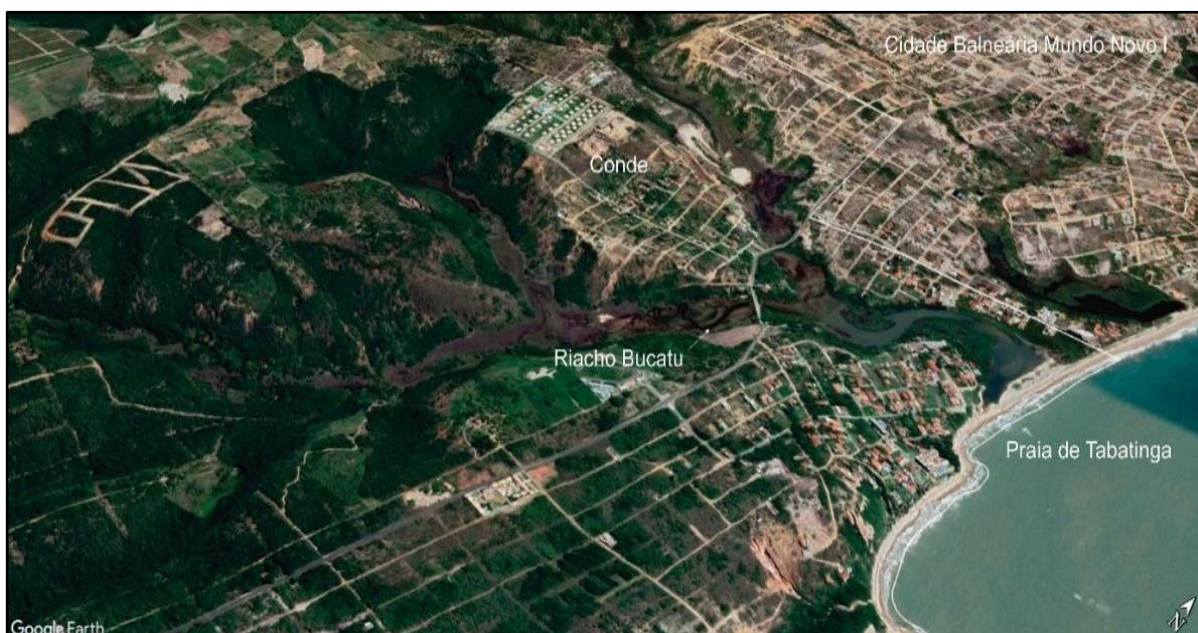
Fonte: Adaptado de imagem do Google Earth (2022).

A vegetação em torno dos corpos d'água, como a mata ciliar, tem ligação direta com a quantidade e qualidade da água das bacias hidrográficas. Lima (2021) destaca que suas principais funções são a preservação dos sedimentos e a diminuição dos efeitos de assoreamento e erosão das margens dos rios. Em relação às características morfológicas, observam-se diferentes tipos de uso da terra: ocupação urbana, estado ambiental e geoecológico. Destaca-se a complexa interação entre os elementos naturais e as atividades antrópicas, como a influência da atividade de mineração de areia, descaracterizando a paisagem, consequentemente provocando impactos ambientais e alterações na configuração da planície fluvial, por meio da supressão da mata ciliar e do processo de erosão. Estes diferentes fatores atuam na paisagem resultando em uma vulnerabilidade que varia de média a alta.

4.4.6 Vertentes sob ocupação urban

A presente Unidade de paisagem é caracterizada pela presença das vertentes e dos terraços fluviais da bacia hidrográfica do rio Bucatu, enfatizando o processo de ocupação de seu entorno, por meio do desenvolvimento do aglomerado urbano no seu estuário, entre as praias de Carapibus e Tabatinga (Figura 54).

Figura 54 - Vertentes Bacia do Bucatu/Aglomerado Urbano da Costa do Conde



Fonte: Adaptado de imagem do *Google Earth* (2023).

O padrão mais adensado e edificado da área se explica em função de uma localização mais privilegiada da orla, a partir de anos recentes e das condições estruturais do solo. O solo

mais valorizado estimula o aumento de investimentos imobiliários, em unidades residenciais e a dificuldade de expansão horizontal, devido à falta de terrenos vazios. O processo leva à verticalização e à redução de espaços livres mais arborizados, criando um padrão mais uniforme, em forma e organização espacial.

Quanto à vulnerabilidade, a presença de vertentes indica uma topografia acidentada, o que pode tornar a área mais suscetível aos processos erosivos, associadas à ocupação urbana intensiva. Em consequência, há o aumento da vulnerabilidade, com impactos como impermeabilização do solo, desmatamento e alteração nos cursos d'água. Isso implica na interação entre as características geomorfológicas das vertentes e a ocupação humana, podendo incorrer em uma alta vulnerabilidade. No entanto, as áreas onde a ocupação urbana é menos intensa, menor inclinação das vertentes ou onde são implementadas medidas de conservação e gestão ambiental mais eficazes, tendem a apresentar uma vulnerabilidade média.

4.4.7 Vertentes retilíneas agrícolas

A unidade de paisagem caracteriza-se pelo predomínio de monoculturas nas vertentes retilíneas, como a cultura do abacaxi e a da cana-de-açúcar desenvolvidas sobre esses modelados de aplanamento, localizados entre as planícies de inundação e as vertentes convexas da área de estudo (Figura 55).

Figura 55 - Cultivo de cana-de-açúcar em vertente retilínea



Fonte: Márcio B. Cavalcante (2022).

Nas áreas compreendidas pela monocultura canavieira, denotando os resquícios da vegetação primitiva apenas nas margens dos rios, nos canais de drenagem e nas vertentes de

inclinação mais acentuada (Silva, 2021). Na unidade, os impactos negativos das monoculturas são mais intensos, possivelmente em razão das áreas de declives mais acentuados, desmatamento da vegetação nativa ou maior degradação do solo em virtude de práticas agrícolas mecanizadas. Nessas áreas, a vulnerabilidade pode atingir níveis mais altos (56).

Figura 56 - Área de plantação de cana-de-açúcar em argissolos após a colheita



Fonte: Márcio B. Cavalcante (2022).

As vertentes retilíneas indicam formas lineares e regulares das encostas. Essa configuração geomorfológica pode influenciar a vulnerabilidade da paisagem. Assim como as monoculturas que podem gerar impactos como a compactação do solo, a redução da biodiversidade e a susceptibilidade a pragas e doenças. Considerando esses fatores, é possível inferir que a vulnerabilidade da paisagem é predominantemente média.

4.4.8 Platôs convexos arbóreo-arbustivos

Caracteriza-se pela cobertura vegetal arbórea e arbustiva sobre as geoformas desgastadas dos platôs convexos e semi convexos, entrecortados pela drenagem dos afluentes do riacho Mucatu e os afluentes do curso médio do rio Graú (Figura 57). Nesse contexto, essa combinação pode influenciar a vulnerabilidade da paisagem, sobre a qual é possível inferir que a vulnerabilidade da paisagem tende a ser média. Isso ocorre porque a presença de platôs desgastados pode tornar a área mais suscetível a processos erosivos.

Figura 57 - Platôs Convexos Arbóreo-arbustivos



Fonte: Imagem do Google Earth (2022).

4.4.9 Vertentes convexas arbustivas herbáceas

Unidade de paisagem desenvolvida sobre os modelados de dissecação de formas convexas, associados ao hidromorfismo de borda de platôs, bastante expressivos como continuidades desgastadas dos platôs, de formas convexas e borda dos platôs de topos tabulares, recobertos por fragmentos vegetação arbustiva e herbácea (Figura 58).

Figura 58 - Vertentes Convexas Arbustiva-herbácias



Fonte: Imagem do Google Earth (2022).

A presença do mosaico de vegetação arbustiva-herbácea recobrimdo esses modelados, caracteriza a vulnerabilidade ambiental predominantemente média. Em alguns pontos, a vulnerabilidade é considerada alta. Esse fator pode estar relacionado a fatores específicos, como a fragilidade do solo e a exposição a processos erosivos ou expostos a fatores antrópicos que aumentam os riscos ambientais nesses locais.

4.4.10 Platôs tabulares centrais arbustivos-herbáceos

Nesta Unidade de Paisagem predominam as áreas de cobertura predominante de vegetação arbustiva-herbácea sobre os tabuleiros localizados na porção central da APA de Tambaba. No que diz respeito às características físicas e vegetacionais predominantes, a vulnerabilidade ambiental é média. No entanto, alguns pontos no interior dessa unidade podem apresentar vulnerabilidade alta, consequências de atuação de fatores específicos, como fragilidade do solo, exposição a processos erosivos, através do solo exposto no período entre safras ou outros fatores relacionados à morfodinâmica (Figura 59).

Figura 59 - Platôs Tabulares Centrais Arbustivos-herbáceos



Fonte: Ivanildo C. Silva (2022).

4.4.11 Vertente coqueirinho bambuzal

Unidade de paisagem caracterizada pela monocultura do bambu, localizada no Platô Tabular Coqueirinho. Estende-se pelas vertentes, desde as cabeceiras dos afluentes do curso médio do rio Graú, até a sua planície de inundação (Figura 60).

Figura 60 - Paisagem da Vertente Coqueirinho Bambuzal



Fonte: Imagem do Google Earth (2022).

4.4.12 Platô Tabular Oeste Bambuzal

A Unidade de paisagem **Platô Tabular Oeste Bambuzal** está localizada na porção oeste da APA de Tambaba, a partir da qual o bambuzal se estende em todo o platô tabular, sendo a atividade antrópica predominante, caracterizando a unidade (Figura 61).

Figura 61 - Platô Tabular Oeste Bambuzal



Fonte: Adaptado de imagem do Google Earth (2022).

A Unidade destaca a presença do platô tabular na porção oeste da APA de Tambaba, indicando sua localização específica. O termo “bambuzal” enfatiza a predominância de bambus na vegetação da área. Reflete-se sobre a interação entre a forma do Platô Tabular e a composição da vegetação, destacando a importância do bambuzal na formação da paisagem.

Pode-se inferir que a vulnerabilidade na unidade de paisagem Platô Tabular Oeste Bambuzal é baixa. Isso ocorre porque a descrição não menciona fatores que indiquem uma alta suscetibilidade a processos erosivos, instabilidade do solo ou outros riscos ambientais significativos. A presença do platô tabular, caracterizado por sua forma plana e horizontal, geralmente indica menor vulnerabilidade às interações da morfodinâmica.

4.4.13 Platô tabular pau ferro com aglomerado urbano

A Unidade de paisagem **Platô Tabular Pau Ferro com Aglomerado Urbano** possui uma área predominantemente urbana, fazendo parte das Praia de Carapibus e Tabatinga, localizada sobre platô divisor de águas das bacias hidrográficas do riacho Bucatu e do riacho Pau Ferro (Figura 62).

Figura 62 - Platô Tabular Pau Ferro com Aglomerado Urbano



Fonte: Adaptado de imagem do Google Earth (2022).

A Unidade destaca a presença do aglomerado urbano na paisagem, situado sobre o platô tabular Pau Ferro. O espaço reflete a interação entre a forma do platô e a predominância da área

urbana, destacando a importância desses elementos na configuração da paisagem. Identificou-se que, tanto a vegetação natural remanescente como coberturas secundárias desenvolvidas em áreas sem uso ou abandonadas, foram associadas às características ao crescimento do tecido urbano na região e adjacentes. No entanto, podendo haver média vulnerabilidade em alguns pontos, quando relacionada à presença atividade de ocupação humana, que incorre em impactos ambientais locais, como a impermeabilização do solo, a modificação do curso d'água e o acúmulo de resíduos. Esses fatores podem aumentar a vulnerabilidade em determinadas áreas dentro da unidade de paisagem.

4.4.14 Platô Tabular Mucatu com Aglomerado Urbano

A Unidade de paisagem **Platô Tabular Mucatu com Aglomerado Urbano** faz parte da bacia hidrográfica do riacho Mucatu e o oceano. O aglomerado urbano é a atividade predominante, com atividades turísticas sobre o platô. Na área, as atividades antrópicas ocorrem com um aumento considerável de loteamentos, substituindo áreas de vegetação nativa ou propriedades rurais, modificações na paisagem em razão do turismo na área (Figura 63).

Figura 63 - Paisagem do Platô Tabular Mucatu com Aglomerado Urbano



Fonte: Ivanildo C. Silva (2022).

Pode-se inferir que a vulnerabilidade da paisagem é predominantemente baixa. Isso ocorre porque a paisagem não apresenta fatores que indiquem alta suscetibilidade a processos erosivos, instabilidade do solo ou outros riscos ambientais significativos. No entanto, há uma

média vulnerabilidade, em alguns pontos, que pode estar relacionada à presença do aglomerado urbano e suas atividades turísticas. É comum que áreas urbanas e atividades turísticas gerem pressões sobre o meio ambiente, como impermeabilização do solo, aumento da demanda por recursos naturais e potenciais problemas relacionados ao gerenciamento de resíduos. Também se observa a alta vulnerabilidade nas falésias, que por sua natureza, podem ser áreas instáveis e sujeitas a processos de erosão costeira, deslizamentos de terra e outros riscos relacionados à dinâmica costeira.

4.4.15 Platô tabular praia bela com aglomerado urbano

A Unidade de paisagem **Platô Tabular Praia Bela com Aglomerado Urbano**, assim denominada, devido ao nome da praia localizada no sopé do platô, tem como paisagem predominante um aglomerado urbano, voltado a atividades turísticas, além de habitações em área de APP das falésias (Figuras 64 e 65).

Figura 64 - Platô Tabular Praia Bela com Aglomerado Urbano



Fonte: Ivanildo C. Silva (2022).

Na unidade destaca-se a presença da praia Bela, como elemento distintivo da paisagem e forte atrativo turístico. O termo “Platô Tabular” refere-se à forma geomorfológica predominante, enquanto “urbana” enfatiza a presença do aglomerado urbano e os loteamentos

na área, inclusive com a construção de habitações irregulares em área das falésias (Figura 64). Estudos desenvolvidos por Aranha *et al.* (2013), nas falésias da APA de Tambaba, enfatizaram uma ocupação de aproximadamente 86,65 ha das falésias, correspondendo a cerca de 3% da área de estudo.

A ocupação na região se deu de forma desordenada e difusa, próximo à linha de ruptura das falésias, o que elevou o total de área construída dentro desses limites. Na região, é predominante a presença de lotes, à espera da especulação imobiliária, majoritariamente sobre essas feições. As construções dentro dos limites de APPs estão em desacordo com o Código Florestal Brasileiro e a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 303, de março de 2002. Todavia, a referida lei deixa nítido seu caráter de exceção em algumas situações, a saber o Art. 8 aborda que “a intervenção ou a supressão de vegetação nativa em Áreas de Preservação Permanente somente ocorrerá nas hipóteses de utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto ambiental” (Brasil, 2012).

Figura 65 - Edificações no topo de falésias inativas dentro dos limites de APP em Praia Bela



Fonte: Márcio B. Cavalcante (2021).

4.4.16 Platô Tabular Coqueirinho com Loteamentos

A Unidade de paisagem **Platô Tabular Coqueirinho com Loteamentos**, caracteriza-se pelo Fato Geomorfológico bastante expressivo na APA, modelado de relevo tabular, recoberto por vegetação arbórea-arbustiva. Encontra-se loteada e em processo de especulação

imobiliária, expondo as falésias em suas escarpas para o litoral. Uma grande porção a oeste desta unidade também é caracterizada pela monocultura do bambu (Figura 66).

Figura 66 - Paisagem do Platô Tabular Coqueirinho com Loteamentos



Fonte: Adaptado de imagem do *Google Earth* (2022).

A unidade apresenta uma característica geomorfológica expressiva, com um relevo tabular modelado, coberto por vegetação arbórea/arbustiva. Apesar de haver loteamentos e especulação imobiliária na área, a presença de falésias expostas nas escarpas para o litoral indica uma vulnerabilidade baixa. A estabilidade do Platô Tabular, recoberto por vegetação nativa, é uma característica natural sem significativas alterações em curto prazo. Apesar de haver a monocultura do bambu na grande porção na região oeste da unidade de paisagem, esse fator não implica em riscos significativos à vulnerabilidade. Portanto, a classe de vulnerabilidade é caracterizada como baixa.

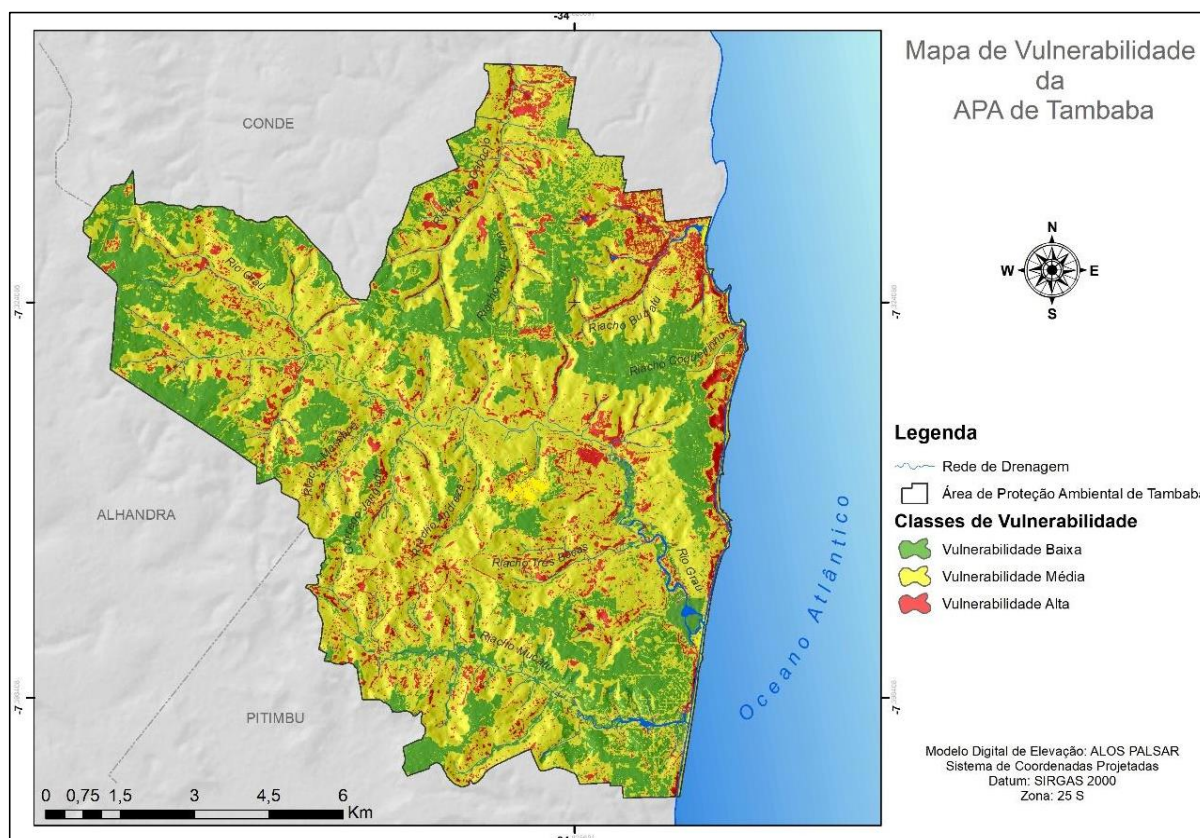
4.5 Vulnerabilidade ambiental

O conceito de vulnerabilidade tem sido amplamente discutido nas últimas décadas em diferentes áreas de conhecimento, podendo apresentar vários significados, dependendo do fenômeno abordado (Carvalho; Silva; Salvio, 2022). A vulnerabilidade ambiental reflete as interferências antrópicas que configuram a paisagem, indicando áreas com graus de fragilidade e orientando atividades que possivelmente possam impactar, de forma negativa, o ciclo hidrológico de uma bacia, a biodiversidade e as atividades econômicas (Pirajá, 2018).

A pesquisa sobre vulnerabilidade da APA de Tambaba fundamenta-se na análise da paisagem, com indicação das áreas de interação entre as unidades de paisagem que são mais vulneráveis ao uso antrópico e áreas onde as relações ecodinâmicas são mais e menos intensas, tornando-se uma ferramenta para o ordenamento territorial, e, sobretudo, para intervenções com fins de preservação e conservação. A proposta metodológica para a confecção da carta de vulnerabilidade ambiental da área em estudo foi expressa, por meio das classes de estabilidades, adaptadas da metodologia da Ecodinâmica de Tricart (1977) e Crepani *et al.* (2001).

Nessa perspectiva, foram definidas três classes de vulnerabilidade ambiental, que melhor representaram a APA de Tambaba: i) **Vulnerabilidade Baixa**: a vegetação e a cobertura da terra, como a vegetação, possuem papel importante na estabilidade dos solos aos processos erosivos e de escoamento superficial das águas pluviais; ii) **Vulnerabilidade Média**: associada às áreas de intergrade, Tricart (1977); e iii) **Vulnerabilidade Alta**: associada a amplos gradientes topográficos, solos expostos, ausência de vegetação e ocupações irregulares e sem planejamentos (Figura 67).

Figura 67 - Mapa de Vulnerabilidade Ambiental da Área de Proteção Ambiental de Tambaba



Fonte: Elaboração do Autor (2022).

No contexto ambiental, a vulnerabilidade está associada ao encadeamento de eventos resultantes de fatores físicos, sociais e econômicos, os quais implicam na susceptibilidade do meio ao impacto das ações, que proporcionam alterações nas relações do conteúdo material, com os fluxos de energia de um sistema (Pirajá, 2018).

Segundo Guerrero *et al.* (2021), as cartas de vulnerabilidade ambiental servem de apoio estratégico para ações do poder público que visem assegurar a qualidade ambiental, principalmente em relação ao avanço da malha urbana e ao controle das atividades agrícolas. Conforme os autores, ao elaborarem a carta de vulnerabilidade do município de Pirassununga-SP, é destacada a importância das APPs no Município, que apesar de ocuparem apenas 12% de área, encontram-se classificadas com alto nível de estabilidade.

Em estudo similar, Silva, Silva e Lima (2020) ao estudarem a vulnerabilidade ambiental do município de São João da Ponta (PA), por meio do grau de resiliência das variáveis (altitude, declividade, geologia, pedologia, e uso e cobertura do solo), demonstraram que as áreas que apresentaram maior vulnerabilidade estão dentro de uma RESEX em virtude dos manguezais.

4.5.1 Vulnerabilidade alta

Observou-se que as áreas de alta vulnerabilidade estão concentradas na porção litorânea da APA de Tambaba, associadas aos modelados de relevo que caracterizam a paisagem cênica das praias, falésias e adjacentes aos platôs de topos tabulares. Encontram-se modelados de dissecação, sem a presença da vegetação nativa, com ou sem adensamento humano (Figura 68).

Figura 68 - Praia do Coqueirinho com loteamentos nos Tabuleiros Costeiros e anfiteatro erosivo ocasionado por processos continentais nas falésias, próximo à foz do riacho Mucatu



Essas áreas de vulnerabilidade alta podem ser observadas de forma concentrada na bacia hidrográfica do rio Bucatu, combinado ocupação antrópica, entre as praias de Carapibus e Tabatinga, com terreno moderadamente ondulado, curvaturas verticais de vertentes convexas e gradiente topográfico considerável, variando de 79 m ao nível do mar. Neste sentido, destacam-se em áreas mais vulneráveis ambientalmente, os gradientes topográficos, os tipos e as formas de ocupação urbana, que podem estar relacionadas a ocupações adensadas, de baixo ou alto padrão, áreas ocupadas com ou sem planejamento (Figura 69).

Figura 69 - Ocupação urbana acompanhando a planície de inundação da foz do riacho Bucatu,



Fonte: Ivanildo C. Silva (2022).

As atividades antrópicas introduzem novas forças que podem alterar, em escala variável, as condições de aparente equilíbrio de um sistema natural. A agricultura, a pecuária, a silvicultura, a mineração e as obras de engenharia civil são exemplos de atividades que, em maior ou menor escala, introduzem estímulos externos ao sistema. Sendo a primeira intervenção das atividades no sistema a remoção da cobertura vegetal (Crepani *et al.*, 2001).

Amaro *et al.* (2021), ao obterem os índices de Vulnerabilidade Natural (VN) e Vulnerabilidade Ambiental (VA), na região da Barreira do Inferno, Município de Parnamirim/RN, demonstraram, por meio da análise estatística ponderada das classes temáticas de geomorfologia, declividade, solos, vegetação, geologia, uso e ocupação do solo, em uma classificação de cinco intervalos das classes de vulnerabilidade (Muito baixa, Baixa, Média, Alta, Muito Alta). Houve o domínio das classes média, alta e muita alta vulnerabilidade em 75% e 79,1%, da área total nos mapas, destacando a elevada influência das variáveis no ambiente litorâneo.

Observa-se ainda, a alta vulnerabilidade de forma esparsa na APA de Tambaba, geralmente associadas à ausência de vegetação, ao solo exposto e relevos movimentados, acompanhando as vertentes dos cursos fluviais e os rebordos de colinas localizadas. O fenômeno desenvolve-se no entorno das formas de relevo de platôs de topos convexos, dos divisores de águas das bacias hidrográficas e Rios Graú e Mucatu (Figura 70).

Figura 70 - Enclave de escavação para aterro em vertente de platô tabular, com remoção da terra e exposição do latossolo, na beira da estrada, contrastando com vegetação de encosta nativa e monoculturas diversas, no interior da APA



Fonte: Ivanildo C. Silva (2022).

Conforme Santos e Almeida (2019), ao realizarem o mapeamento da vulnerabilidade da paisagem à perda de solos, com base na metodologia de Crepani *et al.* (2001), a partir do cruzamento das variáveis: geologia, geomorfologia, solos, clima e uso do solo, do Município de Francisco Sá-MG, o fator Uso do Solo é variável, com maior relevância e merecedora de efetiva atenção. Verificou-se que as áreas de pastagem e do solo exposto correspondem a mais de 40% do uso do solo, associadas à alta vulnerabilidade dos solos para o processo erosivo.

Nascimento e Souza (2014) realizaram o estudo integrado dos elementos físicos e antrópicos da paisagem da Região Administrativa Nordeste da cidade de Santa Maria. A partir desse estudo, com a delimitação das Unidades Morfológicas (Ross, 1992), definidas pelos padrões de formas semelhantes do relevo, foram identificadas áreas de fragilidade ambiental. A forma de relevo, unidade morfológica de morros, correspondente a 48,9% da área estudada, apresentando as maiores fragilidades ambientais. A área é considerada fortemente instável, pois

o equilíbrio natural vem sendo influenciado também pelas modificações antrópicas na paisagem natural.

A fragilidade ambiental da APA de Tambaba também pode ser encontrada nas formas erosivas, observadas em diversas porções de seu território (Figura 71). Segundo Guerra (2011) a erodibilidade diz respeito a susceptibilidade do solo aos processos erosivos e suas propriedades intrínsecas, influenciadas pela textura, estrutura, permeabilidade, matéria orgânica, PH dos solos, minerais de argila e óxidos de ferro e alumínio, influenciada pela textura, estrutura, permeabilidade. Para Selby (2005) a erodibilidade é a vulnerabilidade de um solo à erosão devido às condições de chuva, associadas às características dos solos e ao manejo.

Figura 71 - a) Voçorocas em superfícies localizadas entre diferentes patamares, registradas em caminhos alternativos, como estradas utilizadas pela população local, associadas a traços geométricos carregados com declives e curvas acentuadas. b) Voçoroca em estrada



Fonte: Ivanildo C. Silva (2022).

Na praia de Coqueirinho localizam as maiores voçorocas da APA de Tambaba. A mais conhecida delas é o ‘Cânion de Coqueirinho’ (Figura 72), consistente na maior parte do Estado da Paraíba. Essa voçoroca apresenta vertentes assimétricas, com declividades superiores a 100%, comprimento de cerca de 1 km, 160 m de largura e uma profundidade que atinge 40 m (Pereira, 2019). Perpendiculares a essa feição, formaram-se ravinas que estão em evolução. O Cânion de Coqueirinho possui sentido nordeste, porém esse sentido é modificado abruptamente para leste, após sofrer uma inflexão. Essa feição erosiva segue a inclinação das camadas basculadas da Formação Barreiras, verificadas na área e em seu topo, localizando-se no Alto Estrutural Coqueirinho (Barbosa; Furrier, 2015).

As voçorocas podem ser compreendidas como uma escavação no solo ou rocha decomposta, ocasionadas pela erosão do lençol do escoamento superficial (Guerra; Guerra

(2021). Essas feições tectônicas conferem à região da praia de Coqueirinho uma paisagem cênica singular de formas e cores, que podem ser analisadas e admiradas, do ponto de vista científico, cultural ou paisagístico, sendo um importante atrativo turístico da área.

Figura 72 - Cânion de Coqueirinho



Fonte: Márcio B. Cavalcante (2023).

As chuvas torrenciais e intensas nos meses chuvosos e a neotectônica aceleram o processo erosivo. Soma-se a esses fatores, as ações antrópicas que vêm contribuindo para a intensificação do processo erosivo. Identifica-se nas áreas adjacentes, o desmatamento no topo dos tabuleiros, para a especulação imobiliária, por meio de loteamentos e circulação de veículos no interior da voçoroca. Diante do cenário, essas áreas possuem alta vulnerabilidade, merecendo maior atenção, em função da população no entorno, dos visitantes, e da fiscalização dos órgãos públicos, como medidas para conter o avanço do processo erosivo na feição em análise.

4.5.2 Vulnerabilidade média

A área de média vulnerabilidade constitui a porção mais representativa da APA de Tambaba. A principal atividade econômica na região é o plantio de monoculturas em pequenas parcelas de solo, observadas por fotointerpretação e pesquisa de campo, tais como abacaxi e o coco. Associa-se às Formas de Relevo de vertentes de perfil convexo e retilíneo, aos rebordos

dos Tabuleiros Costeiros e às vertentes dos tributários com remanescentes de vegetação nativa, com suas matas de galeria, tais como as vertentes dos riachos do Caboclo, Pau Ferro, Bucatu, Andreza e rio Graú, assim como grandes porções de suas principais confluências (Figura 73).

Figura 73 - Forma de relevo com vertente de perfil retilíneo, recoberto por diversas culturas, consorciando a paisagem com vegetação arbórea nativa



Fonte: Ivanildo C. Silva (2022).

Denominadas como áreas de *Intergrades* por Tricart (1977), as áreas de média vulnerabilidade, geralmente estão associadas à modelados de relevo pediplanados e às porções centrais dos sistemas de drenagem que compõem as bacias hidrográficas da APA de Tambaba, principalmente onde existe vegetação. Os processos de morfogênese que atuam nas vertentes amplas dos principais cursos de água da APA, como as do rio Graú, suavizam com a declividade em direção à foz. Esse processo ocorre à medida em que diminuem o gradiente topográfico, em relação ao nível do mar, quando o relevo se torna uma superfície mais aplanada, favorecendo a pedogênese, como nas confluências dos canais de primeira e segunda ordem, em padrão paralelo, que compõem o rio Graú e os riachos Mucatu, Bucatu e Caboclo (Figuras 74, 75 e 76).

Figura 74 - Superfície do pediplano parcialmente desnudado, com diversas plantações de monoculturas em diferentes estágios, entrecortada pela vegetação arbórea nativa que acompanha os tributários de primeira ordem do Riacho Três Bocas



Fonte: Ivanildo C. Silva (2022).

Figura 75 - Paisagem diversificada em relevo movimentado, nas vertentes do Riacho Três Bocas, onde observa-se os polígonos das propriedades rurais e diversas plantações segmentadas pela vegetação nativa do canal fluvial e vegetação de nativa de topo de morro



Fonte: Ivanildo C. Silva (2022).

Figura 76 - Platô convexo ocupado por culturas agrícolas, divisor de águas dos canais tributários de primeira ordem do Riacho Mucatu



Fonte: Ivanildo C. Silva (2022).

Para Tricart (1977), a distinção dos meios *integrate* das demais é convencional. Sua delimitação é definida, de acordo com os critérios associados à observação dos processos, caracterizados pela dinâmica, ao longo do tempo, entre a morfogênese e a pedogênese. Podemos definir os fenômenos pelos critérios de observação dos processos. Onde há maior intensidade de dissecação do relevo, a pedogênese é menor. Por sua vez, onde a instabilidade da área é menor, a pedogênese é mais favorecida.

O estudo de Tricart (1977) dialoga com Almeida (2006), que ao apresentar um mapeamento modelo como proposta de Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) para a Área de Proteção Ambiental APA Estadual de Tambaba, ressalta a extrema necessidade de um controle efetivo das atividades desenvolvidas no território da APA. Isso porque a média potencialidade social, a média estabilidade e a moderada instabilidade do meio físico, apresentada em grande parte de seu território, condicionam uma situação preocupante dividindo o território da APA de Tambaba em duas grandes zonas: a de Preservação e a de Recuperação (Figura 77).

Figura 77 - Unidade de Paisagem do Platô Tabular Mucatu, arruamentos já consolidados para ocupação acompanhando a Foz do Riacho Mucatu e a Paia Bela

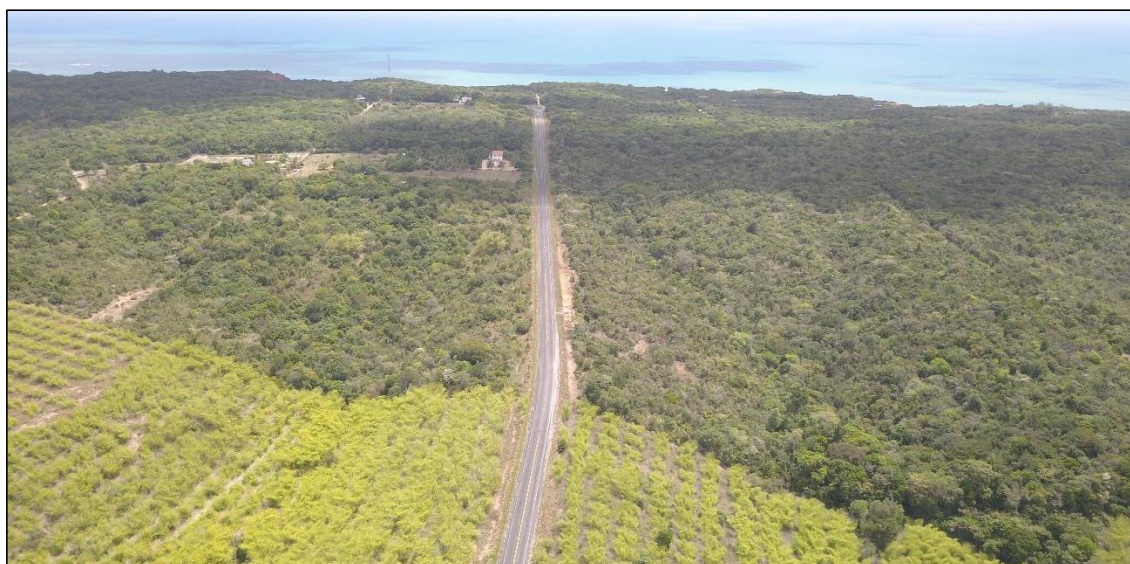


Fonte: Ivanildo C. Silva (2022).

4.5.3 Vulnerabilidade baixa

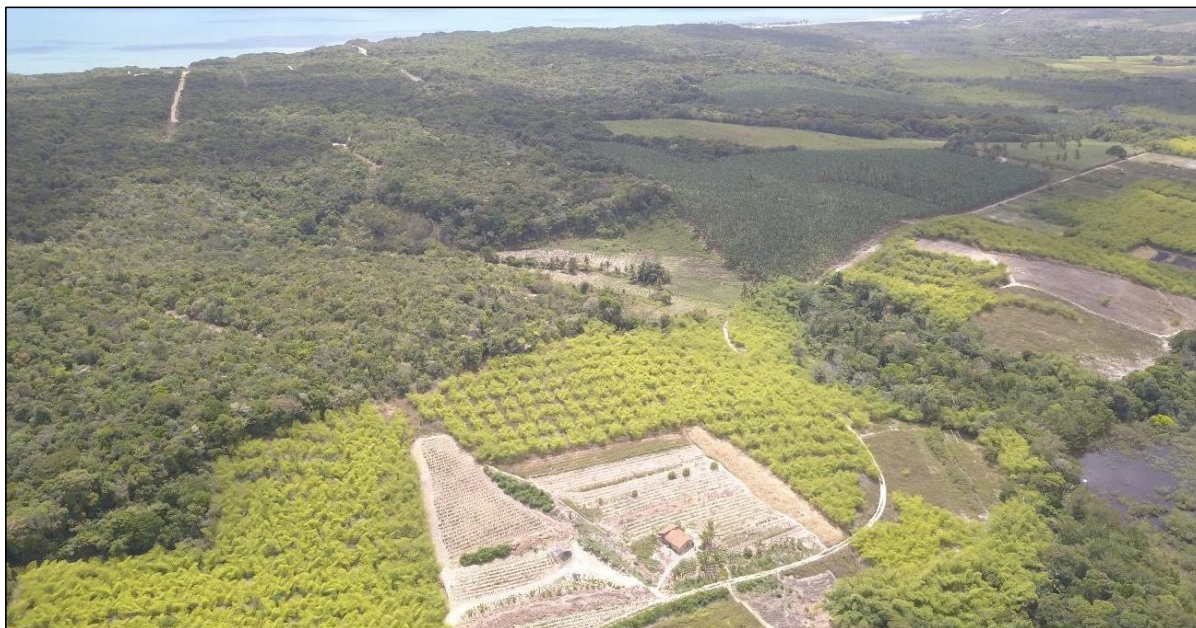
As áreas de baixa vulnerabilidade encontram-se nos platôs de topos tabulares. Encontram-se remanescentes florestais de mata atlântica e as plantações de bambu, que ocupam grandes porções do Alto Estrutural Coqueirinho, os divisores de água das bacias dos riachos Bucatu e do Caboclo, do rio Graú e do riacho Mucatu (Figuras 78 e 79).

Figura 78 - Estrada para a Praia do Coqueirinho, Contraste de resposta espectral do Bambuzal na Vertente Coqueirinho com a vegetação nativa que recobre o Platô Tabular Central



Fonte: Ivanildo C. Silva (2022)

Figura 79 - Mosaico de paisagem no Platô Tabular Central, contrastando vegetação nativa costeira com monocultura de Bambu e áreas úmidas de tributários de primeira ordem



Fonte: Ivanildo C. Silva (2022).

Almeida (2006), ao apresentar uma proposta de Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) para a APA de Tambaba, classificou as Áreas de Expansão como sendo as áreas de topo pela baixa potencialidade e a baixa vulnerabilidade. Identificou-se em campo, que essas áreas referem-se, aos topos da margem direita do rio Graú, que dividem as bacias hidrográficas do rio homônimo e o riacho Mucatu, por corresponderem a áreas estáveis (Figura 80).

Figura 80 - Unidade de paisagem da Vertente Coqueirinho, dominada pelo bambuzal que chega a ocupar e competir com as matas de galeria dos tributários de primeira ordem do rio Graú



Fonte: Ivanildo C. Silva (2022).

As áreas do Alto Estrutural Coqueirinho, dividem as bacias hidrográficas dos rios Graú, Bucatu e do riacho Caboclo. Almeida (2006) classifica-as como áreas de Recuperação, ocupadas atualmente pelos bambuzais, e áreas de Consolidação, observadas nos divisores de água dos Riachos Pau Ferro e do Caboclo, do Pau Ferro e Bucatu, e nos assentamentos dos Platôs litorâneos. Caracterizam-se pela alta potencialidade da ocupação e baixa vulnerabilidade, por serem áreas de topografia, praticamente planas, correspondendo às áreas de topo inseridas nas Unidades Territoriais Básicas.

As áreas de aplanamento dos modelados de acumulação, como nos fundos de vale, nas planícies de inundação de acúmulo colúvio-aluvial, principalmente onde a vegetação de mata de galeria encontra-se preservada, como a vegetação de transição e o manguezal a jusante do Rio Graú, foram identificadas como de baixa vulnerabilidade (Figura 81).

Figura 81 - Padrão meândrico do Rio Graú em sua planície de inundação, recoberto por vegetação herbácea nativa e contornado por mata ciliar arbórea/arbustiva, com monoculturas que acompanham o vale de acumulação da bacia, nas Vertentes Retilíneas



Fonte: Ivanildo C. Silva (2022).

No entanto, áreas estáveis ou de acumulação, também estão sujeitas a graus de vulnerabilidade. Paiva *et al.* (2022) ao mapearem a Fragilidade Ambiental à erosão da Bacia Hidrográfica do Sistema Lacustre Bonfim (BHSLB), em um conjunto de lagoas, responsáveis pelo fornecimento de água à região Agreste do Rio Grande do Norte (RN), verificaram as relações entre processos erosivos de morfogênese e pedogênese associados ao assoreamento da região lacustre do manancial apresentou grau de Fragilidade Ambiental Médio, Forte e Muito

Forte. O estudo destaca a importância do mapeamento, ao relacionar regulamentos do uso do solo à existência de atividades com alto poder de degradação.

Em áreas de baixa vulnerabilidade, os processos susceptíveis às alterações na paisagem, em áreas de pediplanação ou deposição, proporcionam a pedogênese à medida que a morfogênese é intensificada. O processo facilita a remoção de porções de dos solos, alterando suas características.

Segundo Tricart (1977), é importante levar em consideração na análise que, a pedogênese pode afetar unicamente a superfície do solo e não alterar a sucessão dos horizontes no perfil, agindo em toda a espessura do solo ou em uma parte importante dessa espessura.

Neste sentido, utilizar os índices de vulnerabilidade ambiental possibilita a obtenção de informações em curto espaço de tempo sobre a estrutura da paisagem, bem como, permite a elaboração de estratégias de manejo da paisagem, sobretudo em um contexto de UC, pois auxilia o planejamento e a gestão ambiental, fatores responsáveis pela qualidade ecológica da área e adjacências (Trevisan *et al.*, 2018). Em síntese, essa abordagem proporciona um conhecimento da situação atual do meio ambiente que pode ser tomado como ponto de partida para se atingir o desenvolvimento de forma racional, preservando áreas de maior relevância ambiental.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa pesquisa centrou-se na análise da paisagem da Área de Proteção Ambiental Estadual de Tambaba, localizada no litoral sul do Estado da Paraíba, sob a perspectiva das unidades de paisagem, uso e cobertura da terra e vulnerabilidade ambiental. Por constituir-se em uma UC de uso sustentável, a área de estudo precisa conciliar a ocupação humana e o desenvolvimento de distintas atividades, mediante as orientações contidas em seu Plano de Manejo.

Diante dos resultados, considera-se a importância da APA de Tambaba para a conservação dos remanescentes da Mata Atlântica, estudos sobre os elementos geológico-geomorfológicos da Bacia Sedimentar da Paraíba e a conservação dos remanescentes dos ecossistemas manguezais dos rios Graú, Bucatu e Mucatu. Soma-se a esses objetivos, a importância da paisagem cênica para o desenvolvimento do turismo na região e a possível qualidade de vida das populações residentes.

Diante desse cenário, destaca-se a importância exercida pelas áreas legalmente protegidas, visando a preservação e/ou conservação dos seus recursos e da sua biodiversidade. Por conseguinte, a criação e a implementação de UCs possuem papel relevante, por constituírem-se em áreas delineadas em função da sua relevância biótica e abiótica, buscando assegurar o uso sustentável dos recursos naturais, como no caso da APA.

Em contrapartida, observa-se, na área de estudo e adjacências, um crescente processo de urbanização, com loteamentos e até mesmo habitações em Áreas de Preservação Permanente, podendo ocasionar alterações nas paisagens da APA de Tambaba. Torna-se imprescindível o constante acompanhamento desses ambientes, seguidos de estudos futuros e atualização do Plano de manejo, tendo em vista as ações que contribuam com a tomada de decisões, subsidiando a gestão desses espaços e minimizando os impactos ambientais. Ao analisar o desenvolvimento dessas atividades no âmbito do APA, verifica-se que as mesmas acontecem sem a conformidade das diretrizes de visitação recomendadas para as unidades de conservação através do SNUC. Assim, não são cumpridos os objetivos definidos em sua criação.

Neste trabalho foram confeccionados diversos produtos cartográficos, tais como mapas de pedologia, geologia, geomorfologia, bacias hidrográficas e uso e cobertura da terra. Esses produtos permitiram identificar, delimitar e mapear as diferentes Unidades de Paisagem, presentes na Área de Proteção Ambiental de Tambaba. A partir da análise desse estudo, foi possível identificar a relação entre os diferentes elementos que compõem a paisagem, bem

como as interações entre eles. Isso permitiu uma compreensão mais abrangente da dinâmica da paisagem e dos fatores que influenciam a sua evolução.

Com base no Mapa de uso e cobertura da terra, foi possível verificar que a APA de Tambaba apresenta uma diversidade de usos, desde as atividades turísticas até a agricultura e a mineração. Essa diversidade é resultante da própria dinâmica natural, em consonância com as ações antrópicas. Todavia, é importante ressaltar que a expansão das atividades humanas provoca o aceleração dos processos erosivos, suprimindo a vegetação, resultando na fragmentação do *habitat* e na perda da biodiversidade. Os resultados comprovaram que a elaboração do Mapa de Unidades de Paisagem foi de extrema importância para a análise da paisagem e para subsidiar futuras ações de planejamento ambiental. Os instrumentos permitiram uma visualização mais clara e objetiva da dinâmica espacial dos elementos que compõem a paisagem da UC.

Nesse estudo, a proposta do mapeamento das unidades de paisagem, elaborada a partir da sobreposição entre o mapa de uso e cobertura da terra ao mapa dos compartimentos geomorfológicos, permitiu a identificação de 16 Unidades de Paisagem. Verifica-se que a APA de Tambaba apresenta uma paisagem bastante diversificada, na qual cada unidade se relaciona entre si e influencia o uso da terra. Dessa maneira, cada unidade de paisagem possui uma estrutura, funcionamento, comportamento e conseqüentemente potencialidades e vulnerabilidades distintas.

No Mapa de Vulnerabilidade Ambiental identificou-se áreas com maior fragilidade ambiental, como as áreas de preservação permanente, que devem ser protegidas e preservadas, para garantir a conservação da biodiversidade e dos recursos hídricos. Além disso, também foi possível identificar áreas com maior potencial para o desenvolvimento de atividades econômicas sustentáveis, como a agricultura e o ecoturismo, que podem ser desenvolvidas de forma a garantir a conservação ambiental e a qualidade de vida das comunidades locais.

Por meio do Mapa de Vulnerabilidade, os resultados comprovam que a APA de Tambaba apresenta uma série de fatores que a tornam suscetível a diversas ameaças, como a urbanização desordenada, a exploração de recursos naturais e a expansão da especulação imobiliária. É importante ressaltar que essas ameaças podem comprometer a qualidade de vida das comunidades locais e afetar a biodiversidade da região. Da mesma forma, é preciso disciplinar o uso turístico e limitar a expansão imobiliária, como forma de preservar o principal atrativo do município, sua paisagem litorânea diferenciada e ainda, em diversos setores, preservados.

Contudo, a produção de um Mapa de Vulnerabilidade Ambiental é uma ferramenta essencial para o planejamento e gestão ambiental em áreas protegidas, como é o caso da Área de Proteção Ambiental de Tambaba. Nesta tese, o zoneamento da área de estudo, por meio da técnica de vulnerabilidade ambiental, permitiu identificar as áreas com maiores potencialidades e fragilidades locais da região, ao escoamento de fluxos e à perda de matérias, considerando os diferentes usos e atividades desenvolvidas na área.

O breve diagnóstico da paisagem, construído nesta pesquisa, e a avaliação possível sobre a real capacidade de uso desse mosaico paisagístico, permitiu a distinção de áreas frágeis ao uso atual, expressas física, social e economicamente, permitindo a identificação de potencialidades e limitações. Conforme abordado, essas limitações podem ser de ordem ambiental, legal e econômica. Essa fragilidade reflete particularidades de cada unidade, em função disto, a identificação das unidades de paisagem possibilita a análise integrada, objetivando uma síntese que pode detectar a vulnerabilidade dos ambientes, para a gestão dos recursos existentes.

Quanto aos procedimentos metodológicos, destaca-se as técnicas da Cartografia de Paisagem na perspectiva geossistêmica, subsidiada pelo uso das geotecnologias, ferramentas fundamentais para esse estudo. Por meio do sensoriamento remoto, foi possível obter imagens de satélite que permitiram a identificação das diferentes unidades de paisagem e a análise da dinâmica da paisagem ao longo do tempo. O Geoprocessamento permitiu a elaboração de mapas temáticos e a integração de diferentes informações geográficas, como as informações de uso e cobertura da terra, geomorfologia, geologia, pedologia e bacias hidrográficas, o que possibilitou a identificação das áreas mais vulneráveis e a definição de estratégias de gestão mais adequadas para cada uma delas.

Ademais, as geotecnologias permitiram a análise e a integração de diferentes escalas espaciais, desde a escala local até a escala regional, contribuindo para a compreensão dos processos e interações que ocorrem na paisagem em diferentes níveis de organização. Desta forma, conclui-se que a aplicação de técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento, voltadas à análise costeira, constitui-se uma ferramenta efetiva para o entendimento dos aspectos geodinâmicos da APA de Tambaba, potencializando ações voltadas ao monitoramento ambiental, à gestão costeira e ao ordenamento territorial de ambientes vulneráveis aos processos de uso e cobertura da terra.

Portanto, os objetivos propostos neste trabalho foram alcançados com sucesso, permitindo uma releitura das paisagens da APA de Tambaba, além de contribuir metodologicamente e corroborar com futuros trabalhos. Os dados gerados também podem

auxiliar como suporte ao desenvolvimento local da APA, servindo como base cartográfica na elaboração de planos de manejo, ordenamento territorial, gestão dos recursos hídricos, geológicos e do patrimônio cultural. No que se refere às recomendações, considerando os resultados e as discussões apresentados, destacam-se a disponibilidade de dados, atualizados sobre a dinâmica das paisagens da área de estudo. Os dados podem subsidiar futuras ações com o apoio do Estado, da iniciativa privada e da academia, junto à população local e aos municípios que compõem a APA de Tambaba.

Quanto à gestão da APA de Tambaba, percebe-se dificuldades de manejo e assistência, por parte dos órgãos responsáveis por sua manutenção, bem como a insuficiência de recursos humanos e financeiros. Há uma carência de instrumentos participativos de apoio e organização do turismo na APA e seu entorno, uma vez que o Conselho Gestor do Parque tem como objetivo a atuação da sociedade no controle das ações realizadas na UC. A APA também possui seu plano de manejo. Entretanto, o documento encontra-se desatualizado.

Diante disso, é fundamental que sejam implementadas políticas públicas que possam subsidiar a preservação da APA de Tambaba, levando em consideração a diversidade de usos e das diferentes Unidades de Paisagem, presentes na região. Essas políticas devem ser planejadas de forma integrada e participativa, com o apoio do Estado, da iniciativa privada e da academia, possibilitando políticas conservacionistas, de uso sustentável, preservação, fiscalização e monitoramento, a partir da formação dos atores ligados às atividades de uso da terra na UC.

Nesse sentido, a elaboração dos produtos cartográficos desta tese servirá como subsídio ao planejamento ambiental. Essas ferramentas possibilitam uma visualização mais clara da dinâmica espacial dos elementos que compõem a paisagem, ao identificar as áreas com maior vulnerabilidade ambiental, constituindo fontes importantes para subsidiar as estratégias de gestão, permitindo a análise em uma escala local e regional. Pode-se, então, afirmar sua contribuição para a compreensão dos processos e interações que ocorrem na paisagem da APA de Tambaba, em diferentes níveis de organização.

Infere-se que o uso dessas ferramentas permitiu a obtenção de informações mais precisas e atualizadas sobre a dinâmica das paisagens da Área de Proteção Ambiental Estadual de Tambaba. Elas podem ser utilizadas de forma integrada com outros levantamentos para garantir a efetividade das políticas de ordenamento físico territorial da UC.

REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, A. N. **Domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

AB'SÁBER, A. N. **Litoral do Brasil - Brazilian Coast**. São Paulo: Metalivros, 2005.

AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas. **Plano Estadual de Recursos Hídricos: Resumo executivo e Atlas**. Brasília: Consórcio TC/BR – Concremat, 2006.

ALBUQUERQUE, E. M.; LIMA, E. R. V.; SOUSA, M. F. B. Proposta Metodológica de Avaliação da Suscetibilidade à Degradação Ambiental. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 35, n. 1, p. 1-12, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sn/a/FFDHcQCK9K39W7TPDyF9Tnr/>. Acesso em: 12 dez. 2023.

ALHEIROS, M. M.; LIMA FILHO, M. F.; MONTEIRO, F. A. J.; OLIVEIRA FILHO, J. S. Sistemas deposicionais na Formação Barreiras no Nordeste Oriental. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 35., 1998, Belém. **Anais [...]**. Belém: SBG, 1988, p. 753-760.

ALMEIDA, J. A. C. **Calcários recifais eocênicos da Formação Maria Farinha na Sub-Bacia de Alhandra, Paraíba**: aspectos taxonômicos, paleoecológicos, paleoambientais e estratigráficos. 2000. 164 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Programa de Pós-Graduação em Geociências, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2000.

ALMEIDA, N. V. **Proposta de Zoneamento Ecológico Econômico para a Área de Proteção Ambiental (APA) Estadual de Tambaba - Paraíba**. 2006. 186 f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) - Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2006.

ALMEIDA, L. T.; OLÍMPIO, J. L. S.; PANTALENA, A. F.; ALMEIDA, B. S.; SOARES, M. O. Evaluating ten years of management effectiveness in a mangrove protected area. **Ocean & Coastal Management**, [s. l.], v. 125, p. 29-37, 2016. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/66720/1/2016_art_ltalmeida.pdf. Acesso em: 23 fev. 2021.

ALMEIDA, N. V.; NISHIDA, A. K.; LOMA, E. R. V. Sistemas de Informações Geográficas na Avaliação da Vulnerabilidade Física da Área de Proteção Ambiental de Tambaba-PB. **Gaia Scientia**, João Pessoa, v. 1, n. 2, p. 73-87, 2008. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/gaia/article/view/2322>. Acesso em: 12 dez. 2023.

ALOS. **Projeto ALOS-2. Visão geral do ALOS-2**. 2020. Disponível em: <http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS-2/en/about/overview.htm>. Acesso em: 14 abr. 2020.

ALVES, R. P.; HANAZAKI, N. Áreas protegidas marinho-costeiras de Santa Catarina sob a perspectiva das populações locais. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 18, n. 4, p. 97-118, out./dez. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/mN9k8MXqM4PHmMMktmfqbjb/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 23 fev. 2022.

AMARO, V. E.; SCUDELARI A. C.; OLIVEIRA, D. S.; LACERDA I. C.; MATOS, M. F. A. Análise de índices de vulnerabilidade física com uso de geotecnologias na região da Barreira do Inferno/RN. **Rev. Geociênc. Nordeste**, Caicó, v. 7, n. 2, p. 179-192, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.21680/2447-3359.2021v7n2ID22034>. Acesso em: 21 fev. 2023.

AMORIM, R. R.; OLIVEIRA, R. C. As unidades de paisagem como uma categoria de análise geográfica: o exemplo do município de São Vicente-SP. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 20, n. 2, p. 177-198, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sn/a/QC7vWbjkZ6dqgxHZdq9NWmC/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 11 fev. 2023.

ARAGÃO, J. G.; DUARTE, S. M. A. Uso das Geotecnologias para a Caracterização do Parque Estadual Dois Irmãos, Recife-PE. **Tecno-Lógica**, Santa Cruz do Sul, v. 20, n. 1, p. 26-32, jan./jul. 2016. Disponível em: <https://online.unisc.br/seer/index.php/tecnologica/article/view/6529>. Acesso em: 08 fev. 2021.

ARAI, M. A grande elevação Eustática do Mioceno e sua influência na origem do Grupo Barreiras. **Geologia USP Série Científica**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 1-6, 2006. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/guspsc/article/view/27419>. Acesso em: 23 fev. 2024.

ARANHA, T. R. B. V.; SILVEIRA, T. A.; DINIZ, J. M. T.; SOUSA, E. P.; WANDERLEY, J. A. C. Análise quantitativa do processo de erosão/deposição nas falésias da APA Tambaba e sua ocupação nos limites da APP. **Revista Verde**, Mossoró, v. 8, n. 1, p. 274-285. 2013. Disponível em: <https://gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/2043/3047>. Acesso em: 18 set. 2022.

ARAUJO, H. R.; LOBO, H. A. S. Parcerias público-privadas e sua importância para a sustentabilidade do espeleoturismo no Brasil. **RBTUR**, São Paulo, v. 16, p. e-2258, 2022. Disponível em: <https://rbtur.org.br/rbtur/article/view/2258/1474>. Acesso em: 23 fev. 2023.

ARCHELA, R. S. PISSINATI, M. C. Geossistema, Território e Paisagem - método de estudo da paisagem rural sob a ótica Bertrandiana. **Revista Geografia**, Londrina, v. 18, n. 1, p. 5-31, 2009. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/2445>. Acesso em: 13 jan. 2021.

ARGENTIM, T.; GERBER, K. Sobreposição de Unidades de Conservação de proteção integral em territórios de povos e comunidades tradicionais: colisão de direitos fundamentais. In: BRASIL. Ministério Público Federal. **20 anos da Lei do SNUC**: Coletânea de Artigos. 4ª Câmara de Coordenação e Revisão. Brasília: MPF, 2020. p. 137-166.

ASF DAAC. Alaska Satellite Facility Distributed Active Archive Center. **Radar de Abertura Sintética de banda L tipo ALOS Phased Array**. 2020. Disponível em: <https://asf.alaska.edu/data-sets/sar-data-sets/alos-palsar/>. Acesso em: 14 nov. 2021.

ASMUS, H. E. Controle estrutural da deposição mesozoica nas Bacias da Margem Continental Brasileira, **Rev. Bras. Geoc.**, [s. l.], v. 5, n. 3, p. 160-175, 1975.

ALVES, R.; NISHIDA, A. A ecdise do caranguejo-uça: *ucidescordatus* (Crustácea, Decapoda, Brachyura) na visão das caranguejeiras. **Interciencia**, Caracas, n. 3, p. 01-12, 2016. Disponível em: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442002000300003. Acesso em: 23 fev. 2021.

BARBOSA, J. A.; SOUZA, E. M.; LIMA FILHO; M. F. L.; NEUMANN, V. H. A estratigrafia da Bacia Paraíba: uma reconsideração. **Estudos Geológicos**, Recife, n. 13, p. 89-108, 2003. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/284081764_A_estratigrafia_da_bacia_Paraiba_Uma_reconsideracao. Acesso em: 23 fev. 2021.

BARBOSA, J. A.; LIMA FILHO, M. F. Aspectos estruturais e estratigráficos da faixa costeira Recife-Natal: observações através de dados de poços. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, v. 14, n. 1, p. 287-305, 2006.

BARBOSA, J. A. **A deposição carbonática na faixa costeira Recife – Natal, NE do Brasil:** Aspectos estratigráficos, geoquímicos e paleontológicos. Tese (Doutorado em Geociências) - Programa de Pós-Graduação em Geociências, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.

BARBOSA, T. S.; FURRIER, M. Classificação multitemporal do uso e ocupação do solo do município do Conde-PB. **Revista GeoAmazônia**, [s. l.], v. 2, n. 3, p. 113-122, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/geoamazonia/article/view/12404>. Acesso em: 17 dez. 2022.

BARBOSA, M. E. F.; FURRIER, M. Caracterização geomorfológica e morfométrica para averiguação de atividade tectônica. **Mercator**, Fortaleza, v. 14, n. 3, p. 123-149, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/mercator/a/FsCPLFsXW9jfwHBQtTBCRJC/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 23 fev. 2021.

BARRETO, C; DRUMMOND, J. A. L. Strategic Planning in Brazilian Protected Areas: Uses and Adjustments. **Journal of Environmental Management**, [s. l.], v. 200, p. 79-87, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301479717305376>. Acesso em: 23 fev. 2021.

BENSUSAN, N. Diversidade e unidade: um dilema constante. uma breve história da ideia de conservar a natureza em áreas protegidas e seus dilemas. In: BENSUSAN, N.; PRATES, A. P. (org.). **A diversidade cabe na Unidade?** Áreas protegidas no Brasil. Brasília: IEB, 2015.

BERTALANFFY, L. V. **Teoria Geral dos Sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1973.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. 10. ed. São Paulo: Ícone, 2018.

BERTRAND G. Paysage et géographie physique globale: esquisse méthodologique. **Revue géographique des Pyrénées et sud-ouest**, v. 39, fasc. 3, p. 249-272, 3 fig., 2 pol. Phot.h.t. 1968.

BERTRAND, G. O. Paisagem e geografia física global: Esboço metodológico. Olga Cruz (trad.). **Caderno de Ciência da Terra**, São Paulo, Instituto de Geografia da Universidade de

São Paulo, n. 13, 1972. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/328067418.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2020.

BERTRAND, C.; BERTRAND, G. O sistema GTP (Geossistema, Território, Paisagem). O retorno do Geográfico? In: PASSOS, M. M. (org.). **Uma geografia transversal e de travessias**: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades. Maringá: Ed. Massoni, 2009.

BEURLIN, K. Paleontologia da faixa sedimentar costeira Recife-João Pessoa. **Bol. Geol.**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 73-79, 1967.

BEZERRA, L. J. C.; MAIA, L. P. Caracterização sedimentológica dos tabuleiros pré-litorâneos do estado do Ceará. **Arq. Ciên. Mar**, Fortaleza, v. 45, n. 1, p. 47-55, 2012. Disponível em: <https://www.abequa.org.br/trabalhos/gerais008.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2021.

BEZERRA NETA; TAVARES JÚNIOR, S. S. Metodologias geotecnológicas aplicadas nas pesquisas do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFRR. In: BEZERRA NETA, L. C.; AQUINO, C. M. S.; HOLANDA, V. C. C. (org.). **Cenários geográficos do Norte e Nordeste em debate**. Sobral: SertãoCult, 2022. p. 73-87.

BILAR, A. B. C.; PIMENTEL, R. M. M.; CERQUEIRA, M. A. Monitoramento da cobertura vegetal através de índices biofísicos e gestão de áreas protegidas. **Geosul**, Florianópolis, v. 33, n. 68, p. 236-259, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/2177-5230.2018v33n68p236>. Acesso em: 27 abr. 2023.

BOLÓS, M. C. Problemática Actual de los estudios de paisaje integrado. **Revista de Geografia**, Barcelona, v. 15, n. 1-2, p. 45-68, 1992. Disponível em: <https://raco.cat/index.php/RevistaGeografia/article/view/45940>. Acesso em: 17 dez. 2020.

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (org.). **Reflexões Sobre a Geografia Física no Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

BRAGA, A. S.; MACIEL, M. A. O Sistema Nacional de Unidades de Conservação e o desafio de sua implementação. In: THEDORO, S. H. (org.). **Os 30 anos da Política Nacional do Meio Ambiente**: conquistas e perspectivas. Rio de Janeiro: Garamond, 2011. p. 139-165.

BRANCALION, P. H.; NIAMIR, A.; BROADBENT, E.; CROUZEILLES, R. Global restoration opportunities in tropical rainforest landscapes. **Science Advances**, [s. l.], v. 5, p. 3223-3226, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1126/sciadv.aav3223>. Acesso em: 27 abr. 2023.

BRANDÃO, P. C.; RIONDET-COSTA, D. R. T.; BOTEZELLI, L. Políticas públicas federais, estaduais e municipais voltadas para unidades de conservação. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [s. l.], v. 15, n. 2, p. 650-669, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v15.2.p650-669>. Acesso em: 13 jan. 2023.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Presidência da República, 1988. Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 20 mar. 2020.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm. Acesso em: 20 jul. 2022.

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o artigo 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm. Acesso em: 20 jun. 2019.

BRASIL. **Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002**. Regulamenta artigos da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4340.htm. Acesso em: 10 set. 2020.

BRASIL. **Lei Federal nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006**. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11428.htm. Acesso em: 18 abr. 2020.

BRASIL. **Decreto nº 6.040, de 7 de fevereiro de 2007**. Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/Decreto/D6040.htm. Acesso em 20 jun 2022.

BRASIL. **Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em 08 de jul. 2021.

BRAZ, A. M. **Zoneamento turístico das paisagens para o município de Mineiros (GO), Brasil**. 2020. 358 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Unidade Acadêmica Especial de Estudos Geográficos, Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2020.

BRAZ, A. M.; OLIVEIRA, I. J.; CAVALCANTI, L. C. S.; ALMEIDA, A. C.; SALINAS CHÁVEZ, E. Análise de agrupamento (*Cluster*) para tipologias de paisagens. **Mercator**, Fortaleza, v. 19, e19011, p. 1-17, mai. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.4215/rm2020.e19011>. Acesso em: 10 out. 2020.

BRITO NEVES, B. B. *et al.* Novos dados geológicos e geofísicos para a caracterização geométrica e estratigráfica da Sub-bacia de Alhandra (Sudeste da Paraíba). **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 63-87, 2009. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/guspsc/article/view/27464>. Acesso em: 14 fev. 2021.

BRITO NEVES, B. B.; ALBUQUERQUE, J. P. T.; COUTINHO, J. M. V.; BEZERRA, F. H. R. Vinte anos do SNUC. Histórico e momento atual das unidades de conservação do Mato Grosso do Sul. **Caderno de Geografia**, [s. l.], v. 30, n. 62, p. 841-864, 2020. Disponível em: <https://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/22909>. Acesso em: 19 nov. 2020.

BRITO, R. M; GARCIA, P. H. M; SALINAS CHÁVEZ, E. Vinte anos do SNUC. Histórico e momento atual das unidades de conservação do Mato Grosso do Sul. **Caderno de Geografia**, v. 30, n. 62, p. 841-864, 2020. Disponível em: <https://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/22909>. Acesso em: 13 out. 2022.

CAMPOS-CAMPOS, O.; CRUZ-CÁRDENAS, G.; AQUINO, R. J. C.; MONCAYO ESTRADA, R.; MACHUCA, M. A. V.; MELÉNDEZ, L. A. A. Historical Delineation of Landscape Units Using Physical Geographic Characteristics and Land Use/Cover Change. **Open Geosci.**, [s. l.], v. 10, p. 45-57, 2018. Disponível em: <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/geo-2018-0004/html>. Acesso em: 22 fev. 2021.

CAMPOS, J. O.; LIMA, E. R. V.; COSTA, D. F. S. Uso e Cobertura da Terra em Áreas Protegidas na Zona de Amortecimento do Parque Estadual Mata do Pau-Ferro, Paraíba, Brasil. **Revista Espaço & Geografia**, Brasília, v. 26, p. 221-247, 2023. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/espacoegeografia/article/view/43991/38630>. Acesso em: 2 nov. 2023.

CARDOSO, C; SILVA, M. S. (org.). **A Geografia Física**. Teoria e prática no ensino de Geografia. Curitiba: Appris, 2018.

CARVALHO, G. O. T.; SILVA, N. C.; SALVIO, G. M. M. Vulnerabilidade ambiental em Áreas de Proteção Ambiental (APA) do Bioma Mata Atlântica na região sudeste brasileira. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 32, n. 3, p. 1575-1593, jul./set. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509867261>. Acesso em: 27 jan. 2023.

CASTRO, D. L.; BEZERRA, F. H. R.; CASTELO BRANCO, R. M. G. Geophysical evidence of crustal-heterogeneity control of fault growth in the Neocomian Iguatu Basin, NE, Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, [s. l.], n. 26, p. 271-285, 2008. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/64824/1/2008_art_dlcastro.pdf. Acesso em: 12 fev. 200.

CASTRO JÚNIOR, E.; COUTINHO, B. H.; FREITAS, L. E. Gestão da Biodiversidade e Áreas Protegidas. In: GUERRA, A. J. T.; COELHO, M. C. N. (org.). **Unidades de Conservação**: abordagens e características geográficas. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. p. 25-65.

CAVALCANTE, M. B.; FURTADO, E. M. Viagens à natureza: um olhar sobre o turismo em Unidades de Conservação. In: COSTA, A. A.; FURTADO, E. M. **Dinâmica territorial urbana, turismo e meio ambiente**. Natal: EDUFRN, 2019. p. 59-84. Acesso em: <https://repositorio.ufrrn.br/jspui/handle/123456789/26988>. Acesso em 10 out. 2019.

CAVALCANTE, M. B.; LIMA, E. R. V. As Unidades de Conservação no Brasil nos 20 anos do SNUC: da gênese do ideal aos desafios do real. *In: PORTUGUEZ, A. P.; PEDROSO, L. B.; COSTA, R. A. (org.). Paisagens, natureza e dinâmicas socioambientais*. Ituiutaba: Barlavento, 2021. p. 195-217.

CAVALCANTE, M. B.; GUTIERRES, H. E. P.; LIMA, E. R. V.; SANTOS, J. S. As Unidades de Conservação no estado da Paraíba: a realidade atual da gestão das UCs estaduais. *In: SILVA, A. B.; LUCENA, D. B.; GALVÃO, J. C. (org.) Paraíba: pluralidade e representações geográficas 4*. Campina Grande: EDUFCG, 2021. p. 39-55.

CAVALCANTI, L. C. S.; CORRÊA, A. C. B.; ARAÚJO FILHO, J. C. Fundamentos para o mapeamento de geossistemas: uma atualização conceitual. **Geografia**, Rio Claro, v. 35, n. 3, p. 539-551, 2010. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/view/4884>. Acesso em: 23 jun. 2020.

CAVALCANTI, L. C. S.; CORRÊA, A. C. B. Da descrição de áreas às sínteses naturalistas: uma abordagem historiográfica sobre a ideia de 'áreas naturais'. **Espaço e Geografia (UNB)**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 377-422, 2014. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/espacoegeografia/article/view/40013>. Acesso em: 23 jun. 2020.

CAVALCANTI, L. C. S. **Cartografia de Paisagens: fundamentos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2018.

CAVALCANTI, L. C. S.; BRAZ, A. M.; OLIVEIRA, C. S. CARTOGRAFIA DE PAISAGENS: Fundamentos, Tendências e Reflexões. *In: STEINKE, V. A.; SILVA, C. A.; FIALHO, E. S. (org.). Geografia da paisagem: múltiplas abordagens*. Brasília: Calíandra, 2022. p. 207-232.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de Sistemas em Geografia - Introdução**. São Paulo: HUCITEC - EDUSP, 1979.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. 1. ed. São Paulo: Edgar Blucher, 1999.

CLAUDINO-SALES, V. C. Os litorais cearenses. *In: SILVA, J. B.; CALVACANTE, C. T.; DANTAS, E. W. C. (org.). Ceará: um novo olhar geográfico*. 2 ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007.

CLIMATE DATA. **Climatologia e histórico de previsão do tempo no Conde**. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/paraiba/conde-42733/>. Acesso em: 02 jun 2023.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002**. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Brasília, Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 2002. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=299. Acesso em: 18 fev. 2020.

CORREIA FILHO, O. J.; ALENCAR, M. L.; BARBOSA, J. A.; NEUMANN, V. H. Proposta de formalização da formação Tambaba, Eoceno da bacia Paraíba, NE do Brasil. **Estudos Geológicos**, Recife, v. 25, n. 2, p. 61-81, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/290622877_Proposta_de_Formalizacao_da_Formacao_Tambaba_Eoceno_da_Bacia_Paraiba_NE_do_Brasil. Acesso em: 13 fev. 2020.

CORREIA FILHO, O. J. **Processos de reativação tectônica transcorrente cenozóica na margem oriental do NE do Brasil e crosta oceânica adjacente**. 2022. 216 f. Tese (Doutorado em Geociências) - Programa de Pós-Graduação em Geociências, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2022.

COSTA, D. F. S. Serviços ecossistêmicos prestados pelos manguezais do Rio Grande do Norte (Nordeste do Brasil). **Os desafios da geografia física na fronteira do conhecimento**. Campinas: Instituto de Geociências, v. 1, n. 1, p. 1127-1136, 2017. Disponível em: <https://ocs.ige.unicamp.br/ojs/sbgfa/article/view/2025>. Acesso em: 13 fev. 2020.

COSTA, L. R. F.; MAIA, R. P.; BARRETO, L. L.; CLAUDINO-SALES, V. C. Geomorfologia do Nordeste setentrional brasileiro: uma proposta de classificação. **Rev. Bras. Geomorfol. (Online)**, São Paulo, v. 21, n. 1, p. 185-208, 2020. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/1447>. Acesso em: 8 dez. 2021.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Geologia e recursos minerais do Estado da Paraíba**. Recife-PE: CPRM, 2002, 142 p. il. 2 mapas. Escala 1:500.000.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Conde, estado da Paraíba**. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Dados geológicos do Estado da Paraíba**. 2021. Disponível em: <http://geosgb.cprm.gov.br/geosgb/downloads.html>. Acesso em: 3 mar. 2021.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; HERNANDES FILHO, P.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos: INPE, 2001.

COUTINHO, L. M. **Biomass brasileiros**. São Paulo: Oficina de Textos, 2016.

DANTAS, L. G. F.; FREIRE, J. L.; SANTOS, J. S.; GUTIERRES, H. E. P. Serviço Ecossistêmico de regulação climática no Parque Natural Municipal do Cuiá na cidade de João Pessoa-PB. In: SANTOS, J. S.; GUTIERRES, H. E. P. (org.). **Áreas verdes urbanas e serviços ecossistêmicos**. João Pessoa: Editora UFPB, 2023. p. 68-83.

DAROLD, F. R.; IRIGARAY, C. T. J. H. A importância da preservação e conservação das áreas úmidas como mecanismo de efetivação do direito constitucional ao meio ambiente ecologicamente equilibrado para as futuras gerações. **Revista Direito e Justiça: Reflexões Sociojurídicas**, [s. l.], v. 18, n. 31, p. 167-180, 2018. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/lei/direito-constitucional-ao-meio-ambiente-ecologicamente-equilibrado>. Acesso em: 23 fev. 2021.

DELFINO, D. **Os valores da Paisagem como instrumento de gestão Territorial na Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca**. 2017. 348 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universitat Autònoma de Barcelona, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2017.

DIAS, R. L.; PEREZ FILHO, A. Novas considerações sobre geossistemas e organizações espaciais em Geografia. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 29, p. 413-425, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sn/a/qrHNNJhbHfr736TZpnYpthR/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 26 set. 2021.

DIAS, N. O.; FIGUEIRÔA, C. F. B. Potencialidades e Uso de Geotecnologias para Gestão e Planejamento de Unidades de Conservação. **Revista de Geografia-PPGEO-UFJF**, [s. l.], v. 10, n. 2, p. 283-302, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.34019/2236837X.2020.v10.30000>. Acesso em: 11 out. 2022.

DIAS, N. O.; MARTINS, F. C. M.; BARROS, K. O. Geotecnologia aplicada à diagnose ambiental: Reserva Biológica de Pinheiro Grosso, Barbacena-MG. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 32, p. 116-129, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.14393/SN-v32-2020-45716>. Acesso em: 20 set. 2022.

DIEGUES, A. C. **O mito moderno da natureza intocada**. 6. ed. São Paulo: Hucitec/Nupaub USP/CEC, 2008.

DORST, J. **Antes que a natureza morra**. São Paulo: Blucher, 1995.

DOMINGUEZ, J. M. L. The coastal zone of Brazil. In: DILLENBURG, S. R; HESP, P. A. (ed.). **Geology and geomorphology of Holocene Coastal barriers of Brazil**. Chap. 2, Springer, Lecture Notes in Earth Sciences 107, p. 17-51, 2009. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-44771-9_2. Acesso em: 23 fev. 2021.

DUARTE, M. L.; SILVA, T. A. Avaliação do desempenho de três algoritmos na classificação de uso do solo a partir de geotecnologias gratuitas. **REA – Revista de estudos ambientais (Online)**, [s. l.], v. 21, p. 06-16, 2019. Disponível: <https://proxy.furb.br/ojs/index.php/rea/article/view/7427>. Acesso: 03 mar. 2021.

DUDLEY, N.; ALI, N. S.; KETTUNEN, M; MACKINNON, K. Editorial Essay: Protected Areas and The Sustainable Development Goals. **PARKS: The International Journal of Protected Areas and Conservation**, [s. l.], v. 23, n. 2, p. 9-12. 2017. Disponível em: https://parksjournal.com/wp-content/uploads/2017/11/PARKS-23.2-Dudley-et-al-10.2305IUCN.CH_2017.PARKS-23-2ND.en_-1.pdf. Acesso em: 23 fev. 2021.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. rev. ampl. Brasília: EMBRAPA, 2018.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Satélites de monitoramento**. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/satelites-de-monitoramento/missoes/alos>. Acesso em: 4 jun. 2021.

ERTHAL, D. A.; BREUNIG; F. M.; BALBINOT; R.; ROSA, P. A. MELLO, L. F. Dinâmica da Cobertura Florestal da Terra Indígena do Guarita, RS, Brasil (Dynamics of the forest cover

of Guarita indigenous land, RS, Brazil). **Revista Brasileira de Geografia Física**, [s. l.], v. 11, n. 6, p. 2160-2172, 2018. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/333731526_Dinamica_da_Cobertura_Florestal_da_Terra_Indigena_do_Guarita_RS_Brasil_Dynamics_of_the_forest_cover_of_Guarita_indigenous_land_RS_Brazil. Acesso em: 23 fev. 2021.

ESRI. Environmental Systems Research Institute Inc. **ARC VIEW version 10.0**. New York: 2010. 1 CD-ROM.

ESTÊVEZ, L. F.; CUNICO, C.; MEZZOMO M. M.; BIESEK, A. S.; MAGANHOTTO, R. Análise da paisagem da bacia hidrográfica do Rio Marumbi, Morretes – PR: Unidades de paisagem, fragilidade potencial e hemerobia. **RAE GA**, Curitiba, v. 23, p. 428-447, 2011. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/24847>. Acesso em: 23 fev. 2021.

FANTIN, M.; PEDRASSOLI, J. C.; MELO, B. M.; MENEZES, G. P.; MARTINES, M. R. Inteligência geográfica na construção de políticas públicas: rumo à plataforma de monitoramento de áreas verdes urbanas do Estado de São Paulo. **Interações**, Campo Grande, v. 23, n. 3, p. 907-922, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.20435/inter.v23i3.3533>. Acesso em: 05 jul. 2023.

FARIA, M. M.; ARAÚJO, W. F.; GONÇALVES, R.; WANKLER, F. L.; EVANGELISTA, R. A. DE O.; SANDER, C. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Igarapé Carrapato, Boa Vista, Roraima. **Revista Vértices**, Campos dos Goytacazes, v. 19, n. 2, p. 9-22, 2017. Disponível em: <https://editoraessentia.iff.edu.br/index.php/vertices/article/view/7551>. Acesso em: 13 jan. 2020.

FEIJÓ, F. P. Bacia Pernambuco-Paraíba. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, [s. l.], v. 8, n. 1, p. 143-148, 1994.

FERNANDEZ, G. B.; ROCHA, T. B.; BARBOSA, E. B.; DILLENBURG, S. R.; CAMARA ROSA, M. L. C.; ÂNGULO, R. J.; SOUZA, M. C.; OLIVEIRA, L. H. S.; DOMINGUEZ, J. M. L. Natural landscapes along Brazilian coastline. In: SALGADO, A. A. R.; SANTOS, L. J. C.; PAISANI, J. C. (ed.). **The Physical Geography of Brazil: Environment, Vegetation and Landscape**. Springer, p. 199-218, 2019. Disponível: <https://springer.com/book/10.1007/978-3-030-04333-9>. Acesso em: 18 jun. 2020.

FERREIRA, A. G.; MELLO, G. S. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região nordeste do Brasil e a influência dos oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região. **Revista Brasileira de Climatologia**, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 15-28, 2005. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/58504?mode=full>. Acesso em: 18 jun. 2020.

SILVA; L. A. P.; FERREIRA, G. H. C.; ALMEIDA, R. P. Mapeamento do uso e cobertura do solo e comportamento do NDVI para diferentes usos da terra em áreas de cerrado no Norte de Minas Gerais. **Revista Tocantinense de Geografia**, [s. l.], v. 9, n. 18, p. 143-159, 2020. Disponível em: <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/geografia/article/view/9213>. Acesso em: 13 jan. 2021.

FISCH, F.; BRANCO, J. O.; PORT, D.; NENEZES, J. T. Variação espaço-temporal (1938 2013) do uso e ocupação da terra na região do Saco da Fazenda, Itajaí-SC. **Geosul**,

Florianópolis, v. 34, n. 70, p. 430-445, 2019. Disponível em:

<http://dx.doi.org/10.5007/21775230.2019v34n70p430>. Acesso em: 16 fev. 2023.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FITZ, P. R.; VIEIRA, J. C.; SOARES, M. C. O uso de polígonos de amostragem em classificações supervisionadas de imagens de satélite. **ENTRE-LUGAR**, Dourados, v. 10, n. 19, p. 319-341, 2019. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/entre-lugar/article/view/9595/5214>. Acesso em: 13 jan. 2021.

FLORENZANO, T. G. Introdução à Geomorfologia. In: Florenzano, T. G. (org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. p. 12-30.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

FOLETO, E. M.; ZIANI, P. Zoneamento ambiental e diretrizes para o plano de manejo do Parque do Morro em Santa Maria/RS. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 26, p. 15-37, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.7154/RDG.2013.0026.0002>. Acesso em: 22 jun. 2023.

FRANÇA, L. C. J.; MORANDI, D. T.; MENESES, E. S.; MUCIDA, D. P.; SILVA, M. D.; LISBOA, G. S. Ecologia de paisagens aplicada ao ordenamento territorial e gestão florestal: procedimentos metodológicos. **Nativa**, [s. l.], v. 7, n. 5, p. 613-620, 2019. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/7363>. Acesso em: 13 jan. 2021.

FUMIYA, M. H. **Geossistema de Sochava: teoria, perspectivas e meio ambiente**. Curitiba: CRV, 2022.

FURRIER, M.; ARAÚJO, M. E.; MENESES, L. F. Geomorfologia e Tectônica da Formação Barreiras no Estado da Paraíba. **Revista do Instituto de Geociências – USP. Geol. USP Sér. Cient.**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 61-70. 2006. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/guspsc/article/view/27425>. Acesso em: 23 fev. 2020.

FURRIER, M. **Caracterização geomorfológica e do meio físico da Folha João Pessoa 1:100.000**. 2007. 213 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

FURRIER, M.; ARAÚJO, M. E.; MENESES, L. F. Geomorfologia dos Tabuleiros Litorâneos no Estado da Paraíba. In: SILVA, A. B.; GUTIERRES, H. E. P.; GALVÃO, J. C. (org.) **Paraíba: pluralidades e representações geográficas**. Campina Grande: EDUFPG, 2015. p. 15-34.

FUSHITA, A. T.; SANTOS, J. E. **Geotecnologias aplicadas à conservação da biodiversidade**. São Carlos: EdUFSCar, 2017.

GALETTI, M. **Um naturalista no Antropoceno: um biólogo em busca do selvagem**. São Paulo: Editora UNESP, 2023.

GARCIA, L. M.; MOREIRA, J. C.; BURNS, R. Conceitos geográficos na gestão das Unidades de Conservação brasileiras. **GEographia**, Niterói, v. 20, n. 42, p. 53-62, 2018. Disponível em: <https://periodicos.uff.br/geographia/article/download/13832/9035/53215>. Acesso em: 23 fev. 2024.

GARCÍA-RIVERO, A.; MIRAVET, B. L.; SALINAS, E.; DOMINGUEZ A. Z. A cartografia das paisagens com sistemas de informação geográfica como base para o diagnóstico geoecológico da bacia hidrográfica do rio Ariguanabo (Cuba). **Revista da ANPEGE**, [s. l.], v. 15, n. 27, p. 169-194, 2019. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/formacao/article/view/8190>. Acesso em: 13 jan. 2021.

GATTO, D. B. Áreas protegidas marinhas e costeiras no Brasil: um diagnóstico a partir das categorias de manejo. In: SOUTO, R. D. (org.). **Gestão ambiental e sustentabilidade em áreas costeiras e marinhas: conceitos e práticas**. V. 1. Rio de Janeiro: Instituto Virtual para o Desenvolvimento Sustentável - IVIDES.org, 2020. p. 78-108.

GBLER, L.; PALHARES, J. C. P. (ed.). **Gestão ambiental na agropecuária**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2016.

GOMES, F. V. S. *et al.* Representatividade ecológica e extensão total de áreas protegidas pelas unidades de conservação no estado do Ceará, Brasil. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 34, n. e64481, p. 01-15, 2022. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/view/64481/34609>. Acesso em: 11 fev. 2023.

GONZAGA, J. R. C. **Estudo da dinâmica de ocupação da terra na área de influência da Rodovia Manoel Urbano – AM 010, por meio de ferramentas geotecnológicas**. 2009. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais, Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Amazonas, 2009.

GORELICK, N.; HANCHER, M.; DIXON, M.; ILYUSHCHENKO, S.; THAU, D.; MOORE, R. Google earth engine: planetary-scale geospatial analysis for everyone. **Remote Sensing of Environment**, [s. l.], Elsevier, v. 202, p. 18-27, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034425717302900>. Acesso em: 13 jan. 2021.

GOTELLI, N. J.; KALSBEEK, E. **Princípios de Estatística em Ecologia**. Porto Alegre: Editora Artmed, 2017.

GUERRA, A. J. T. Geomorfologia e Planejamento Ambiental – conceitos e aplicações. **Revista de Geografia (Recife)**, Recife, v. 35, n. 4, p. 269-287, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.51359/2238-6211.2018.238227>. Acesso em: 13 jan. 2020.

GUERRA, A. J. T. O início do processo erosivo. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M.; **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. p. 17-55.

GUERRA, A. J. T. Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA, J. T.; CUNHA, S. B. (orgs.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 10. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p. 149-209.

GUERRA, A. J. T.; COELHO, M. C. N. (org.). **Unidades de Conservação: abordagens e características geográficas**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia e meio ambiente**. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico**. 14. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2021.

GUERRA, A. T.; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia ambiental**. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2018.

GUERRERO, J. V. R.; PESTANA, L. F. A.; SOARES, J. A. H.; RUIZ, I. H.; MOSCHINI, L. E. Carta de vulnerabilidade natural como instrumento de apoio ao zoneamento ecológico econômico do município de Pirassununga (São Paulo). **Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto**, [s. l.], v. 2, n. 2, p. 25-42, 2021. Disponível em: <https://rbsr.com.br/index.php/RBSR/article/view/43>. Acesso em: 13 set. 2021.

HALPERN, B. S.; WALBRIDGE, S.; SELKOE, K. A.; KAPPEL, C. V. A global map of human impact on marine ecosystems. **Science**, [s. l.], v. 319, n. 5865, p. 948-952, 2008. Disponível em: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.1149345>. Acesso em: 15 jan. 2020.

HASSLER, M. L. A importância das Unidades de Conservação no Brasil. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 17, n. 33, p. 79-89, 2005. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/view/9204/5666>. Acesso em: 18 set. 2022.

HAZEU, G. W.; METZGER, M. J.; MÜCHER, C. A.; PEREZ-SOBA, M.; RENETZEDER, Ch.; ANDERSEN, E. European environmental stratifications and typologies: an overview. **Agric. Ecosyst. Environ**, [s. l.], v. 142, n. 2, p. 29-39, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2010.01.009>. Acesso em: 13 jan. 2022.

HOTT, M. C.; FURTADO, A. L. S. **Metodologia para a determinação automática de parâmetros morfométricos de bacias hidrográficas**. 2. ed. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. **Manual Técnico de Pedologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 2007.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. **Manual Técnico de Geomorfologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. **Manual técnico da Vegetação brasileira**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. **Manual técnico de uso da terra**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. **Base Dados Espacial, Geomorfologia 1:250.000, Paraíba**. 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes/ambientais/geomorfologia/10870-geomorfologia.html?=&t=acesso-ao-produto>. Acesso em: 7 mar. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. **Paraíba**. 2023. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/panorama>. Acesso em: 28 jun. 2023.

ICMBio. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Conselhos Gestores de Unidades de Conservação Federais**. Brasília: ICMBio, 2017.

IRVING, M. A.; AZEVEDO, J.; LIMA, M. A. G. (org.). **Turismo: ressignificando sustentabilidade**. Rio Janeiro: Editora Folio Digital, 2018.

ISACHENKO, A. G. **Principles of landscape science and physical-geographic regionalization**. Melbourne: Melbourne University Press, 1973.

IUCN. International Union for Conservation of Nature. **World Database Protected Areas (WDPA)**. 2018. Disponível em: <https://www.protectedplanet.net/c/world-database-on-protected-areas>. Acesso em: 18 set. 2021.

JORGE, M. C. O. O papel das comunidades locais, sua importância e os novos desafios acerca da sustentabilidade ambiental. In: GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O. (org.). **Geoturismo, geodiversidade e geoconservação: abordagens geográficas e geológicas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2018. p. 51-80.

KHANDAY, M. Y; JAVED, A. Prioritization of Sub-Watersheds for Conservation Measures in a Semi Arid Watershed Using Remote Sensing and GIS. **Journal Geological Society of India**, [s. l.], v. 88, p. 185-196. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12594-016-0477-7>. Acesso em: 15 jun. 2022.

KUHNEN; B. S.; LADWIG, N. I.; CONTO, D.; MENEGASSO, J. D.; DAGOSTIN, V. S.; LUZ, C. Mapeamento da cobertura vegetal na bacia hidrográfica do rio Urussanga, Santa Catarina, Brasi. In: SUTIL T.; PEREIRA, J. R.; LADWIG, N. I.; ZOCHE, J. J.; PEREIRA, J. L. (org.). **Geoprocessamento na análise ambiental**. Criciúma: UNESC, 2020. p. 81-104.

KUSTER, V. C.; POSSATTI, L.; MARBACH, P. A. S.; MARTINS, M. L. L. Atributos florísticos e ecológicos de formações arbustivas da Restinga em área-chave para conservação da biodiversidade. **Hoehnea**, Guarapari, v. 46, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hoehnea/a/R8RDkMDjcMJnrS8Bq5SpByR/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 23 fev. 2022.

LANG, S.; BLASCHKE, T. **Análise da paisagem com SIG**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

LAVOR, L. F. **Investigação geológica e geomorfológica da origem da depressão do Abiaí na faixa costeira da Bacia Paraíba, NE do Brasil**. 2021. 144 f. Tese (Doutorado em

Geociências) - Programa de Pós-Graduação em Geociências, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2021.

LEAL, J. M.; AQUINO, C. M. S.; SILVA, F. J. L. T. Uso do mapa de Declividade e do Modelo Digital de Elevação na análise do relevo do município de São Miguel do Tapuio–Piauí. **Revista de Geociências do Nordeste**, [s. l.], v. 5, n. 2, p. 97-107, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufpn.br/revistadoregne/article/view/18416>. Acesso em: 13 jan. 2021.

LEAL E SÁ, L. T. **Levantamento geológico-geomorfológico da Bacia Pernambuco Paraíba, no trecho compreendido entre Recife-PE e João Pessoa-PB**. 1998. 127 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Programa de Pós-Graduação em Geociências, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1998.

LEITE, V. A. W.; RODRIGUES, L. P.; LEITE, E. F. Genomic identification and characterization of the elite strains *Bradyrhizobium yuanmingense* BR 3267 and *Bradyrhizobium pachyrhizi* BR 3262 recommended for cowpea inoculation in Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 49, Issue 4, p. 703-713, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S151783821630925X?via%3Dihub>. Acesso em: 13 jan. 2021.

LEPSCH, I. V. **Formação e Conservação de Solos**. 2 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

LEPSCH, I. V. **19 Lições de Pedologia**. 2 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2021.

LEUNG, Y.; SPENCELEY, A.; HVENEGAARD, G. T.; BUCKLEY, R. C. **Turismo e gestão da visitação em áreas protegidas**: diretrizes para sustentabilidade. Gland, Suíça: IUCN, 2019.

LEWIS, N.; DAY, J.; WILHELM, A.; WAGNER, D.; GAYMER, C.; PARKS, J.; FRIEDLANDER, A.; WHITE, S.; SHEPPARD, C.; SPALDING, M.; SAN MARTIN, G.; SKEAT, A.; TAEI, S.; TEROKO, T.; EVANS, J. Large-Scale Marine Protected Areas: Guidelines for design and management. **Best Practice Protected Area Guidelines Series**, v. xxviii, n. 26. Gland, Switzerland: IUCN, 2020.

LIMA FILHO, M. F.; BARBOSA, J. A.; NEUMANN, V. H. M. L.; SOUZA, E. M. Evolução estrutural comparativa da Bacia de Pernambuco e da Bacia da Paraíba. *In*: Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos, 5, Curitiba. Boletim..., p. 45-47, 2005.

LIMA FILHO, M.; BARBOSA, J. A.; SOUZA, E. M. Eventos tectônicos e sedimentares nas bacias de Pernambuco e da Paraíba: implicações no quebraamento do Gondwana e correlação com a bacia do rio Muni. **Geociências**, [s. l.], v. 25, n. 1, p. 117-126, 2006. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/article/view/129/97>. Acesso em: 13 jan. 2021.

LIMA, V. F. **Influência estrutural na configuração geomorfológica do setor Sudeste da Paraíba e Nordeste de Pernambuco**. 2021. 177 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2021.

LINS-DE-BARROS, F. M.; BATISTA, C. M. Os limites espaciais da zona costeira para fins de gestão a partir de uma perspectiva integrada. *In*: SOUTO, R. D. (org.). **Gestão ambiental e sustentabilidade em áreas costeiras e marinhas: conceitos e práticas**. V. 1. Rio de Janeiro: Instituto Virtual para o Desenvolvimento Sustentável - IVIDES.org, 2020. p. 22-50.

LOPES, R. V. R.; SILVA, M. D.; ALMEIDA, N. V.; FERREIRO, R. D. F. Supressão e fragilidade de remanescentes florestais em uma Unidade de Conservação, na região sul de Alagoas, Brasil. **Ci. FL.**, Santa Maria, v. 32, n. 3, p. 1479-1499, jul./set. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509866382>. Acesso em: 14 jan. 2023.

LOPEZ-RICHARD, V.; CASSIANO, A. M.; AGUIAR, R. J. S. Abordagem integradora para implementação de um sistema de gestão de segurança e impactos de visitação em áreas naturais protegidas. **Revista Turismo em Análise**, São Paulo, v. 3, n. 31, p. 597-618, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.1984-4867.v31i3p597-618>. Acesso em: 14 nov. 2021.

LOUREIRO, H. A.; GUERRA, A. J. T. Grandes temas e conceitos da paisagem geomorfológica à luz do século XXI. *In*: GUERRA, A. J. T.; LOUREIRO, H. A. S. (org.). **Paisagens da Geomorfologia: Temas e Conceitos no século XXI**. 1. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2022. p. 11-51.

MAGALHÃES, R. J. F., BARBOSA JÚNIOR, A. R. O valor do serviço de proteção de mananciais. **Eng. Sanit. Ambient**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 5, p. 1049-1060. 2019. Disponível em: Acesso em: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522019142492>. Acesso em: 17 set. 2020.

MAIA, R. P.; AMORIM, R. F.; MEIRELES, A. J. **Falésias: Origem, Evolução, Risco**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará (UFC), 2022.

MARETTI, C. C.; VON BEHR, M.; SOUZA, T. V. S. B.; SCARAMUZZA, C. A. M.; GUIMARÃES, E.; ELIAS, P. F.; BRITO, M. C. W. Ciudades y áreas protegidas en Brasil: Soluciones para el bienestar, la conservación de la naturaleza y la participación activa de la sociedad. *In*: FORERO, E. G. (ed.). **Voces sobre Ciudades Sostenibles y Resilientes**. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2019. p. 59-66. Disponível em: Acesso em: https://www.researchgate.net/publication/342050025_Soluciones_para_el_bienestar_la_conse rvacion_de_la_naturaleza_y_la_participacion_activa_de_la_sociedad. Acesso em: 10 jun. 2020.

MARTINS, M. C. B. S.; BULHÕES, E. E. R.; GOMES, T. B. A gestão costeira no Brasil e uma análise do Projeto Orla em um município do Norte Fluminense. *In*: SOUTO, R. D. (org.). **Gestão ambiental e sustentabilidade em áreas costeiras e marinhas: conceitos e práticas**. V. II. Rio de Janeiro: Ed. da Autora, 2022. p. 363-380.

MATEO RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geoeecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. 6. ed. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2022.

MATIELLO, S.; CERRI, F.; PAGANI, C. P.; LIMA, J. S. O uso do geoprocessamento para delimitação e análise das Áreas de Preservação Permanente de um córrego em Nova Mutum

Paraná-RO. **Revista Presença Geográfica**, [s. l.], v. 6, n. 1, p. 40-50, 2017. Disponível em: <https://periodicos.unir.br/index.php/RPGeo/article/view/2622/1939>. Acesso: 05 abr. 2022.

MEDEIROS, R. Evolução das tipologias e categorias de áreas protegidas no Brasil. **Revista Ambiente e Sociedade**, v. 9, n.1, p. 41-64, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/C4CWbLfTKrTPGzcN68d6N5v/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 13 jan. 2021.

MEDEIROS, D. B. S.; OLIVEIRA, A. M.; DINIZ, M. T. M. Georges Bertrand e a Análise Integrada da Paisagem em Geografia. **Ver. Geociênc. Nordeste**, Caicó, v. 4, n. 2, p. 63-80, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/revistadoregne/article/view/15244>. Acesso em: 5 jan. 2021.

MEDEIROS, A. **Como fazer o Download das Imagens do CBERS-4A com 2m de Resolução Espacial**. 2021. Disponível em: <https://clickgeo.com.br/download-imagens-cbers-4a/>. Acesso em: 12 nov. 2022.

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

MELO, A. S. T.; RODRIGUEZ, J. L. **Paraíba**: desenvolvimento econômico e a questão ambiental. 3. ed. João Pessoa: Grafset, 2012.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia**: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MENDONÇA, F. Geografia, Geografia Física e Meio Ambiente: uma reflexão a partir da problemática socioambiental urbana. **Revista da ANPEGE - Associação de Pós-graduação em Geografia**, Dourados, v. 5, n. 5, p. 123-134, 2017. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/anpege/article/view/6594>. Acesso em: 2 fev. 2020.

MICCADEI, E.; MASCIOLI, F.; RICCI, F.; PIACENTINI, T. Geomorphology of soft clastic rock coasts in the mid-western Adriatic Sea (Abruzzo, Italy). **Geomorphology**, v. 324, p. 72-94, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/327951031_Geomorphology_of_soft_clastic_rock_coasts_in_the_mid-western_Adriatic_Sea_Abruzzo_Italy. Acesso em: 23 fev. 2023.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇAS NO CLIMA. **Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC)**. 2023. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/areasprotegidas/cadastronacionaldeucs>. Acesso em: 22 jun. 2023.

MONTEIRO, C. A. F. **Geossistemas**: a história de uma procura. São Paulo: Contexto, 2000.

MORAES, A. C. R. **Geografia**: pequena história crítica. 21. ed. São Paulo: Annablume, 2020.

MORSELLO, C. **Áreas Protegidas públicas e privadas**: seleção e manejo. 5. ed. São Paulo: Fapesp, Annablume, 2022.

MOURA-FÉ, M. M. Barreiras: Série, Grupo ou Formação? **Revista Brasileira de Geografia Física**, [s. l.], v. 07, n. 6, p. 1055-1061, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v7.6.p1055-1061>. Acesso em: 20 jan. 2021.

MÜCHER, C. A.; KLIJN, J. A.; WASCHER, D. M.; SCHAMINÉE, J. H. J. A new European Landscape Classification (LANMAP): a transparent, flexible and user-oriented methodology to distinguish landscapes. **Ecol. Indic.**, [s. l.], v. 10, n. 1, p. 87-103, 2010. Disponível em: <https://research.wur.nl/en/publications/a-new-european-landscape-classification-lanmap-a-transparent-flex>. Acesso em: 23 fev. 2022.

MUEHE, D. Geomorfologia costeira. In: GUERRA, J. T.; CUNHA, S. B. (org.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 10. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p. 253-308.

MUEHE, D. O litoral Brasileiro e sua compartimentação. In: CUNHA, S. B., GUERRA, A. J. T. (org.). **Geomorfologia do Brasil**. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2017. p. 273-349.

NASCIMENTO, M. D.; SOUZA, B. S. P. O Mapeamento Geomorfológico como Subsídio ao Estudo das Fragilidades Ambientais. **Ciência e Natura**, [s. l.], v. 35, n. 2, p. 246-260, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/2179460X12577>. Acesso em: 15 set. 2021.

NÓBREGA, M. A.; SÁ, J. M., BEZERRA, F. H. R., HADLER NETO, J. C., IUNES, P. J.; GUEDES, S.; TELLO SAENZ, C. A.; HACKSPACHER, P. C.; LIMA-FILHO, F. P. The use of apatite fission track thermochronology to constrain fault movement and sedimentary basin evolution in northeastern Brazil. **Radiation Measurements**, [s. l.], v. 39, p. 627-633, 2005. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/243312393_The_use_of_apatite_fission_track_thermochronology_to_constrain_fault_movements_and_sedimentary_basin_evolution_in_northeastern_Brazil. Acesso em: 13 jan. 2021.

NOGUÉ, J.; VELA, J. La dimensión comunicativa del paisaje. Una propuesta teórica y aplicada. **Revista de Geografía Norte Grande**, Santiago, v. 49, p. 25-43, 2011. Disponível em: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34022011000200003. Acesso em: 13 jan. 2021.

NUNES, F. G.; SANTOS, A. M. Uso e cobertura da terra e efetividade das normativas legais em unidades de conservação no estado de Goiás-Brasil. **Boletim de Geografia**, Londrina, v. 40, p. 170-185, e61909, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/bolgeogr.v40.a2022.e61909>. Acesso em: 20 fev. 2023.

OMT. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DO TURISMO. **Guia de desenvolvimento do turismo sustentável**. Tradução de S. Netz. Porto Alegre: Bookman, 2013.

PAIVA, A. M. L.; AMARO, V. E.; DI LOLLO, J. A.; COSTA, C. W. Fragilidade ambiental aplicada em área de manancial no nordeste brasileiro. **Rev. Geociênc. Nordeste**, Caicó, v. 8, n. 1, p. 128-147, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.21680/2447-3359.2022v8n1ID24368>. Acesso em: 19 fev. 2023.

PALMIERI, F.; LARACH, J. O. I. Pedologia e Geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (org.). **Geomorfologia e meio ambiente**. 10. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p. 59-122.

PARAÍBA. **Mapa Pedológico do Estado da Paraíba**. Plano Diretor dos Recursos Hídricos do Estado da Paraíba. João Pessoa: Governo do Estado da Paraíba. SCIENTEC, 1995.

PARAÍBA. **Decreto Estadual nº 22.882, de 25 de março de 2002**. Institui a Área de Proteção Ambiental Tambaba. João Pessoa, Diário Oficial, 26 de março de 2002.

PARAÍBA. **Decreto Estadual nº 26.296, de 23 de setembro de 2005**. Altera a delimitação da Área de Proteção Ambiental Tambaba, criada pelo Decreto nº. 22.882 de 26 de março de 2002, e dá outras providências. João Pessoa, Diário Oficial, 25 de setembro de 2005.

PARANHOS FILHO, A. C.; LASTORIA, G.; TORRES, T. G. **Sensoriamento Remoto ambiental aplicado**: introdução às geotecnologias. Campo Grande: Editora da UFMS, 2019. PASSOS, M. M. **Biogeografia e Paisagem**. 2. ed. Maringá: Eduem, 2003.

PASSOS, M. M. **A raia divisória**: geossistema, paisagem e eco-história. Maringá: Eduem, 2006.

PASSOS, M. M. O modelo GTP (GEOSSISTEMA - TERRITÓRIO - PAISAGEM) como trabalhar? **Revista Equador**, Piauí, v. 5, n. 1. Edição Especial, p. 1-179, 2016. Disponível em: <https://revistas.ufpi.br/index.php/equador/article/view/4274>. Acesso em: 23 fev. 2021.

PEREIRA, L. S. P. **Mapeamento do geopatrimônio e do patrimônio cultural da região de João Pessoa (Paraíba) para fins de geoturismo urbano e costeiro**. 2018. 447 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Letras, Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal, 2019.

PEREIRA, E. T.; BARROS FILHO, M. N. M.; SIMÕES, M. B.; BEZERRA NETO, J. A. Automatic detection of deprived urban areas using Google Earth™ images of cities from the Brazilian semi-arid region, **URBE, Revista Brasileira de Gestão Urbana**, [s. l.], v. 14, e20210209, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2175-3369.014.e20210209>. Acesso em: 04 jul. 2023.

PÉREZ-ALBERTI, A; BOROBIO-SANCHIZ, M.; CASTILLO-RODRIGUEZ, F.; PAYÁN-PÉREZ, M. Metodología y clasificación de tipos de paisaje en Galicia. **Geografia e Ordenamento do Território**, v. 6, p. 259-282, 2014. Disponível em: <http://cegot.org/ojs/index.php/GOT/article/viewFile/2014.6.015/98>. Acesso em: 04 jul. 2023.

PETERSEN, J. F.; SACK, D.; GABLER, R. E. **Fundamentos de Geografia Física**. 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2015.

PICUNO, P.; CILLIS, G.; STATUTO, D. Investigating the time evolution of a rural landscape: How historical maps may provide environmental information when processed using a GIS. **Ecological Engineering**, [s. l.], v. 139, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2019.08.010>. Acesso em: 08 fev. 2022.

PINHEIRO JUNIOR, C. R.; PEREIRA, M. G.; SILVA NETO, E. C.; ANJOS, L. H. C.; FONTANA, A. Solos do Brasil: gênese, classificação e limitações ao uso. In: RIBEIRO, J. C. (org.). **Ciências exatas e da terra**: conhecimentos estratégicos para o desenvolvimento do país. Ponta Grossa: Atena, 2020. p. 183-199.

PINTO, F. S.; LIRA, G. S.; GUTIERRES, H. E. P.; SANTOS, J. S.; DANTAS, L. G. F. O Parque Natural Municipal do Cuiá e a promoção dos serviços ecossistêmicos: uma experiência com a Educação de Jovens e Adultos (EJA). In: SANTOS, J. S.; GUTIERRES, H. E. P. (org.). **Áreas verdes urbanas e serviços ecossistêmicos**. João Pessoa: Editora UFPB, 2023. p. 68-83.

PIRAJÁ, R. V. **Análise Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Taboco, Mato Grosso do Sul**. 2018. 178 f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional) - Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional, Universidade Anhanguera - UNIDERP, Campo Grande, 2018.

POLETTE, M. Reflexões sobre a Gestão Integrada no território costeiro e marinho do Brasil. In: SANTOS, C. R.; POLETTE, M. (org.). **A Gestão Costeira Integrada no Brasil**: histórico, processos e desafios. Itajaí: Editora Univali, 2020. p. 39-128.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E.; KÜPLICH, T. M. **Sensoriamento remoto da vegetação**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

PROJETO MAPBIOMAS. **Mapeamento Anual de Cobertura e Uso da Terra no Brasil** - Coleção 7. Disponível em: https://mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas-1?cama_set_language=pt-BR. Acesso em: 14 fev. 2023.

PUREZA, F.; PELLIN, A.; PADUA, C. **Unidades de conservação**: fatos e personagens que fizeram a história das categorias de manejo. São Paulo: Matrix, 2015.

REIS, T. E; COSTA, V, C. Análise da vulnerabilidade na zona de amortecimento do Parque Estadual do Ibitipoca (MG), com o uso de SIG. **Geosul**, Florianópolis, v. 32, n. 63, p. 77-96. 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/2177-5230.2017v32n63p77>. Acesso em: 23 fev. 2022.

RIVERA, E. S.; CORTÉS, I. S. Las experiencias del Instituto Nacional de Ecología en la valoración económica de los ecosistemas para la toma de decisiones. **Inst. Nac. de Ecol. México, Gaceta Ecológica**, [s. l.], número especial, 84-85, p. 93-105, 2007. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/539/53908510.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2022.

RIBEIRO, L. S.; ROBAINA, L. E. S.; CRISTO, S. S. V. The geoenvironmental susceptibility of the Lajeado creek watershed-Tocantins. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 35, n. 1, p. 1-16, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.14393/SN-v35-2023-67033>. Acesso em: 31 mar. 2023.

ROCHA G. M.; SOUZA, G. B. N; SOARES, D. A. S. Unidades de Paisagem e Morfologia da Zona Costeira. In: ROCHA, G. M; MORAES, S. C. **Uso do Território e Gestão da Zona Costeira do Estado do Pará**. Pará: NUMA, 2018.

RODRIGUES, V. P. S. **Parques de papel: uma análise crítica jurídica dos seus efeitos no processo minerário**. 2021. 60 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Sustentabilidade Socioeconômica Ambiental) - Núcleo de Pesquisas e Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2021.

ROSA, C. R. **Cartografia geotécnica da área costeira do município do Conde (PB): caracterização morfopedológica e processos de urbanização**. 2017. 183 f. Tese (Doutorado em Geotecnia) - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, 2017.

ROSA, E. P.; TRETIN, R.; DIAS, D. F.; SANTOS, V. S. Mapeamento do uso e ocupação da terra no município de Jaguari-RS. In: PEREZ FILHO, A.; AMORIM, R. R. (org.). **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**. Campinas: UNICAMP, 2017. p. 6890-6894.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

ROSS, J. L. S.; CUNICO, C.; LOHMANN, M.; DEL PRETTE, M. E. (org.). **Ordenamento territorial do Brasil: potencialidades naturais e vulnerabilidades sociais**. Osasco: Ed. Dos Autores, 2022.

ROSSETTI, D. F. Ambientes Costeiros. In: FLORENZANO, T. G. (org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. p. 248-285.

ROSSETTI, D. F.; BEZERRA, F. H. R.; GÓES, A. M.; VALERIANO, M. M.; ANDRADES FILHO, C. O.; MITTANI, J. C. R.; TATUMI, S. H.; NEVES, B. B. B. Late Quaternary sedimentation in the Paraíba Basin, Northeastern Brazil: Landform, sea level and tectonics in Eastern South America passive margin. **Revista Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, [s. l.], v. 300, p. 191-204, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031018210007510>. Acesso em: 23 fev. 2021.

ROSSETTI, D. F.; GÓES, A. M.; BEZERRA, F. H. R.; VALERIANO, M. M.; BRITO NEVES, B. B.; OCHOA, F. L. Contribution to the stratigraphy of the onshore Paraíba Basin, Brazil. **An. Acad. Bras. Ciênc.**, Rio de Janeiro, v. 84, n. 2, p. 313-334. 2012. Disponível em: <https://bv.fapesp.br/en/publicacao/70766/contribution-to-the-stratigraphy-of-the-onshore-paraiba-basi>. Acesso em: 23 fev. 2022.

SALGADO, A. A. R.; SANTOS, L. J. C.; PAISANI, J. C. **Geography of the Physical Environment: Environment, Vegetation and Landscape**. Berlim: Springer, 2020.

SALINAS CHÁVEZ; E; MATEO RODRÍGUEZ, J. M; CAVALCANTI, L. C. S.; BRAZ, A. Cartografía de los paisajes: teoría y aplicación. **Physis terrae**, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 7-29, 2019. Disponível em: <https://revistas.uminho.pt/index.php/physisterrae/article/view/402/2318>. Acesso em: 12 abr. 2021.

SALMONA, Y. B.; RIBEIRO, F. F.; MATRICARDI, E. A. T. Parques “no papel” conservam? O caso do Parque dos Pireneus em Goiás. **Bol. Goia. Geogr. (Online)**, Goiânia, v. 34, n. 2, p. 295-310. 2014. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/23225>. Acesso em: 23 fev. 2021.

SALVIO, G. M. M. **Áreas Naturais Protegidas e Indicadores Socioeconômicos**: o desafio da conservação da natureza. Jundiaí: Paco Editorial, 2017.

SAMPAIO, D.; SOUZA, V. C.; OLIVEIRA, A. A.; PAUL-SOUZA, J.; RODRIGUES, R. R. **Árvores da restinga**: guia ilustrado para a identificação de espécies da Ilha do Cardoso. Neotrópica: São Paulo, 2005.

SANTOS, M. E. M.; CASSAB, R. T.; FERNANDES, A. C. S.; CAMPOS, D. A., BRITO, I. M.; CARVALHO, I. S.; TINOCO, I. M.; DUARTE, L.; CARVALHO, M. S.; LIMA, M. R., The Pernambuco Paraíba Basin. The Pernambuco Paraíba Basin. In: BEURLIN, G.; CAMPOS, D. A.; VIVIER, M. C. (ed.). **Stratigraphic range of Cretaceous of mega and macrofossils of Brazil**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, p. 245-272, 1994.

SANTOS, R. F. **Planejamento Ambiental**: teoria e prática. São Paulo: Oficina de textos, 2004.

SANTOS, M. **Espaço e Método**. 5. ed. São Paulo: Edusp, 2008.

SANTOS, R. D.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C.; SHIMIZU, S. H. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 7. ed. rev. ampl. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015.

SANTOS, L. A. C. Utilização dos dados do Cadastro Ambiental Rural na análise de conflitos de uso do solo em Áreas de Preservação Permanente. **Tecnia, revista de educação, ciência e tecnologia do IFG**, Goiânia, n. 3, v. 1, p. 174-196, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbgfe/article/view/249759/38202>. Acesso em: 29 nov. 2020.

SANTOS, M. T. P.; ALMEIDA, M. I. S. Vulnerabilidade da paisagem à perda de solos do município de Francisco Sá – MG. **Revista Cerrados**, Montes Claros, v. 17, n. 2, p. 290-311. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.22238/rc2448269220191702290311>. Acesso em: 19 fev. 2023.

SANTOS, C. R.; POLETTE, M. (org.). **A Gestão Costeira Integrada no Brasil**: histórico, processos e desafios. Itajaí: Editora Univali, 2020.

SANTOS, C. R.; POLETTE, M.; VIEIRA, R. S. O Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro – GI-GERCO na Gestão Integrada da Zona Costeira Brasileira. In: SANTOS, C. R.; POLETTE, M. (org.). **A Gestão Costeira Integrada no Brasil**: histórico, processos e desafios. Itajaí: Editora Univali, 2020. p. 129-175.

SANTOS, A. P.; SANTIL, F. L. P.; OLIVEIRA, P. S.; ROVEDA, J. A. F. Utilização da Lógica Fuzzy como suporte ao Zoneamento Ambiental: um estudo de caso em Paracatu - MG. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 14, n. 4, p. 2352-2368, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbgfe/article/view/249941/39153>. Acesso em: 29 dez. 2022.

SANTOS, M. R.; VIEIRA, V. B.; ARAÚJO, R. O. P.; NASCIMENTO NETO, W. J.; OLIVEIRA, S. A. Turista do Parque Nacional de Sete Cidades, Piauí. In: SUTIL T.;

LADWIG, N. I.; SANTOS, J. G. S. S. (org.). **Turismo em áreas protegidas**. Criciúma: UNESC, 2021. p. 103-128.

SANTOS, K. M. S.; ATAIDE, R. M. C.; MORETTI, R. S.; TINOCO FILHO, A. F. Conflitos socioambientais do adensamento urbano em Natal a partir do mapeamento do sistema de esgotamento sanitário atualmente implantado. *In.: III Encontro Nacional da Associação Nacional de Ensino e Pesquisa do Campo de Públicas – III ENEPCP*, 3, Natal/RN. Natal, EPCP, 2023.

SANTOS, C. R.; FREITAS, R. R.; MEDEIROS, J. D. Participação social e retrocessos na proteção da vegetação de restinga no Brasil no período entre 1965 e 2021. **Desenvolv. e Meio Ambiente**, v. 61, p. 58-84. 2023. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/81531>. Acesso em: 13 jan. 2021.

SATO, S. E.; LUPINACCI, C. M. Mapeamento geomorfológico de detalhe. *In: SIMON, A. L. H.; LUPINACCI, C. M. A cartografia geomorfológica como instrumento para o planejamento*. Pelotas: Ed. da UFPel, 2019. p. 22-35.
SAYER, J.; SUNDERLAND, T.; GHAZOUL J.; PFUND, J. L.; SHEIL, D.; MEIJAARD, E.; VENTER, M.; BOEDHIHARTONO, A. K.; DAY, M.; GARCIA, C.; OOSTEN, C. V.; BUCK, L. E. Ten principles for a landscape approach to reconciling agriculture, conservation, and other competing land uses. **Proc. Natl. Acad. Sci.**, [s. l.], v. 110, n. 21, p. 8349-8356, 2013. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23686581/>. Acesso em: 23 fev. 2022.

SCALCO, R. F.; SOUZA, D. E. Área de Proteção Ambiental Estadual das Águas Vertentes: instrumentos de gestão e potencial turístico. **Caderno Virtual de Turismo**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 3, p. 22-43, 2018. Disponível em: <http://www.ivt.coppe.ufrj.br/caderno/index.php/caderno/article/view/1278>. Acesso em: 23 fev. 2022.

SELBY, M. J. **Hillslope Materials and Processes**. 2. ed. Oxford, New York, 2005.

SILVA, B. M. F.; SANTOS JÚNIOR, O. F.; FREITAS NETO, O.; SCUDELARI, A. C. Unidades de Conservação no Semiárido Brasileiro: estudo da Gestão Desses Espaços Preservados. **Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade**, [s. l.], v. 7, n. 2, p. 48-66, 2017. Disponível em: <https://reunir.revistas.ufcg.edu.br/index.php/uacc/article/view/537>. Acesso em: 23 fev. 2021.

SILVA, C. M.; ARBILLA, G. Antropoceno: os desafios de um novo mundo. **Rev. Virtual Quim.**, [s. l.], v. 10, n. 6, p. 1619-47, 2018. Disponível em: <https://s3.sa-east-1.amazonaws.com/static.sites.s bq.org.br/rvq.s bq.org.br/pdf/v10n6a02.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2021.

SILVA, S. D. R. **Delimitação de unidades da paisagem do litoral setentrional potiguar e adjacências**. 2018. 132 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

SILVA, B. M. F.; SANTOS JÚNIOR, B. M. F.; FREITAS NETO, O.; SCUDELARI, A. C. Erosão em Falésias Costeiras e Movimentos de Massa no Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil. **Revista Geociência**, São Paulo, v. 39, n. 2, p. 447-461, 2020. Disponível em:

<https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/article/view/14233>. Acesso em: 13 jan. 2021.

SILVA, I. C. **Geomorfologia, Morfoestrutura e Morfotectônica do Nordeste do Estado da Paraíba**. 2020. 232 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, da Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2020.

SILVA, M. V. S.; SILVA, B. C. S.; LIMA, I. F. Análise da Vulnerabilidade Ambiental do município de São João da Ponta, Pará: o uso do Geoprocessamento na gestão de Unidades de Conservação. **Revista Cerrados**, Montes Claros, v. 18, n. 1, p. 159-188. 2020. Disponível em: <https://www.periodicos.unimontes.br/index.php/cerrados/index> . Acesso em: 21 fev. 2023.

SILVA, M. V. P.; SILVA, B. C. S.; LIMA, I. F. Análise da vulnerabilidade ambiental do município São João da Ponta, Pará: o uso do geoprocessamento na gestão de unidades de conservação. **Cerrados**, [s. l.], v. 18, n. 1, p. 159-188, 2020. Disponível em: <https://www.periodicos.unimontes.br/index.php/cerrados/article/view/1200> . Acesso em: 23 fev. 2023.

SILVA, T. C. C.; VARELA, A. W. P.; ROSA, A. G. Mapeamento do uso e cobertura da terra e Savi na Apa Metropolitana de Belém. **Jornal Aplicado em Hidro-Ambiente e Clima**, [s. l.], v. 2, n. 1, p. 18-31, 2020. Disponível em: <https://jahec.ufra.edu.br/index.php?journal=JAHEC&page=article&op=view&path%5B%5D=22> . Acesso em: 23 fev. 2023.

SILVA, W. N. **Pitimbu e suas Transformações**: uma visão geoambiental. Cabedelo, PB: Etos, 2021.

SILVEIRA, R. M. P.; SILVEIRA, C. T. Análise Temática e Conceitual de Mapas Geomorfológicos: A Transcrição Gráfica da Complexidade do Relevo. **Revista Brasileira de Cartografia**, [s. l.], v. 73, n. 2, p. 574-597, 2021. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/54437> . Acesso em: 18 mar. 2022.

SIMENSEN, T.; HALVORSEN, R.; ERIKSTAD, L. Methods for landscape characterisation and mapping: A systematic review. **Land Use Policy**, Enschede, n. 75, p. 557-569, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/324746938_Methods_for_landscape_characterisation_and_mapping_A_systematic_review . Acesso em: 23 fev. 2021.

SOCHAVA, V. B. **O Estudo de geossistemas**: métodos em questão. São Paulo: Editora USP, n. 16, p. 01-51, 1977. (Tradução: Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro e Dora de Amarante Romariz).

SOS Mata Atlântica; INPE. **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica**. 2020 2021. Relatório Técnico. São Paulo: SOS Mata Atlântica; INPE, 2023. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/sobre/relatorios-e-balancos/> . Acesso em: 20 jun. 2023.

SOUTO, R. D. (org.). **Gestão ambiental e sustentabilidade em áreas costeiras e marinhas: conceitos e práticas**. V. 1. Rio de Janeiro: Instituto Virtual para o Desenvolvimento Sustentável - IVIDES.org, 2020.

SOUTO, R. D. (org.). **Gestão ambiental e sustentabilidade em áreas costeiras e marinhas: conceitos e práticas**. V. II. Rio de Janeiro: Ed. da Autora, 2022.

SOUZA, C. R. G.; SOUZA FILHO, P. W.; VITAL H.; ESTEVES, L. S. Praias Arenosas e Erosão Costeira. In: SOUZA, C. R. G.; SUGUIO, K; OLIVEIRA, A. M. S.; OLIVEIRA, P. E. (ed.). **Quaternário do Brasil**, Ribeirão Preto: Editora Holos, 2005. p. 130-152.

SOUZA, J. L. A.; CORRÊA, C. B; SILVA, O G. Compartimentação Geomorfológica da Planície do Recife, Pernambuco, Brasil. **Revista de Geografia** (Recife), Recife, v. 34, n. 1, p. 147-168, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/revistageografia/article/view/229326>. Acesso em: 13 jan. 2021.

SOUZA, C. A.; DUARTE, L. F. A.; JOÃO, M.C. A.; PINHEIRO, M. A. A. Biodiversidade e conservação dos manguezais: importância bioecológica e econômica. In: PINHEIRO, M. A. A.; TALAMONI, A. C. B. (org.). **Educação Ambiental sobre Manguezais**. São Vicente: UNESP, Instituto de Biociências, Câmpus do Litoral Paulista, 2018. p. 165.

SOUZA, C. M.; SHIMBO, Z.; ROSA, M. R.; PARENTE, L. L. A.; RUDORFF, B. F.; AZEVEDO, T. Reconstructing three decades of land use and land cover changes in brazilian biomes with Landsat Archive and Earth Engine. **Remote Sensing**, [s.l.], v. 12, n. 17, p. 2735. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/rs12172735>. Acesso em: 10 nov. 2020.

STRAHLER, A. N. Hypsometric (area-altitude) analysis and erosional topography. **Geological Society of America Bulletin**, [s. l.], v. 63, p. 1117-1142, 1952. Disponível em: <https://pubs.geoscienceworld.org/gsa/gsabulletin/article-abstract/63/11/1117/4477/HYPOMETRIC-AREA-ALTITUDE-ANALYSIS-OF-EROSIONAL>. Acesso em: 16 jun. 2019.

SUDEMA. Superintendência de Administração do Meio Ambiente da Paraíba. **Unidades de Conservação da Paraíba**, 2023. Disponível em: <https://sudema.pb.gov.br/unidades-de-conservacao-1>. Acesso em: 20 jun. 2023.

SUDENE. Superintendência para o Desenvolvimento do Nordeste. **Inventário Exploratório de reconhecimento de solos do Estado da Paraíba e interpretação para o uso agrícola dos solos do Estado da Paraíba**. Rio de Janeiro, 1972, 683 p. (Boletim técnico, 15 da equipe de Pedologia e Fertilidade do solo do Ministério da Agricultura – Série Pedológica, 8 da Divisão de Desenvolvimento do Nordeste).

SUERTEGARAY, D. M. A. **Terra: feições ilustradas**. 3. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2008.

SUGUIO, K. **Dicionário de Geologia Sedimentar e áreas afins**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

TARGINO, D. F.; CHAVES, M. S.; PEDROSA, F. M. M. C.; COELHO, V. H. R.; AZEVEDO, A. I. Análise da morfologia praial, hidrodinâmica costeira e caracterização geo-ambiental da praia de Jacumã - Conde/PB. In: Simpósio Nacional de Geomorfologia/II Encontro Latino Americano de Geomorfologia. **Anais [...]**. Belo Horizonte: UFMG, 2008, p. 1-11.

TEIXEIRA, D. L. S.; ODA, P. S. S.; MARCIANO, A. G.; DI LORENZO, S.; RIONDET-COSTA, D. R. T.; PONS, N. A. D.; AZEVEDO, S. C. Bioma Mata Atlântica: análise temporal da pressão antrópica em unidade de conservação de proteção integral e seu entorno. **Revista Entrelugar**, [s. l.], v. 13, n. 26, p. 60-90, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.30612/rel.v13i26.16438>. Acesso: 17 dez. 2022.

TOPAN, J. G. O. **Caracterização tectono-estratigráfica da sub-bacia Olinda, bacia Paraíba e embasamento adjacente, NE do Brasil**. 2018. 129 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018.

TORRES, F. S. M.; SILVA, E. P. **Geodiversidade do estado da Paraíba**. Recife: CPRM, 2016. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/14706>. Acesso: 21 jul. 2022.

TORRES, F. T. P.; MARQUES NETO, R.; MENEZES, S. O. **Introdução à Geomorfologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

TREVISAN, D. P.; MOSCHINI, L. E.; DIAS, L. C. C.; GONÇALVES, J. C. Avaliação da Vulnerabilidade Ambiental de São Carlos - SP. **RA'EGA**, Curitiba, v. 44, p. 272-288, 2018. Disponível em: <https://ojs.homologa.ufpr.br/raega/article/view/50439/35140>. Acesso: 19 abr. 2022.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: FIBGE-SUPREN, 1977.

TROMBETA, L. R.; SALINAS CHÁVEZ, E.; LEAL, A. C. Unidades de paisagem como contribuição à gestão das águas: estudo aplicado na unidade de gestão de recursos hídricos Paranapanema-Brasil. In: PEREZ FILHO, A.; AMORIM, R. R. **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**. Campinas: Instituto de Geociências - UNICAMP, 2017. p. 417-429.

UNEPWCMC (UN Environment World Conservation Monitoring Centre); IUCN (International Union for Conservation of Nature); NGS (National Geographic Society). **Protected Planet Report 2018**. Tracking progress towards global targets for protected areas. UNEPWCMC, IUCN and NGS: Cambridge UK; Gland, Switzerland; and Washington, D.C., USA, 2019. Disponível em: https://livereport.protectedplanet.net/pdf/Protected_Planet_Report_2018.pdf. Acesso em: 10 jun. 2020.

VALERIANO, M. M. **Topodata**: Guia para utilização de dados geomorfométricos locais. São José dos Campos: INPE, 2008.

VALLE, I. C.; FRANCELINO, M. R.; PINHEIRO, H. S. K. Mapeamento da Fragilidade Ambiental na Bacia do Rio Aldeia Velha, RJ. **Floresta e Ambiente**, [s. l.], v. 2, n. 23, p. 295-308, 2016. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/loram/a/CLKFqFSkdjXRDgvZ6VmdPBj/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 13 jan. 2021.

VERAS, J. D. D. **Sedimentologia e estratigrafia da Formação Tambaba: Eoceno da Sub-bacia Alhandra, Bacia Paraíba**. 2018. 63 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2017.

VILLWOCK, J. A.; LESSA, G. C.; SUGUIO, K.; ÂNGULO, R. J.; DILLENBURG, S. R. **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Editora Holos, 2005.

WARNAVIN, L.; ARAÚJO, W. M. **Estudos das transformações da paisagem e do relevo**. Curitiba: InterSaberes, 2016.

WECKMÜLLER, R.; VICENS, R. S. As geotecnologias e a detecção de trajetórias evolutivas da paisagem: possibilidades metodológicas e aplicações. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [s. l.], v. 11, n. 6, p. 2140-2159, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/330529398_As_geotecnologias_e_a_deteccao_de_trajetorias_evolutivas_da_paisagem_possibilidades_metodologicas_e_aplicacoes. Acesso em: 23 fev. 2023.

ZACHARIAS, A. A. **A representação gráfica das unidades de paisagem no zoneamento ambiental**. São Paulo: Ed. UNESP, 2010.

ZACHARIAS, A. A.; VENTORINI, S. E. A. Cartografia de síntese, o ambiente e a paisagem: caminhos, desafios, perspectivas e proposta metodológica. **PUBLICAÇÕES AVULSAS: Geografia**, Teresina, v. 22, n. 3, p. 120-157, 2021. Disponível em: <https://revistas.ufpi.br/index.php/geografia/article/view/12022>. Acesso em: 23 fev. 2022.

ZAIDAN, R. T. Geoprocessamento: Conceitos e Definições. **Revista de Geografia – PPGeo – UFJF**, Juiz de Fora, v. 7, n. 2, p. 195-201, jul./Dez. 2017. Disponível: <https://periodicos.ufjf.br/index.php/geografia/article/view/18073>. Acesso: 08 nov. 2022.

ZICKEL, C. S.; VICENTE, A.; BELFORT, L.; SANTOS, C. R.; ALMEIDA JÚNIO, E. B. Vegetação de tabuleiro: diversidade de espécies lenhosas em áreas da Paraíba, Nordeste do Brasil. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, [s. l.], v. 6, n. 4, p. 286-298, 2021. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/JEAP/article/view/3725>. Acesso em: 23 fev. 2022.