



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS DO PONTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA DO
PONTAL



BRUNA DE FÁTIMA CORRÊA LIMA

GEOECOLOGIA DAS PAISAGENS COMO RECURSO PARA ANÁLISE
AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE MARABÁ – PA.

ITUIUTABA

2025



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS DO PONTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA DO
PONTAL



BRUNA DE FÁTIMA CORRÊA LIMA

GEOECOLOGIA DAS PAISAGENS COMO RECURSO PARA ANÁLISE
AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE MARABÁ – PA.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia do Pontal, do Instituto de Ciências Humanas do Pontal, Universidade Federal de Uberlândia, como exigência parcial para obtenção do Título de Mestre em Geografia.

Área de concentração: Produção do espaço e dinâmicas ambientais.

Linha de Pesquisa: Dinâmicas Ambientais

Orientador: Prof. Dr^a. Rildo Aparecido Costa.

ITUIUTABA

2025

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

L732 Lima, Bruna de Fátima Corrêa, 1999-
2025 GEOECOLOGIA DAS PAISAGENS COMO RECURSO PARA ANÁLISE
AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE MARABÁ – PA. [recurso eletrônico] /
Bruna de Fátima Corrêa Lima. - 2025.

Orientador: Rildo Aparecido Costa.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
Pós-graduação em Geografia.
Modo de acesso: Internet.
DOI <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2025.632>
Inclui bibliografia.

1. Geografia. I. Costa, Rildo Aparecido, 1971-, (Orient.). II.
Universidade Federal de Uberlândia. Pós-graduação em Geografia.
III. Título.

CDU: 910.1

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:
Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074

BRUNA DE FÁTIMA CORRÊA LIMA

**GEOECOLOGIA DAS PAISAGENS COMO RECURSO PARA ANÁLISE
AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE MARABÁ – PA.**

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-graduação em Geografia
do Pontal, do Instituto de Ciências
Humanas do Pontal, Universidade Federal
de Uberlândia, como exigência parcial
para obtenção do Título de Mestre em
Geografia, à Banca Examinadora formada
por:

Prof. Dr. Rildo Aparecido Costa, UFU/MG (Orientador)

Prof. Dr. Paulo Cezar Mendes, UFU/MG (Membro)

Prof. Dr. Arlei Teodoro de Queiroz – IFTM/MG (Membro)

Ituiutaba, 26 de setembro de 2025.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
 Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Geografia - Pontal
 Rua Vinte, 1600, Bloco D, Sala 300 - Bairro Tupã, Uberlândia-MG, CEP 38304-402
 Telefone: (34) 3271-5305/5306 - www.ppgep.ich.ufu.br - ppgep@ufu.br



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Geografia do Pontal - PPGEp				
Defesa de:	Mestrado Acadêmico				
Data:	26 de Setembro de 2025	Hora de início:	15:00	Hora de encerramento:	17:10
Matrícula do Discente:	22212GEO003				
Nome do Discente:	Bruna de Fátima Corrêa Lima				
Título do Trabalho:	Geoecologia das Paisagens como Recurso para Análise Ambiental no Município de Marabá - PA.				
Área de concentração:	Produção do espaço e dinâmicas ambientais				
Linha de pesquisa:	Dinâmicas Ambientais				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	Ambiente, natureza e dinâmica sócio-ambientais.				

Reuniu-se através de conferência pelo Google Meet, Campus Pontal, da Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Geografia do Pontal assim composta: Prof. Dr. Paulo Cezar Mendes – PPGEp/ICHPO/UFU; Prof. Dr. Arlei Teodoro de Queiroz - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro/IFTM – Campus Uberlândia, além do Prof. Dr. Rildo Aparecido Costa PPGEp/ICHPO/UFU, orientador da candidata.

Iniciando os trabalhos o presidente da mesa, Prof. Dr. Rildo Aparecido Costa , apresentou a Comissão Examinadora e a candidata, agradeceu a presença do público, e concedeu à Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir a senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

APROVADA

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Rildo Aparecido Costa, Professor(a) do Magistério Superior**, em 26/09/2025, às 17:05, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Arlei Teodoro de Queiroz, Usuário Externo**, em 26/09/2025, às 17:05, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Paulo Cezar Mendes, Professor(a) do Magistério Superior**, em 26/09/2025, às 17:06, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **6688064** e o código CRC **A009C36C**.

Para todos aqueles que um dia pensaram em desistir: a paisagem deste lado é muito mais completa!

AGRADECIMENTOS

Neste momento final, manifesto minha mais profunda gratidão aos meus pais, Ângela e Rosinaldo, pelo apoio constante e pelo incentivo incondicional ao longo de toda a minha trajetória. Às minhas irmãs, Amanda, Beatriz e Bianca, agradeço por todo o auxílio prestado nos momentos mais necessários.

Aos amigos da universidade e do ambiente de trabalho, tanto no Pará quanto no Mato Grosso, deixo meu sincero agradecimento pelo companheirismo e pelas palavras de motivação que me impulsionaram a concluir esta pesquisa.

Ao meu orientador, Dr. Rildo Aparecido Costa, expresso minha admiração e reconhecimento pela orientação comprometida e inspiradora. Estendo meus agradecimentos ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Pontal (PPGEP), à Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio institucional oferecido ao longo desses anos de mestrado.

Por fim, um agradecimento especial ao meu esposo, José Neto, cuja presença, apoio e parceria foram fundamentais em todas as etapas desta caminhada.

RESUMO

Esta dissertação teve como objetivo aplicar a abordagem da geoecologia das paisagens como instrumento metodológico e teórico para a análise ambiental do município de Marabá, situado na região sudeste do estado do Pará. Localizado em uma área marcada por intensas transformações territoriais impulsionadas por projetos de infraestrutura e atividades de mineração, o município apresentou dinâmicas socioeconômicas que provocaram impactos significativos sobre os sistemas naturais. A pesquisa propôs uma leitura integrada da paisagem com a finalidade de identificar os principais condicionantes geoambientais e os processos antrópicos que reconfiguraram o espaço geográfico. A metodologia adotou as proposições de referenciais teóricos consolidados e organizou-se em três etapas principais: organização e inventário, com a sistematização das informações referentes ao relevo, geologia, solos, vegetação e hidrografia; análise e diagnóstico, com a delimitação das unidades geoecológicas e identificação dos impactos ambientais; e prognóstico, com a proposição de estratégias sustentáveis para o uso do território. O processamento dos dados ocorreu por meio do uso de geotecnologias, especialmente com o software QGIS, utilizando bases públicas, como as fornecidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, e imagens ALOS PALSAR. Este estudo apresentou uma reflexão teórica sobre a construção do conceito de paisagem, desde suas origens filosóficas e artísticas até sua consolidação como categoria científica nos campos da geografia física e da ecologia da paisagem. Foram identificadas cinco unidades geoecológicas no território de Marabá, sendo elas: depressões com argissolos e rochas cristalinas alteradas, patamares dissecados com solos rasos e litologia sedimentar, serras cristalinas com solos rasos, planícies sedimentares e várzeas aluviais e relevos mistos com formações complexas. Cada unidade foi caracterizada com base em suas condições físicas, níveis de degradação ambiental, aptidões econômicas e riscos associados. Os resultados obtidos demonstraram a utilidade da geoecologia das paisagens como ferramenta de apoio ao planejamento ambiental e ao ordenamento territorial, oferecendo subsídios técnicos e científicos ao zoneamento ecológico-econômico municipal e contribuindo para o desenvolvimento de políticas públicas sustentáveis, com base na integração entre conhecimento acadêmico, gestão pública e sociedade.

Palavras-chave: Geoecologia das Paisagens; Análise Integrada da Paisagem; Geoprocessamento; Marabá.

ABSTRACT

This dissertation aimed to apply the landscape geoecology approach as a methodological and theoretical tool for the environmental analysis of the municipality of Marabá, located in the southeastern region of the state of Pará, Brazil. Situated in an area marked by intense territorial transformations driven by infrastructure projects and mining activities, the municipality presented socioeconomic dynamics that caused significant impacts on natural systems. The research proposed an integrated reading of the landscape with the purpose of identifying the main geoenvironmental constraints and anthropogenic processes that reconfigured the geographic space. The methodology adopted consolidated theoretical frameworks and was organized into three main stages: organization and inventory, involving the systematization of information related to relief, geology, soils, vegetation, and hydrography; analysis and diagnosis, with the delimitation of geoecological units and identification of environmental impacts; and prognosis, with the proposition of sustainable strategies for territorial use. Data processing was carried out through the use of geotechnologies, particularly with the QGIS software, employing public databases such as those provided by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) and ALOS PALSAR images. This study also presented a theoretical reflection on the construction of the concept of landscape, from its philosophical and artistic origins to its consolidation as a scientific category within the fields of physical geography and landscape ecology. Five geoecological units were identified in the territory of Marabá: depressions with argisols and weathered crystalline rocks; dissected plateaus with shallow soils and sedimentary lithology; crystalline hills with shallow soils; sedimentary plains and alluvial floodplains; and mixed reliefs with complex formations. Each unit was characterized based on its physical conditions, levels of environmental degradation, economic aptitudes, and associated risks. The results demonstrated the usefulness of landscape geoecology as a tool to support environmental planning and territorial management, providing technical and scientific input for the municipal ecological-economic zoning and contributing to the development of sustainable public policies based on the integration of academic knowledge, public management, and society.

Keywords: Landscape Geoecology; Integrated Landscape Analysis; Geoprocessing; Marabá.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Demonstração da coleta de informações geomorfológicas no IBGE	41
Figura 2 - Demonstração da inserção do arquivo no software	42
Figura 3 - Demonstração da estilização da camada	43
Figura 4 - Mapa de Localização do Município de Marabá	50
Figura 5 - Vista área da Marabá Pioneira	52
Figura 6 - Plano da Nova Marabá idealizado por Joaquim Guedes.	53
Figura 7 - Ponte sobre o Rio Itacaiúnas, ligando os núcleos Nova Marabá e Cidade Nova. ...	54
Figura 8 - Imagem do Núcleo São Félix	56
Figura 9 - Imagem do Núcleo Morada Nova	58
Figura 10 - Mapa de Espacialização Geológica	62
Figura 11 - Mapa de Espacialização Geomorfológica	80
Figura 12 - Climograma do Município de Marabá	87
Figura 13 - Mapa de Espacialização Hidrográfica	90
Figura 14 - Mapa de Espacialização Pedológica	94
Figura 15 - Mapa de Espacialização de Vegetacional	101
Figura 16 - Mapa de Geoecologia das Paisagens	107
Figura 17 - Fotos Exemplares da Unidade I	109
Figura 18 - Fotos Exemplares da Unidade II	112
Figura 19 - Fotos Exemplares da Unidade III	115
Figura 20 - Fotos Exemplares da Unidade IV	118
Figura 21 - Fotos Exemplares de Usos da Unidade V	122
Figura 22 - Fotos Exemplares da Unidade V	123

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. ESTUDOS INTEGRADOS DA PAISAGEM, PLANEJAMENTO AMBIENTAL E MARCOS LEGAIS	18
2.1 A PAISAGEM E SUAS PRIMEIRAS PERCEPÇÕES.....	18
2.2 ABORDAGEM SISTÊMICA NO ESTUDO DA PAISAGEM.....	23
2.2.1 <i>O Estudo de Geossistemas de Viktor Sochava</i>	<i>24</i>
2.2.2 <i>Ecodinâmica da Paisagem de Jean Tricart.....</i>	<i>25</i>
2.2.3 <i>Paisagem e Geografia física global – Esboço Metodológico de Georges Bertrand.....</i>	<i>26</i>
2.3 PLANEJAMENTO AMBIENTAL: CONCEITOS, DEFINIÇÕES E MECANISMOS LEGAIS	27
2.3.1 <i>Marcos Legais</i>	<i>30</i>
2.4 GEOECOLOGIA DAS PAISAGENS DE RODRIGUEZ, SILVA E CAVALCANTI: CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS E METODOLÓGICAS.....	32
2.4.1 <i>A paisagem como categoria de análise geoecológica</i>	<i>32</i>
2.4.2 <i>Geoecologia das Paisagens e Planejamento Ambiental</i>	<i>35</i>
3. PROCEDIMENTOS TÉCNICOS: MATERIAIS E MÉTODOS	38
3.1 ORGANIZAÇÃO E INVENTÁRIO.....	38
3.2 ANÁLISE E DIAGNÓSTICO.....	40
3.2.1 <i>Confecção do mapa geomorfológico</i>	<i>40</i>
3.2.2 <i>Confecção do mapa geológico.....</i>	<i>44</i>
3.2.3 <i>Confecção do mapa pedológico.....</i>	<i>45</i>
3.2.4 <i>Confecção do mapa de vegetação</i>	<i>45</i>
3.2.5 <i>Confecção de unidades geoecológicas</i>	<i>46</i>
3.3 PROGNOTICO	47
4. BEM-VINDO À MARABÁ: CONTEXTUALIZAÇÃO GEOGRÁFICA E CONDICIONANTES GEOAMBIENTAIS.....	49
4.1 LOCALIZAÇÃO E ACESSOS	49
4.2 CONDICIONANTES GEOAMBIENTAIS.....	58
4.2.1 <i>Geologia e Geomorfologia</i>	<i>60</i>
4.2.1.1 <i>Formação geológica Xingu</i>	<i>63</i>

4.2.1.2 Formação geológica Aquiri.....	63
4.2.1.3 Formação geológica Salobo	64
4.2.1.4 Formação geológica Parauapebas.....	65
4.2.1.5 Formação geológica Águas Claras	65
4.2.1.6 Formação geológica Alto Bonito.....	66
4.2.1.7 Formação geológica Bacajá.....	66
4.2.1.8 Formação geológica Buritirama	67
4.2.1.9 Formação geológica Cateté	67
4.2.1.10 Cobertura geológica detrito-laterítica neo-pleistocênica	68
4.2.1.11 Cobertura geológica detrito-laterítica paleogênica.....	68
4.2.1.12 Formação geológica Couto Magalhães	69
4.2.1.13 Depósitos geológica Aluvionares Holocênicos	69
4.2.1.14 Formação geológica Granito Plaquê	70
4.2.1.15 Formação geológica Itapecuru	71
4.2.1.16 Formação geológica Luanga.....	71
4.2.1.17 Formação geológica Misteriosa	72
4.2.1.18 Formação geológica Paredão	72
4.2.1.19 Formação geológica Pedra de Fogo	73
4.2.1.20 Formação geológica Rio Novo	74
4.2.1.21 Formação geológica Rochas Máficas	75
4.2.1.22 Formação geológica Sapucaia	75
4.2.1.23 Formação geológica Serra dos Carajás.....	75
4.2.1.24 Formação geológica Serra Pelada.....	77
4.2.1.25 Formação geológica Serra Pelada.....	78
4.2.1.26 Formação geomorfológica de depressões	81
4.2.1.27 Formação geomorfológica de patamares.....	81
4.2.1.28 Formação geomorfológica de planícies	82
4.2.1.29 Formação geomorfológica de serras.....	83
4.2.2 Clima e Hidrografia	84
4.2.3 Pedologia e Vegetação	92
5. UNIDADES GEOECOLÓGICAS E IMPACTOS	106
5.1 DEPRESSÕES COM LATOSSOLOS EM SITUAÇÃO DE FRAGILIDADE AMBIENTAL.....	108

5.2 DEPRESSÕES COM ARGISSOLOS E ROCHAS CRISTALINAS ALTERADAS.....	110
5.3 PATAMARES DISSECADOS COM SOLOS RASOS E LITOLOGIA SEDIMENTAR.....	113
5.4 SERRAS CRISTALINAS COM SOLOS RASOS	116
5.5 PLANÍCIES SEDIMENTARES E VÁRZEAS ALUVIAIS.....	120
5.6 RELEVOS MISTOS COM FORMAÇÕES COMPLEXAS.....	124
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	126
REFERENCIAS.....	129

1. INTRODUÇÃO

A temática ambiental, ao longo dos anos, estabelece seu espaço em meio às discussões de importância mundial, nas quais muito se fala sobre a preservação ambiental em todas as suas esferas que tangem o interesse coletivo para aquela e as próximas gerações. Desse modo, o meio ambiente ocupa grande espaço, e sua preservação, bem como os estudos que a viabilizam, tornam-se cada vez mais imprescindíveis.

A necessidade de compreender o espaço territorial e sua gestão eficaz implica diretamente no desenvolvimento deste, permitindo que seus residentes gozem de bons padrões referentes à qualidade de vida. Assim, as ações de planejamento são consideradas indispensáveis quando se trata da gestão, sendo importante destacar que os processos não são os mesmos, mas sim complementares.

Por esse motivo, as compreensões e aceções acerca do meio ambiente assumem espaços que antes não existem, trazendo noções sobre a importância do planejamento ambiental para toda a cadeia de desenvolvimento que se busca para cidades e municípios. Mais do que apenas planos no papel, novas metodologias de investigação física e social trazem ao planejamento ações efetivas e condizentes com a realidade do local analisado, gerando, desse modo, resultados que podem ser aplicados na prática de acordo com as possibilidades da gestão.

O grande crescimento e exposição da Amazônia, principalmente nos aspectos econômicos, moldam a formação histórica, cultural e ambiental da região. O incentivo à ocupação desenfreada causa transtornos ambientais quase irreversíveis e, à medida que municípios e cidades são explorados, as ações antrópicas se intensificam de maneira exponencial. Desse modo, as nuances que compõem o cenário da região de Carajás, especialmente no município de Marabá, são alvo de estudo para inúmeros tipos de trabalhos e metodologias. Inegavelmente, é necessário compreender o espaço e as relações que dele e nele se depreendem, com o objetivo de garantir a preservação e a conservação.

As afirmativas quanto ao planejamento em si reverberam na história brasileira através de ações estratégicas para o desenvolvimento territorial, ligadas, em sua maior parte, às ocupações do “espaço vazio” (Almeida, 2008, p. 15) e aos incentivos a grandes projetos de infraestrutura que viabilizam o desenvolvimento, conforme expresso nas declarações de Souza (2015, p. 51): “entre estas estratégias estão dotar o espaço de infraestruturas, como no caso da abertura das rodovias, além das transformações das estruturas jurídico-políticas, determinante no rearranjo dos atores sociais e principalmente, para a reprodução ampliada do capital”.

Assim, grandes projetos, por meio de planos de desenvolvimento estratégico, são concebidos e aplicados no estado do Pará, em especial no sul e sudeste paraense. Uma das mais marcantes dessas intervenções, conforme destaca Almeida (2008), é a implantação da Rodovia Transamazônica, que integra o estado do Pará ao restante do país, transforma Marabá em ponto obrigatório para os transeuntes e torna massivo o número de migrantes — o que intensifica a disputa por terras na região (Souza, 2015). Além disso, conforme descreve Almeida (2008), as ações estratégicas para a região são concebidas, em sua maior parte, a partir da necessidade de efetivar o Projeto Grande Carajás, após a descoberta de ferro, tornando-a um complexo minerário.

Outro marco importante para a formação de Marabá ocorre com a disseminação de siderúrgicas no município, decorrente das dinâmicas da extração mineral. Souza (2015) afirma que o município abriga onze siderúrgicas até a chegada da crise no setor, em 2008, o que reduz o volume de exportação de ferro-gusa e, por consequência, culmina no fechamento de muitas dessas empresas, que empregam diretamente pouco mais de 3.000 funcionários.

Souza (2015) lembra que, em meio à crise, é anunciado, em 2008, um grande projeto que visa verticalizar a produção do aço por meio da Aços Laminados do Pará – ALPA, com capacidade de produção de 2,5 milhões de toneladas por ano de placas de aço, da empresa Vale, em parceria com os governos federal e estadual. Este último reitera seus interesses na implantação do projeto mediante a desapropriação de uma área de 1.318,6 hectares do Distrito Industrial de Marabá, declarando-a de interesse público por meio do Decreto nº 1.533, de março de 2009. As movimentações construtivas ocorrem de fato em 2010, a partir das obras de terraplenagem. Com um projeto grandioso, Souza (2015) recorda que a previsão de geração de empregos é de cerca de 16 mil postos na etapa de implantação e aproximadamente 5 mil para as operações.

Dessa forma, houve uma corrida massiva para a implantação de empreendimentos, especialmente habitacionais, no município, com o intuito de abarcar as demandas geradas com a ALPA, objeto de especulação em nível nacional. Contudo, todos são surpreendidos ao se depararem com a declaração de que os investimentos da Vale no projeto foram suspensos, o que deixa Marabá em uma situação econômica e ambiental preocupante, uma vez que a população cresceu na expectativa da execução do projeto. Assim, os processos de ocupação se tornaram mais intensos, já que a especulação imobiliária permaneceu alta, gerando uma massa de famílias ocupando áreas ambientalmente frágeis.

Essas ações de exploração e utilização dos recursos naturais transformam o município de Marabá, modificando o ambiente à medida que as dinâmicas socioeconômicas ocorrem,

sobretudo com usos voltados à exploração. Dessa maneira, a constituição das ocupações e atividades realizadas na área de estudo se intensifica ao longo dos anos, tendo a mineração e a pecuária como principais pilares econômicos. Esses usos, atrelados às tipologias ambientais, podem facilitar ou não a disseminação de impactos que, se não são tratados, podem se tornar irreparáveis. Por isso, ao se pensar na importância econômica dessas atividades para o município, questiona-se qual o preço que o meio natural paga ao ser utilizado em caráter exploratório, muitas vezes sem planos de manejo, bem como o preço pago pelos seres que dele dependem.

O planejamento ambiental tornou-se então uma ferramenta essencial de gestão, já que “permite a análise integrada do ambiente, a partir de um conjunto coordenado de etapas que envolvem não só o levantamento de diversas informações, mas a sistematização e análise visando garantir a preservação e a conservação do ambiente (...)” (Trombeta; Leal, 2016, p. 188). Ao se pensar na constituição de ações de planejamento, foi necessário conhecer o território, suas nuances e suas estruturas, a fim de identificar potencialidades, fragilidades ou aptidões das áreas. Ao se analisarem as dinâmicas socioeconômicas e os aspectos geoambientais, foi possível compreender a interação dos processos e como eles atuaram em conjunto nas alterações paisagísticas e ambientais.

Para tal fim, a Geoecologia das Paisagens atuou como ferramenta teórica e metodológica que permitiu uma análise integrada dos condicionantes da paisagem (relevo, hidrografia, pedologia, vegetação, entre outros), elencando-os e analisando-os de forma conjunta, de modo que a interpretação contemplasse todos os agentes modificadores do meio, permitindo, por consequência, compreender as dinâmicas que se estabeleceram no perímetro do município, com a indicação de apontamentos mais adequados para o planejamento ambiental que possibilitasse a manutenção do equilíbrio ecológico e proporcionasse condições para o desenvolvimento econômico e social.

Em função disso, a problemática que motivou a constituição desta pesquisa se ateve ao fato de que Marabá, considerando sua constituição histórica, social e especialmente econômica — uma vez que figurava como o terceiro maior em Produto Interno Bruto (PIB) segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019) — não possuía estudos completos ou planos de identificação das condições ambientais, tanto na área urbana quanto na rural. Por isso, esta pesquisa buscou responder a alguns questionamentos relevantes sobre a área, tais como: quais as unidades geoecológicas presentes na área de estudo? Quais os níveis de degradação das unidades identificadas? Quais ações poderiam ser propostas para amenizar os problemas, uma vez que já se conheciam os causadores? A aplicação da metodologia

demonstrou eficácia e apresentou facilidade de manutenção para verificações futuras desta área?

Ao contemplar o dinamismo social, econômico e ambiental que se convergiram e interagiram em conjunto, esta pesquisa teve como objetivo geral analisar a paisagem de Marabá, utilizando a Geoecologia das Paisagens como ferramenta de diagnóstico para compreender as movimentações ambientais e humanas que atuaram como modificadoras da paisagem. Assim, conforme a metodologia escolhida, os objetivos específicos foram organizados em:

- Identificar e caracterizar os principais condicionantes responsáveis pela formação da paisagem, com exposição cartográfica;
- Delimitar as Unidades Geoecológicas que compuseram a paisagem a partir da análise integrada, apontando os principais impactos ambientais identificados e os processos que implicaram nessas ocorrências.

É importante ressaltar que as contribuições desta pesquisa não foram consideradas únicas ou definitivas, devendo ser vistas como uma possibilidade entre as diversas metodologias que abordaram o planejamento ambiental, uma vez que este trabalho se constituiu como uma pesquisa inicial.

Por esse motivo, para cumprir seus propósitos, esta pesquisa foi dividida em cinco capítulos, nos quais foram discutidas as questões que nortearam a composição do trabalho até a consecução dos objetivos. Assim, a introdução contemplou a problemática da pesquisa, considerando a área de estudo, os questionamentos norteadores e os objetivos que se pretendia alcançar ao final.

O segundo capítulo baseou-se nos arcabouços teóricos e metodológicos que sustentaram a pesquisa científica. Nele, foram analisadas as considerações dos principais autores que trabalharam a temática ambiental e, especialmente, a Geoecologia das Paisagens.

O terceiro capítulo descreveu as ações e os procedimentos técnicos utilizados para atingir os objetivos, detalhando os materiais, métodos e sistemas que culminaram no desenvolvimento da pesquisa.

O quarto capítulo apresentou a área de estudo, bem como sua estruturação ambiental, caracterizando-a, localizando-a e identificando os aspectos geoambientais presentes.

O quinto capítulo trouxe as Unidades Geoambientais identificadas, com concepções e considerações sobre cada uma delas, apontando os principais impactos ambientais e as causas que provocaram tais cenários.

Por fim, a pesquisa se encerrou no sexto capítulo, que reuniu as considerações finais, nas quais foi possível refletir sobre os próximos passos para o seguimento do trabalho e o legado que se pretendeu deixar.

2. ESTUDOS INTEGRADOS DA PAISAGEM, PLANEJAMENTO AMBIENTAL E MARCOS LEGAIS

A paisagem tornou-se objeto de estudos científicos acerca dos fenômenos naturais e sociais que se dissipavam em um dado território. A disseminação da utilização da paisagem como ferramenta de estudo adveio de proposições metodológicas que utilizavam os componentes paisagísticos — ou ambientais — como forma de analisar os impactos, fossem eles ambientais, econômicos ou sociais, que provieram da troca de energias e das relações entre o meio natural e o meio antrópico.

Para Farias (2012, p. 31), “a categoria paisagem apresentou uma evolução do seu conteúdo e definição adequada em função do período histórico e das diferentes linhas de pensamento”, o que corroborou com a alegação de que a paisagem, em sua categoria, possibilitou apreender tanto as questões de natureza e cultura, no viés da ciência social, quanto serviu de suporte às considerações da Geografia (Vitte, 2007).

Farias (2012) ainda reiterou as visualizações diferenciadas atribuídas ao termo paisagem, que pôde ser vista de maneira dessemelhante em cada área de estudo, citando como exemplos a Biogeografia e a Ecologia. Assim, diante das diferenças de interpretações, Farias (2012) atribuiu o surgimento de inúmeros autores que trabalharam o termo em suas pesquisas, modificando-o conforme a temática, o período histórico ou a escola de pensamento.

Entretanto, antes de se discutirem suas ramificações e nuances para a Geografia, foi necessário compreender e assimilar o surgimento, a caminhada e a consolidação da paisagem não apenas como elemento contemplativo, mas como ciência. Ponte (2019), assim como Cosgrove (2004), reiterou que se fez importante um retorno à paisagem precedente à sua disseminação como termo geográfico, a fim de esclarecer sua etimologia e relacioná-la ao que se tinha na atualidade.

2.1 A paisagem e suas primeiras percepções

Popularmente utilizado no vocabulário português, o termo paisagem passeava pelas mais diversas formas de expressão, podendo servir para identificar um lugar, de natureza contemplativa física ou cenários de jogos, uma cena, um horizonte, dentre outros. Sendo um substantivo feminino, o termo paisagem era definido como “espaço de terreno que se abrange num lance de vista” e/ou “pintura, gravura ou desenho que representasse uma paisagem natural ou urbana”, de acordo com o Dicionário Aurélio (disponível para iOS na Apple Store).

Ao adentrar nas considerações e percepções da paisagem como categoria de análise científica, em especial para a Geografia, era possível esbarrar em várias ponderações acerca da aceção do termo, que variava de acordo com o autor, a metodologia e a escola. Mesmo com as nuances do conceito, a paisagem “era um conceito-chave capaz de fornecer unidade e identidade à própria ciência, estabelecendo um elo de união da dualidade dos campos de análise dos elementos naturais e humanos, contribuindo assim para sua afirmação enquanto ciência” (Albuquerque, 2012, p. 27).

Baldin (2021) afirmava que, provavelmente, a alusão mais antiga à palavra paisagem era “noff”, do hebraico, que representava “vista”. Logo, ao pensar nisso, lembrava-se a expressão que comumente integrava os livros didáticos de nível básico: “tudo aquilo que a vista alcança”, estando a paisagem ligada ao sentido da visão e somente àquilo que o campo de vista conseguia alcançar.

Considerando que Cosgrove (1985) sustentava que a terminologia paisagem se conectava ao renascentismo através da arte — em especial as pinturas e poesias — utilizando-se do observador como maneira de expressar os cenários e vivências, Holzer (1999) asseverava que isso tornava dificultoso para a Geografia apropriar-se do conceito, uma vez que as considerações que não se utilizavam de reflexões estéticas asseguravam a concepção de paisagem fortemente correlacionada a cenários.

Assim, as disseminações do termo paisagem estavam intrinsecamente alinhadas às artes e ao instinto visual. Bailly (1991) a descrevia como aquilo que se conseguia visualizar. Logo, no século XV, disseminava-se o termo “landskip” na Holanda, referindo-se a pinturas que transmitiam veracidade através de um certo enquadro. Posteriormente, entravam no cenário das definições de paisagem dois novos termos, conforme afirmava Baldin (2021): *landschaft* e *landscape*, em alemão e inglês, respectivamente.

O primeiro, originado na Idade Média, apresentava-se através das escolas alemãs e definia a paisagem como “uma porção de terra delimitada pelos costumes e cultura de uma comunidade” (Baldin, 2021, p. 218). O segundo, surgido da língua inglesa no século XVII, designava uma técnica de pintura específica, que possuía “sentido cênico, que remetia a cenário. Tecnicamente, o advento dessa paisagem pictórica alinhava-se à atividade de elaboração de mapas, visto que compartilhava uma ‘linguagem espacial’ baseada na matemática e no advento da perspectiva” (Baldin, 2021, p. 219).

Conforme relatava Maximiano (2004), o termo *landschaft* popularizava-se com o sentido de identificar uma região de tamanho médio com tímidos desenvolvimentos de atividades humanas, obtendo relação com arte e natureza no “século das luzes”. Posteriormente,

disseminavam-se interpretações do termo na França — *paysage* — considerando também um espaço recortado e delimitado que se relacionava, algum tempo depois, com as fisionomias naturais e artísticas da paisagem. Rosenkranz, ao longo do século XIX, afirmava que “*landschaften* eram sistemas locais de fatores de todos os reinos, integrados de estágio em estágio” (apud Rougerie; Beroutchatchvili, 1991, p. 14).

A construção do termo paisagem e sua inserção como ciência geográfica perpassavam por diversas interpretações sobre sua real significância. A edificação da paisagem como conceito era lapidada e compartilhada pelos geógrafos Alexander Von Humboldt e Carl Ritter, em meados do século XIX. Humboldt fazia uso de diversos conhecimentos para conceber seu conceito científico de paisagem; questões filosóficas e artísticas eram fontes de conhecimento para seu significado final de paisagem: “conjunto de formas que caracterizam um setor determinado da superfície terrestre” (Bolós, 1992 *apud* Andrade, 2005, p. 18).

Humboldt utilizava a paisagem com a finalidade de compreender as dinâmicas que ocorriam através do clima, da tipologia de vegetação, do solo e de sua cobertura vegetal, e em como essas vertentes estavam ligadas diretamente ao ambiente e aos seres vivos. Conforme informavam Rougerie e Beroutchatchvili (1991), Von Humboldt realizava observações da vegetação para identificar e discriminar o espaço. Nesse mesmo contexto, Ratzel inseria-se no cenário da paisagem durante o século XIX ao refletir sobre as dinâmicas causais da natureza, incorporando suas ideias na *landschaftskunde*, intitulada ciência das paisagens, que culminava na análise estrutural cientificamente constatada da natureza.

A escola russa entrava em cena ao fazer uso do termo “Complexo Natural Territorial – CNT”, tornando-se mais uma metodologia de identificação das formações estruturais naturais. A partir desse ponto, inúmeras abordagens que consideravam a paisagem como objeto de estudo se disseminavam, em especial na Alemanha e no Leste Europeu. Assim, muito se desenvolvia utilizando a vegetação como agente principal para a análise da paisagem, preservando as premissas de Humboldt. Houve ainda o desenvolvimento das primeiras bases que se tornariam, posteriormente, abordagens e vertentes da Ecologia das Paisagens e da Geoecologia de Carl Troll.

Atrelados ao conceito alemão e ao conceito russo de CNT, os estudos de paisagem ganhavam espaço e se disseminavam, utilizando a compartimentação em unidades de vegetação. Rapidamente, a aplicação das unidades paisagísticas agregava as vertentes físicas e sociais à análise. Dessa forma, ao longo das décadas de 1930 a 1960 do século XX, os estudos que tinham como objeto a paisagem físico-química provinham da antiga União Soviética, incentivados por publicações de A.A. Grigoriev, L.S. Berg, V.B. Sotchava, N.A. Solncev e

A.G. Isachenko (Maximiano, 2004). Ross (1990) relembra que se desenvolviam taxonomias de relevo nesses períodos, sendo as mais relevantes as de J. P. Gerasimov e J. A. Mescherikov, nas quais amadurecia-se o conceito de geossistema, abrindo um novo leque de possibilidades para a Geografia.

Em um novo cenário, Sauer (1925) atentava-se à paisagem em seus estudos, compreendendo-a como um organismo pleno que resultava da fusão de formas naturais que podiam ser exploradas. Seu artigo “A morfologia da paisagem”, publicado nos Estados Unidos, constituía um marco para os estudos da paisagem no país. O autor indicava que os elementos presentes na natureza, materiais ou naturais, em relação às atividades humanas executadas em um dado território, eram resultantes do uso que o grupo cultural fazia da terra. Assim, a paisagem “tinha uma forma, uma estrutura, um funcionamento e uma posição dentro de um sistema, e esse sistema estava sujeito a desenvolvimento, transformação e aperfeiçoamento” (apud Rougerie; Beroutchatchvili, 1991, p. 31; Sauer, 1998).

Apesar das discussões e da inserção da temática em escolas importantes, com inúmeras produções científicas acerca da paisagem, não foi possível constituir um conceito universal para o termo. Rougerie e Beroutchatchvili (1991) reiteravam que incontáveis pesquisadores produziam materiais científicos sobre paisagem, em especial os professores V. Guérin e Paul Vidal de La Blache, cujas contribuições perpassavam pela Alemanha e pela URSS. Maximiano (2004) colocava em pauta que era árduo definir o conceito de paisagem quando se tinham diversas interpretações teóricas e metodológicas.

Em virtude disso, existia a necessidade de regulamentar o conceito de paisagem, uma vez que havia diversas interpretações e abordagens para um mesmo termo. Embora Humboldt fosse o propulsor e considerasse a paisagem a totalidade de uma região, disseminavam-se com fervor as vertentes da Ecologia das Paisagens propostas por Troll, que faziam uso da geografia, ecologia, biologia, sociologia etc., integrando “a dimensão espacial, horizontal, da abordagem geográfica, com a dimensão funcional, vertical, da abordagem ecológica” (Maximiano, 2004, p. 86).

Como Sauer (1925 *apud* Corrêa, 1998) já enfatizara no século XX, a análise da paisagem não deveria estar relacionada apenas à simples contemplação, mas às dinâmicas que nela ocorriam, utilizando-se de todos os elementos presentes, inclusive os de cunho social. Assim, as definições de paisagem, quando não atreladas ao conjunto de relações e interações, não possuíam valor científico.

Assim, dissipavam-se superficialmente as concepções da paisagem na linha naturalista. No entanto, os debates acerca do tema cresceram, e a paisagem passou a ser

compreendida como um sistema complexo, resultante de interações entre fatores naturais e antrópicos. A partir da segunda metade do século XX, a Geoecologia das Paisagens emergia como um campo de estudo que integrava essas dimensões, permitindo uma análise mais abrangente das dinâmicas territoriais.

As considerações sobre o significado do conceito de paisagem tomaram a Geografia. Ao analisar as considerações sobre a paisagem nas mais variadas escolas pelo mundo, era notório que ela possuía interpretações e significados diferentes, tanto no âmbito científico quanto fora dele, sendo uma palavra polissêmica. Como relembaram Barbosa e Gonçalves (2015, p. 93), o termo “estava presente como noção na arte, na literatura, na música, na arquitetura, na fotografia e, de forma banalizada, no cotidiano das pessoas por meio da mídia escrita e falada”.

“Tudo o que nós vemos, o que a nossa visão alcança, é a paisagem”, na visão de Santos (2008, p. 67), referenciava a percepção, uma vez que a concepção trazia o elemento visual como principal identificador — ótica esta que Cavalcanti (2018) reafirmava ser a concepção atrelada à fotografia, ao paisagismo e à pintura. Ademais, podíamos visualizar a paisagem não somente na percepção do horizonte visual, mas também nas relações e trocas de energia entre os sistemas naturais e antroponaturais, com estruturas e dinamismo evolutivo (Rodriguez; Silva; Cavalcanti, 2017).

Bertrand (1971) também atribuía à paisagem um conceito de base ampla, uma vez que, para se ter a paisagem, os elementos antrópicos, biológicos, físicos e químicos deviam interagir uns com os outros, contribuindo para a constituição de uma paisagem única e em constante evolução. Essa concepção de paisagem como um elemento complexo também ficava exposta nas considerações de Cavalcanti, que considerava as paisagens como “unidades geoecológicas resultantes da interação complexa de processos naturais e culturais” (2018, p. 16), uma vez que:

As paisagens agregam elementos e processos com diferentes naturezas, dimensões e durações que, relacionando-se numa determinada área da superfície terrestre, dão origem a uma unidade visível. Essa unidade visível provoca e se relaciona com o espírito humano, tornando-se sujeita às ações e decisões dos indivíduos e da sociedade conforme seus interesses variados.

Compartilhando da mesma interpretação, Julyard (1965) também via o conceito de paisagem a partir das interações entre os aspectos ambientais e antrópicos. Em outra perspectiva, Christofolletti (1979) entendia que a paisagem definia as relações entre o ambiente e o homem. Suertegaray (2005) acreditava que era um termo funcional, que possibilitava a

observação do espaço geográfico por intermédio de elementos naturais, sociais, econômicos e culturais.

Compartilhando da mesma interpretação, Julyard (1965) também via o conceito de paisagem a partir das interações entre os aspectos ambientais e antrópicos. Em outra perspectiva, Christofolletti (1979) entendia que a paisagem definia as relações entre o ambiente e o homem. Suertegaray (2005) acreditava que era um termo funcional, que possibilitava a observação do espaço geográfico por intermédio de elementos naturais, sociais, econômicos e culturais.

Considerando que a abordagem sistêmica foi grande propulsora dos estudos ambientais, fez-se então um apanhado sobre as principais considerações e autores da temática, que influenciaram a disseminação de pesquisas e estudos ambientais à luz da conceituação da paisagem, por meio das relações dinâmicas e de sua visualização como um sistema único.

2.2 Abordagem Sistêmica no Estudo da Paisagem

Quando se repensava o trajeto da análise da paisagem, sua construção como conceito foi seguida de inúmeras interpretações e aplicações. Ludwig Von Bertalanffy foi o primeiro a utilizar a terminologia sistema. Gondolo (1999) descreveu que o autor, ao publicar a Teoria Geral dos Sistemas Dinâmicos, em 1948, afirmava que os estudos integrados poderiam ser a chave para a compreensão dos processos como um todo, em que a natureza era observada a partir de um prisma que levava em conta que o sistema natural possuía inúmeros elementos.

Ao longo dos anos de 1960, a observação da paisagem fazia mais sentido em conjunto, compreendendo o cenário como um todo, um “geossistema”, como foi denominado pelos pesquisadores das escolas russas e francesas. Dessa forma, a jornada da análise da paisagem através do geossistema tornou-se objeto de discussão, em que a tríade cultural, natural e social era indispensável para compreender as relações que se davam no território e o transformavam em um sistema único. Assim, tudo se constituía como parte integrante da natureza, na qual as trocas energéticas e de matéria eram os agentes principais.

Rougerie e Beroutchachvili (1991) explicaram que muito foi produzido academicamente nessa nova vertente da análise da paisagem, considerando-a como um objeto passível de aplicação de ações corretivas. As bases de aplicações técnicas intensificaram-se após o fim da Segunda Guerra Mundial, segundo os autores, já que as pesquisas práticas se tornaram aplicáveis, uma vez que muitas se atinham apenas ao campo das ideias, levando a

visão sistêmica a novas reflexões sobre os sistemas naturais, considerando suas configurações e comportamentos.

2.2.1 *O Estudo de Geossistemas de Viktor Sochava*

Sendo o primeiro a utilizar o termo geossistema atrelado aos estudos da paisagem, Viktor Sochava (1977, 1978) descrevia em seus trabalhos que, ao se estudar a paisagem, a atenção deveria estar voltada para as relações existentes entre os componentes naturais, em que as relações causais da funcionalidade e associações tinham tanto espaço quanto a morfologia em si.

Como fundador da Escola de Geografia da Sibéria, a construção das pesquisas sobre geossistemas ocorreu na escola siberiana a fim de criar diretrizes e parâmetros que auxiliassem o planejamento e o desenvolvimento econômico-social. O autor clarificava que os geossistemas “eram uma classe peculiar de sistemas dinâmicos abertos e hierarquicamente organizados, que se subdividiam em geossistemas relacionados à vida terrestre e àqueles que diziam respeito aos mares e oceanos” (Sochava, 1977, p. 16).

Ainda, para Sochava (1977, p. 6), “[...] era necessário encarar a questão do estudo dos geossistemas como formações naturais, desenvolvendo-se de acordo com os níveis segundo os quais atuavam sobretudo na esfera geográfica”. Para isso, com o interesse em aprofundar seus estudos sobre os geossistemas, o autor construiu uma maneira de avaliação e classificação mútua, na qual:

[...] a classificação deveria refletir, claramente, a hierarquia das subdivisões no âmbito das paisagens existentes na natureza; fornecer uma ideia sobre as unidades naturais homogêneas das diversas categorias e, simultaneamente, sobre as unidades espaciais de diferentes qualidades co-subordinadas entre si, formando também uma categoria integral. Sendo que paralelamente a isso, a classificação deveria refletir a dinâmica, ou seja, os estados variáveis do geossistema e examiná-los como derivações de uma outra estrutura primitiva (Sochava, 1977, p. 26).

Para demonstrar essa hierarquia, a divisão foi realizada utilizando o geômero e o geócoro, permitindo que fosse identificada a maleabilidade dos complexos naturais, que Soares e Aquino (2012, p. 243) definiram como “essencial na previsão e elaboração de padrões racionais da ação antrópica sobre a natureza”. Logo, o geossistema tinha como um dos objetivos a aplicação da metodologia para a compreensão da conjectura da paisagem, em que seus aspectos naturais, químicos e físicos, atrelados às ações antrópicas, possibilitavam a execução

de pesquisas que descreviam a reação e a modificação que o geossistema teria em relação e contato com as dinâmicas que nele ocorriam.

Soares e Aquino (2012) reiteraram os propósitos de Sochava em estabelecer parâmetros que fossem válidos como deliberações capazes de regulamentar as ações que desgastavam a paisagem, buscando reduzir os impactos gerados. Ele também foi um grande defensor da inserção e da importância do geógrafo nesse meio, enfatizando que:

O estudo de geossistemas indica a necessidade da participação dos geógrafos especializados em Geografia física na elaboração de projetos, mesmo nos casos em que seria suficiente uma consulta prévia a um especialista em um determinado setor. Sendo que a participação dos geógrafos nas pesquisas, inspeções e experimentos ligados a conservação do ambiente, assume um especial significado na tarefa da geografia aplicada (Sochava, 1977, p. 49).

2.2.2 *Ecodinâmica da Paisagem de Jean Tricart*

Jean Tricart, da escola francesa, entendia o sistema como a metodologia mais coerente para se analisar a paisagem, partindo de considerações ancoradas nas abordagens taxonômica, tipológica e dinâmica e, ao ponderar as análises acerca da dinâmica ambiental, compreendê-la como sistema dinâmico tornava-se a metodologia de análise mais coesa com o objetivo proposto.

Dessa maneira, Tricart (1977) apresentou uma hierarquização de análise baseada na ecodinâmica do ambiente, em que as ações que ocorriam eram objetos de verificação para se chegar ao resultado de identificação, qualificação e hierarquização desse ambiente. Em seu ponto de vista, Tricart (1977, p. 35) detalhou que:

Dinâmica impõe-se em matéria de organização do espaço. Com o efeito, esta não consiste na intervenção em um meio inerte, que leva em consideração dados imutáveis, definidos uma vez por todas, como sugere o termo inventário, ainda frequentemente usado. A ação humana é exercida sobre uma natureza mutante, que evolui segundo leis próprias, das quais percebemos, de mais a mais, a complexidade. Não podemos nos limitar a descrição fisiográfica, do mesmo modo que o médico não pode se contentar com a anatomia. Estudar a organização do espaço é determinar como uma ação se insere na dinâmica natural, para corrigir certos aspectos desfavoráveis e para facilitar a exploração dos recursos ecológicos que o meio oferece.

Detalhadamente, Tricart (1977) estruturou sua classificação e ordenou a paisagem em três grupos morfodinâmicos, atribuindo grande importância à geomorfologia e considerando a

energia dos processos que ocorriam. Esses grupos foram nomeados como: a) meios estáveis, que possuíam processos lentos e quase imperceptíveis, mantendo o meio consideravelmente estável em relação aos processos que nele ocorriam; b) meios intermediários, que se identificavam como espaços transicionais entre os meios fortemente instáveis e os estáveis, com ações diretas e constantes de morfogênese e pedogênese e; c) meios fortemente instáveis, nos quais a morfogênese atuava como agente principal, enquanto os demais componentes da paisagem estavam sujeitos a ela.

A partir disso, Tricart (1977) utilizou-se da geomorfologia e a conectou à análise sistêmica, justificando que as evoluções geomorfológicas geravam diferentes compartimentos de relevo e que, quando correlacionadas com as ações antrópicas, produziam unidades de paisagem definidas e delimitadas. Para ele, a hierarquização constituía-se em uma forma técnica de identificar a paisagem, bem como os impactos e as dinâmicas que ocorriam na área, facilitando a execução de tomadas estratégicas de decisão acerca dos problemas encontrados.

2.2.3 *Paisagem e Geografia física global – Esboço Metodológico de Georges Bertrand*

Compreendendo que os estudos de paisagem envolviam proposições de metodologias de análise, Bertrand (1972) demonstrou interesse em entender as dinâmicas da paisagem e propôs um modelo de cunho sistêmico para tal. Para ele, a paisagem significava “Certa porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto, instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, formavam um conjunto único e indissociável.” (Bertrand, 1971 apud Guerra, 2006, p. 111-112).

Sua proposição recortou a paisagem em seis níveis têmporo-espaciais, definindo-os em unidades superiores e inferiores, onde: a primeira subdividia-se em a) zona, b) domínio e c) região; e a segunda subdividia-se em a) geossistema, b) geofáceis e c) geótopos. Para as unidades superiores, as condições essenciais de composição eram o clima e a estrutura; já para as unidades inferiores, os componentes antrópicos e biogeográficos eram os de maior importância.

Soares e Aquino (2012) detalharam que, para as unidades superiores, a zona era representada através da circunscrição das dinâmicas de significância planetária, delimitando o clima, o bioma e as megaestruturas; o domínio era responsável por delimitar os eventos em escala continental; e a região era encarregada de determinar e analisar as ocorrências de médio e grande porte.

Já para as unidades inferiores, ainda de acordo com Soares e Aquino (2012), o geossistema era equivalente ao alinhamento das condicionantes da paisagem, unindo os agentes da geomorfologia, do clima, da biologia, da hidrologia, dentre outros; o geofáceis correspondia a um setor fisionomicamente homogêneo, no qual ocorriam estágios evolutivos de um geossistema, sendo a amplitude têmporo-espacial de avaliação delimitada a centenas de quilômetros quadrados; e os geótopos, que também partilhavam dos mesmos critérios dos geofáceis, diferenciavam-se apenas na amplitude têmporo-espacial, que se restringia de centímetros a metros quadrados.

Ao final, compreendia-se que a paisagem, até sua constituição como objeto científico, havia perpassado inúmeros caminhos, dando seus primeiros passos na era renascentista, vinculada à pintura e à poesia. Tempos depois, iniciou sua trajetória como objeto de estudos científicos, dividindo opiniões acerca da definição norteadora do significado do termo. Naquele momento, era importante frisar que ainda não possuía uma definição específica e universal para a paisagem, sendo moldada de acordo com os interesses, escolas e metodologias que os pesquisadores julgavam mais condizentes com a realidade.

2.3 Planejamento Ambiental: conceitos, definições e mecanismos legais

As ocorrências de eventos desastrosos naturais e antrópicos colocaram a sociedade em posição de compreendê-los e, ao máximo, evitar essas disseminações que culminaram em problemas que afetaram a qualidade de vida da população. Por este motivo, as metodologias que visavam compreender as trocas de energia e dinâmicas que ocorreram em um dado território foram aliadas do planejamento ambiental, urbano e territorial.

Incorporando a compreensão de planejamento através da área da administração, Jucius e Schlender (1972) descreveram o planejamento como uma visão antecipada das funções a serem executadas por um determinado grupo e quais objetivos, a partir dessas ações, eram almejados, estipulando os propósitos e meios necessários para atingi-los, ou seja, era um conjunto de decisões tomadas previamente para atingir as metas esperadas.

Essa concepção de planejamento aplicou-se a todas as esferas da sociedade, estando presente nas universidades, nas escolas, nas empresas e no Poder Público, que se utilizou do planejamento como sua principal aliada de gestão, seja ela financeira, de recursos, de planejamento urbano ou ambiental, onde era necessário compreender as deficiências, qual era o cenário ideal que se almejava para então, por fim, pensar em estratégias de como chegar a esse objetivo, uma vez que " O planejamento é apontado consensualmente como o principal

recurso a ser utilizado pelo Governo local para a solução de questões suscitadas tanto pelo desenvolvimento como pela falta dele " (Souto-Maior, 1994, p. 70).

Considerando que o planejamento foi envolvido por um processo sistêmico que agregou inúmeras informações, ações, resultados e conflitos, Castro (2016, p. 12) pontuou que “devemos entender o planejamento como um processo contínuo de organização de tarefas e avaliação de informações disponíveis, visando a um determinado objetivo”; logo, foi importante para o processo de planejar a compreensão de que os sistemas estavam em constante dinâmica e o planejamento deveria seguir o mesmo fluxo.

Góis (2010) frisou que o aparecimento do planejamento ambiental ocorreu com fervor nos últimos 30 anos, principalmente pelas tensões surgidas através das disputas pelos recursos naturais – terras, hídricos, energéticos e biológicos. Logo, em sua visão, mais do que nunca foi inevitável agir no que se referiu à ordenação dos usos da terra e sua harmonia com o meio ambiente, promovendo uma gestão saudável desses recursos. É importante ressaltar que foram disseminadas inúmeras definições do que seria planejamento ambiental, o que dificultou e tornou confusa a concepção do significado (Santos, 2004).

Slocombe (1993) deixou claro que, devido aos grandes projetos de avanço territorial para ocupação, houve um equívoco e confusão com o planejamento ambiental, atrelado ao planejamento territorial ou setorial; Santos (2004) lembrou ser comum aferirem planejamento ambiental como sinônimo de gestão ambiental. Almeida *et al.* (1999) também pontuaram esse fato, reforçando os desarranjos do significado, suas comparações e absorções de outros tipos de planejamento.

É importante trazer como marco a Constituição Federal de 1988, uma vez que ela trouxe, para o desenvolvimento de municípios, estados e até mesmo da própria União, técnicas e procedimentos de planejamento, instituindo a elaboração, em âmbito municipal especialmente, de mecanismos como Plano Plurianual e Plano Diretor a fim de assegurar e estabelecer programas, ações e metas a serem atingidas.

Inseridos na dinâmica de planejar, o planejamento ambiental surgiu então como um conjunto de ações e técnicas que visavam a preservação, conservação e restauração dos sistemas naturais e suas inter-relações com as dinâmicas sociais a fim de garantir o equilíbrio ambiental, um ambiente saudável e a disposição desses recursos para as gerações futuras, conforme Santos (2004, p. 28) definiu:

O planejamento ambiental fundamenta-se na interação e integração dos sistemas que compõe o meio ambiente. Tem o papel de estabelecer as relações entre os sistemas ecológicos e os processos da sociedade, das necessidades sócio-culturais a atividades

e interesses econômicos, a fim de manter a máxima integridade possível dos seus elementos componentes.

Por sua vez, Baldwin (1999) partiu do princípio de que havia integração entre planejamento e manejo ambiental, onde um complementava o outro entre idealizar e executar, podendo assim quantificar e gerir o uso desses recursos, garantindo o desenvolvimento das atividades econômicas e sociais com modificações nos sistemas naturais controladas. Já Franco (2001) entendeu que, a partir do momento em que, para manter as dinâmicas socioeconômicas necessárias à sobrevivência, se atribuía valor e indispensabilidade à conservação dos sistemas naturais, isto foi compreendido como planejamento ambiental.

Lanna (2001) afirmou que o planejamento ambiental se referia aos estudos que buscavam discernir sobre a situação dos sistemas naturais e, por intermédio deste, propunha ações de manuseio, utilização e resguardo do ambiente, expressas em políticas. Castro (2016) declarou o planejamento ambiental como um conjunto de ações e tarefas estratégicas elaboradas com foco na conservação e proteção ambiental, que eram definidas através de pesquisas e estudos de identificação de problemas e possíveis soluções. Logo, era “programação do uso dos recursos [ambientais] pela sociedade, integrando conhecimento técnico e científico que forneçam opções para tomada de decisões sobre alternativas futuras” (Pellegrino, 2000, p. 167).

Santos (2016) contribuiu para a discussão ao tratar o planejamento ambiental através da ótica sistêmica, onde afirmou que a base para a compreensão do planejamento partia do princípio da interação dos sistemas que formavam o ambiente, já que os processos ecológicos e sociais, bem como as ansias econômicas e socioculturais, atuavam como agentes transformadores da paisagem. Nesse momento, ao analisar essas relações, buscava-se atendê-las de modo a preservar ao máximo o meio ambiente. De maneira simplista, Partidário (1999) atém-se à forma mais reducionista de ver o planejamento, literalmente: planejamento era planejamento, ambiental apontava o sentido dos objetos e ações.

Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017, p. 210), em seu livro *Geoecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental*, apontaram que “A concepção do planejamento ambiental exige uma visão sistêmica, holística e dialética da relação Natureza/Sociedade, baseada na ideia da existência de sistemas ambientais inter-relacionados e que formam sua totalidade ambiental”; por este motivo, entendeu-se que os sistemas ambientais advinham de arranjos interligados sistemicamente, com dinamismo e que componham uma malha de relações de causa e efeito (Souza, 1992).

Era fato que não existia um consenso sobre o significado universal do conceito de planejamento ambiental e, apesar das divergências, grande parte dos autores concordava que era necessário conhecer os sistemas ambientais e suas relações com todas as esferas da sociedade para então desenvolver um plano de ações e metas a fim de preservar o meio ambiente, garantindo a execução das atividades essenciais ao desenvolvimento humano de forma controlada e conservando e preservando os sistemas ambientais. Era nítido que “O planejamento ambiental se concebe como um instrumento articulado ao processo de tomada de decisões à gestão ambiental, no contexto de um determinado modelo e estilo de desenvolvimento” (Rodriguez, Silva; Cavalcanti, 2017, p. 209).

Nesse sentido, a promulgação de legislações trouxe para a análise considerações importantes acerca do meio ambiente, seus conceitos e definições, bem como os mecanismos legais que estavam disponíveis para a sua defesa. Compreender a doutrina legal acerca do direito ambiental, em todas as escalas, foi essencial para a efetivação de sua proteção de forma integral.

2.3.1 Marcos Legais

Foi relativamente recente a inserção constitucional acerca do meio ambiente como direito essencial do brasileiro. Assim, a partir da Constituição de 1988, temas como proteção e preservação do meio ambiente, controle de poluição, conservação da natureza e defesa dos recursos naturais vieram incorporar a legislação. Para além disso, dispunha-se agora sobre um capítulo que contemplava somente o meio ambiente, sustentando que este, devidamente hígido, era direito “de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (Constituição Federal, 1988, p. 116).

Em seu Artigo nº 255, parágrafo 1º, foram elencadas diretrizes para que fossem, efetivamente, cumpridas as considerações estabelecidas no caput, gerando legislações específicas para regulamentar as disposições constitucionais. Mas, até chegar-se a este momento, houve um percurso para a compreensão de meio ambiente a partir do que era conhecido na época.

Ao que descreveu Benjamin (2014), foi possível a identificação de três modelos no contexto da legislação ambiental no Brasil. O primeiro, nomeado de *laissez-faire*, considerava-se que a disseminação das fronteiras agrícolas, pecuárias e minerárias era prioridade, destacando-se entre o período colonial, imperial e republicano, onde, em sua visão, não havia

nada juridicamente estabelecido quanto ao meio ambiente, com ocorrências limitadas de ações do Poder Público “mais como conservação do que propriamente como preservação” (Benjamin, 2014, p. 97).

A *fase fragmentária* foi a segunda descrita por Benjamin (2014), onde houve preocupação com os diversos usos desregulamentados dos recursos naturais, com garantia do total através das parcelas. O magistrado reitou o não cuidado com o meio ambiente em si, apenas para alguns recursos naturais – em especial os dotados de valor econômico. No âmbito legal, foram promulgadas legislações importantes, como o Código Florestal de 1965, Códigos de Caça, Pesca e Mineração, Lei de Agrotóxicos, entre outros à época.

Para a fase holística descrita por Benjamin (2014), a Política Nacional de Meio Ambiente foi a virada de chave: a proteção do meio ambiente como um todo e de forma integral. Visto como um sistema ecológico integrado, o autor afirmou que só neste momento realmente começou a existir a proteção ambiental de fato, com o estabelecimento de instrumentos, objetivos e princípios em sua política nacional, com a incorporação no ordenamento jurídico do Estudo Prévio de Impacto de Vizinhança, regulamentação da responsabilidade civil para danos ambientais, bem como a atribuição ao Ministério Público para dirimir sobre a pauta. Foi importante mencionar que, para a complementação desta fase, houve a homologação da Lei de Crimes contra o Meio Ambiente.

Na esfera do município de Marabá, é importante ressaltar o Plano Diretor Municipal como principal norteador de políticas públicas ambientais, urbanas e territoriais que rege as diretrizes e normativas em Marabá. Revisado em 2018, a Lei Municipal nº 17.846 dispõe sobre a revisão do Plano Diretor Participativo de Marabá e dá outras providências.

A legislação traz apontamentos acerca da consolidação das políticas públicas e seus princípios, diretrizes e objetivos disseminados no território marabaense. Definido como um dos princípios fundamentais adotados pela Lei, tem-se o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado. Para além disso, o Capítulo IV trata-se das disposições do meio ambiente e recursos naturais onde se estabelece a política para o meio ambiente e recursos hídricos.

Na primeira seção, define-se como a política municipal para o meio ambiente como:

(...) conjunto de princípios, objetivos e instrumentos de ação fixados nesta lei e em concordância com a Legislação Municipal específica, com o fim de preservar, proteger, defender o meio ambiente natural, recuperar e melhorar o meio ambiente antrópico, buscando garantir à coletividade do Município e de seu entorno um meio ambiente sadio, ecologicamente equilibrado e economicamente sustentável (...). (LEI DO PLANO DIRETOR nº 17.846, 2018).

Reitera-se que, para a aplicação da política municipal de meio ambiente, princípios básicos devem ser adotados, sendo eles: I – direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado sendo bem comum a todos; II – o dever de proteger e defender o meio ambiente é do município em conjunto com a coletividade, pautada no desenvolvimento econômico e disponibilidade para a atual e futuras gerações; III – de forma justa e útil, o desenvolvimento sustentável deve considerar a geração de ocupação e renda bem como a valorização da vida de maneira harmônica com a natureza e utilização dos recursos de maneira “ecologicamente equilibrada porém economicamente sustentável e eficiente” (Brasil, 2018, p. 55).

2.4 Geoecologia das Paisagens de Rodriguez, Silva e Cavalcanti: Considerações Teóricas e Metodológicas

A Geoecologia das Paisagens, conforme abordada por autores como Rodriguez, Silva e Cavalcanti, constitui uma abordagem que integra conceitos da geografia física e da ecologia, visando compreender a estrutura, o funcionamento e a dinâmica das paisagens, tanto naturais quanto antropizadas. Nesse contexto, a paisagem é concebida como um sistema integrado e dinâmico, composto por elementos físicos – que incluem fatores geológicos, climáticos e hidrológicos –, biológicos – como a vegetação e a fauna –, além dos aspectos antrópicos decorrentes das atividades humanas.

Essa perspectiva enfatiza a análise das interações entre os diversos componentes e a forma como se organizam espacialmente, promovendo, assim, uma visão holística e integrativa da paisagem. Na Geoecologia, os princípios são fundamentados em uma perspectiva sistêmica, em que a paisagem é concebida como um todo interligado que realiza trocas de matéria, energia e informação. Dessa forma, os elementos que compõem a paisagem não devem ser considerados de maneira isolada, mas como partes de um sistema que determina as características específicas de cada unidade, influenciando, de maneira determinante, sua estrutura e funcionalidade.

2.4.1 A paisagem como categoria de análise geoecológica

Os autores depreendem a Geoecologia das Paisagens como uma constituição antropológica as luzes do ambiente, onde as relações humanas em todas as suas dimensões são primordiais para compreender os processos de forma totalizante, já que “(...) cada componente isolado não possui propriedades integradoras. Essas propriedades integradoras somente

desenvolvem-se quando se estuda a paisagem como um sistema total” (Rodriguez; Silva; Cavalcanti, 2017, p. 47).

Para Rodriguez e Silva (2013), as transformações antrópicas que ocorrem no espaço podem – e afetam – os sistemas naturais e, ao pensar nessas dinâmicas de forma sistêmica, a paisagem se modifica ao passo em que os processos sociais e ambientais se encontram e interagem ao longo do tempo, isto é “(...) conjunto de elementos que se encontram em relação entre si, e que formam uma determinada unidade e integridade” (Rodriguez; Silva; Cavalcanti, 2017, p. 42).

Para além disso, ao considerar que usos dos bens naturais se tornaram, ao longo do tempo, mais violentos, com pouco ou nenhum planejamento e tentativas de mitigação. Assim, “o homem somente utiliza as leis naturais para alcançar seus propósitos, modificando, espontânea ou conscientemente, a direção e a velocidade da evolução paisagística” (Rodriguez; Silva; Cavalcanti, 2017, p. 155).

Logo, ao pensar Geoecologia das Paisagens, afirmam que:

consideram aspectos relativos à geodiversidade e biodiversidade, condições estruturais e funcionais das paisagens, valores recreativos, estéticos e histórico-culturais, integrando assim plenamente em suas análises as interrelações entre Sociedade e Natureza, que configuram as diferentes feições socioambientais do espaço geográfico em suas diversas dimensões. (Silva; Rodriguez, 2014, p. 6).

Levando isso em consideração, Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017) utilizaram-se da paisagem como conceito principal, onde a abordagem metodológica à fragmenta em três: natural, social e cultural. Por isso, a estrutura da análise metodológica contém a compreensão do ordenamento da paisagem, catalogando seus componentes e os agentes que auxiliam sua composição por meio do prisma funcional e estrutural, verificando as capacidades e, ao final, a ordenação funcional-estrutural para a potencialização da paisagem e acompanhamento geossistêmico já que a Geoecologia das Paisagens atua como:

um sistema de métodos, procedimentos e técnicas de investigação, cujo propósito consiste na obtenção de um conhecimento sobre o meio natural, com os quais se pode estabelecer um diagnóstico operacional. Fundamentado na avaliação do potencial dos recursos naturais, é possível a formulação de estratégias e de táticas de otimização do uso do manejo mais adequados da função e operação, no tempo e no espaço, de cada uma das unidades paisagística. (Rodriguez; Silva; Cavalcanti, 2017, p. 13).

Para tal fim, a Geoecologia utiliza a base sistêmica para ancorar seu subsídio teórico metodológico que define um sistema ímpar de identificação da paisagem. Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017), relembram que é necessário definir os axiomas para que os níveis teóricos sejam alcançados, em especial, utilizam-se do agregado de axiomas idealizados por Preobazhenskii e Aleksandrova (1988, apud Rodriguez; Silva; Cavalcanti, 2017, p. 13), delimitados em:

- Axioma sistêmico: o mundo em que vivemos é sistêmico, caracterizando-se pela existência de formações inter-relacionadas, em que os diferentes elementos, relacionados entre si, formam um todo único e integral, que se distingue de seu meio e relaciona-se com ele.
- Axioma hierárquico: o mundo em que vivemos possui uma estrutura hierárquica, na qual os sistemas de nível inferior com propriedades comuns isomórficas refletem as propriedades do sistema de nível superior.
- Axioma temporal: tudo que observamos atualmente é consequência do desenvolvimento daquele fragmento do mundo material que estudamos, sendo só um momento no transcurso do desenvolvimento passado e futuro.
- Axioma planetário: nos planetas do sistema solar, manifesta-se a diferenciação do espaço na dimensão planetária e as premissas de organização contínua dos mesmos.
- Axioma terrestre: todos os fenômenos geográficos, independentemente da maneira em que se manifestam, pertencem ao planeta Terra, e isto determina seus traços fundamentais. A esfera exterior geográfica da Terra, caracterizada por uma estruturação contínua, submete-se a uma diferenciação espacial, na qual a substância viva e a atividade humana desempenham um papel que condiciona em parte a evolução do planeta.
- Axioma paisagístico: a estruturação contínua da esfera exterior geográfica da Terra, manifesta-se na presença de partes sistêmicas terrestres e aquáticas (as paisagens), qualitativamente diferenciadas umas das outras e hierarquicamente subordinadas. (Rodriguez, Silva; Cavalcanti, 2017, p. 23).

Assim, através dos axiomas, é possível entender que os processos geográficos precisam estar representados no espaço de forma existencial para que se possam ser verificados e analisados. Os processos de interações estão presentes em todos os fenômenos geográficos não podendo haver, deste modo, regiões que se encontrem intocáveis às relações geográficas.

Dado o método, as aplicações fazem uso hierarquização de escalas organizacionais da paisagem a partir de classes taxonômicas, surgindo as classes dimensionais, recortadas em três:

1. A planetária que abrange a ecosfera que tem como base de representação cartográfica as escalas em torno de 1:50.000.000. Tal valor diminuto se deve ao fato dessa categoria ter a função de abranger fenômenos geográficos de grandes

dimensões, de nível global. 2. Em seguida ocorre a categoria de nível regional que se subdivide em continental, país, domínio, província, distrito e região. Esta tem como base de representação cartográfica escalas de 1:50.000.000 à 1:500.000, sendo que tal variação se deve ao fato da subdivisão incisiva que abrange fenômenos de dimensão continental à regional. 3. Por último, aparece a categoria local que se subdivide em três unidades de regionalização sendo elas, localidade, comarca, e fâcies, sendo que as mesmas possuem como base cartográfica escalas que vão de 1:1000 à 1:500. (Soares; Aquino, 2012, p. 248).

Assim, aos olhos de Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017), as proposições teóricas e metodológica da Geoecologia das Paisagens casa com o que se é essencial para o planejamento ambiental. Entendem que o planejamento é uma maneira de compreender, em níveis mais complexos, o planejamento territorial e, desta forma, “exercer de forma plenamente adequada as exigências atuais dos conhecimentos científicos e técnicos. (Rodriguez; Silva, 2018, p. 313-314).

2.4.2 *Geoecologia das Paisagens e Planejamento Ambiental*

A geoecologia das paisagens e o planejamento ambiental constituem campos interdependentes que visam compreender as interações entre os componentes naturais e humanos no território, além de planejar, de maneira sustentável, o uso e a gestão do ambiente.

A análise da dinâmica dos processos ecológicos e das características físicas de uma paisagem — como solos, relevo, vegetação, hidrografia e clima — reveste-se de caráter essencial para o planejamento do uso do solo, bem como para a definição de áreas prioritárias para conservação, recuperação e uso sustentável. Pode-se compreender que a geoecologia das paisagens fornece a fundamentação científica e técnica para o planejamento ambiental.

A massiva utilização de recursos ambientais, em todas as suas formas, desde ao funcionamento da cidade a supressões de vegetação nativa em áreas rurais com fins ao agronegócio, tornam necessário o planejamento que vise o uso regrado e sustentável, carecendo de constituição de planos, estudos e normativas que regulamentem tais questões.

Mendez (1999) afirma que planejar está diretamente ligado à capacidade de imaginar e construir o futuro, por meio da valorização do presente e da conexão com o passado. No contexto do planejamento ambiental, as ações de gestão visam orientar o uso dos recursos naturais, considerando a interação entre os elementos do meio ambiente e as dinâmicas sociais, buscando integrar as dimensões ecológicas, econômicas e sociais, promovendo soluções sustentáveis que respeitem as inter-relações entre esses componentes.

Complementarmente, Petrocchi (1998) trata planejar como estabelecer, de forma antecipada, um conjunto de ações a ser seguida no futuro. É um processo composto por decisões interdependentes, de forma contínua, que visa alcançar um estado desejado, o qual só será atingido através da implementação de ações específicas. Trata-se, portanto, de uma postura estratégica que precede o ato de decisão.

Silva e Rodriguez (2013) entendem o planejamento ambiental é um processo sistemático de coleta, análise e reflexão sobre as potencialidades, desafios e limitações de um território. A partir desse diagnóstico, é possível definir metas, objetivos e estratégias, além de desenvolver projetos e ações voltados à organização do espaço e à promoção de uma gestão sustentável e equilibrada dos recursos naturais.

O planejamento do uso e da ocupação da paisagem requer a compreensão de que os sistemas ambientais se organizam a partir das interações entre os componentes geológicos, geomorfológicos, hidroclimáticos, pedológicos e fitoecológicos. A combinação desses elementos naturais dá origem a diferentes sistemas ambientais, refletidos em padrões distintos de paisagens ao longo do tempo e do espaço (Souza *et al.*, 2009).

Diakonov e Mamai (2008) apud Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2016) deixam claro que planejamento ambiental, alicerçado na Geoecologia da Paisagem, articula distintas categorias de gestão e manejo, constituindo-se como um componente fundamental das políticas ambientais, territoriais e públicas. Seu propósito reside na organização espacial e temporal das atividades humanas, adequando-as às diversas configurações da paisagem, com vistas à criação de novas estruturas antroponaturais, meticulosamente planejadas. Esse processo é orientado pelos princípios da sustentabilidade ambiental e social, almejando um equilíbrio harmonioso entre o progresso humano e a preservação dos recursos naturais.

Em linhas gerais, a geoecologia constitui um subsídio fundamental para o planejamento ambiental, ao integrar, de forma abrangente, os aspectos físicos, biológicos e sociais, dentro de uma abordagem sistêmica e integrada. Esse campo de estudo considera a paisagem como um sistema dinâmico e interconectado, no qual as interações entre seus diversos componentes – que incluem fatores geológicos, climáticos, hidrológicos, vegetacionais e antrópicos – são essenciais para a compreensão do seu funcionamento e estruturação.

Essa perspectiva permite identificar com precisão as características, vulnerabilidades e potencialidades dos diferentes componentes da paisagem. Com isso, a Geoecologia proporciona uma base sólida para a avaliação e gestão sustentável dos recursos naturais, bem como para a mitigação de impactos ambientais.

No âmbito do planejamento ambiental, a Geoecologia das Paisagens oferece subsídios essenciais para a delimitação de zonas de uso e conservação, orientando a elaboração de estratégias de manejo e conservação que respeitem a capacidade de suporte dos ecossistemas. Esse enfoque holístico possibilita a formulação de soluções que consideram a complexidade ecológica e socioeconômica dos territórios, promovendo um equilíbrio entre o desenvolvimento sustentável e a conservação dos recursos naturais.

Assim, a Geoecologia das Paisagens representa uma base teórica e prática imprescindível para o planejamento territorial e a gestão ambiental, orientando políticas de uso do solo, recuperação de áreas degradadas, preservação da biodiversidade e implementação de práticas sustentáveis. Dessa forma, possibilita um ordenamento espacial que assegura o equilíbrio entre a exploração econômica e a proteção dos ecossistemas, promovendo a sustentabilidade ambiental a longo prazo.

Neste caminho, tendo como norteadora metodológica a geoecologia das paisagens, esta pesquisa vai se fragmentar nas etapas de organização das informações que serão utilizadas, envolvendo a coleta de dados, seguida da análise e leitura destas informações, espacializadas em mapas, gráficos e/ou tabelas, para que seja possível executar o diagnóstico e, por fim, o prognóstico para estas áreas.

3. PROCEDIMENTOS TÉCNICOS: MATERIAIS E MÉTODOS

A operacionalização metodológica é a fração essencial da pesquisa. A partir dela, é possível traçar todo o caminho percorrido até a obtenção do resultado prático e, desta forma, disseminar a aplicação para outros objetos de estudo.

Neste sentido, considerando que esta pesquisa tem como seu alicerce a caracterização das bases físicas que compõem a paisagem do município de Marabá bem como sua integração na paisagem, é imprescindível que seja identificada, caracterizada e espacializada as condicionantes geoecológicas para que, desta forma, seja alcançável a definição das unidades geoecológicas.

Para tal fim, a aplicação metodológica se realiza em três fases distintas, porém integradas, sendo elas: fase 1 – organização e inventário; fase 2 – análise e diagnóstico e; fase 3 – prognóstico.

3.1 Organização e Inventário

Metodologicamente, foi conduzida uma revisão bibliográfica integrativa, uma vez que essa abordagem “permite analisar estudos experimentais ou não, combinando literaturas empíricas e teóricas para discutir os fenômenos em sua complexidade real” (Mustafa; Souza; Sena, 2021). Ademais, foi utilizado artigos científicos e estudos acadêmicos, com o objetivo de identificar temáticas pertinentes à geoecologia das paisagens. Compreende-se que “[...] pesquisas bibliográficas constituem o campo que revisam; não são exaustivas; são situadas, parciais e feitas sob determinadas perspectivas [...]” (Reis, 2008, p. 52).

Ademais, a fase de organização e inventariação das informações ambientais representa uma etapa crucial na metodologia da geoecologia das paisagens, tal como proposta por Mateo Rodríguez (2004) e aprofundada por Edson Vicente (2018). Essa etapa antecede qualquer processo de mapeamento ou análise espacial, pois estabelece os fundamentos teóricos e técnicos que permitirão a interpretação integrada dos sistemas paisagísticos.

Trata-se de uma fase que envolve não apenas a reunião de dados geográficos, mas também a sistematização do conhecimento sobre os componentes físicos, bióticos e antrópicos que estruturam e condicionam o funcionamento das paisagens. É, portanto, uma etapa de natureza estratégica, na qual se definem as bases da leitura ambiental que será realizada nas fases subsequentes da análise geoecológica.

Conforme Rodríguez (2004), a organização e inventariação deve partir da definição clara da área de estudo e da escala de análise. Essa definição orienta toda a seleção e o recorte

dos dados, além de condicionar a profundidade das interpretações possíveis. A área pode ser um município, uma bacia hidrográfica, uma unidade de conservação ou qualquer outro recorte territorial coerente com os objetivos da pesquisa. A escala, por sua vez, determina o nível de detalhamento com que os elementos serão analisados: escalas regionais (1:250.000 ou menores) possibilitam análises amplas, enquanto escalas locais (1:50.000 ou maiores) permitem detalhamento mais refinado dos compartimentos.

Neste sentido, após a definição da área de estudo para esta pesquisa, o município de Marabá, é possível avançar para a fase de coleta e seleção criteriosa das informações que representarão os componentes fundamentais da paisagem: relevo, geologia, solos, cobertura vegetal e hidrografia. Cada um desses elementos será representado por uma ou mais camadas de dados espaciais.

As informações acerca do relevo foram obtidas por meio de modelos digitais de elevação (MDE), utilizando as imagens do radar ALOS PALSAR, disponíveis gratuitamente no Alaska Satellite Facility (ASF) do Instituto Geofísico da Universidade do Alasca Fairbanks (<https://search.asf.alaska.edu/#/>).

A geologia, os solos, hidrografia e vegetação por sua vez, foram coletados através das bases geoespaciais do território produzidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que dispõe de acervo completo de mapeamento das bases físicas do território nacional, possuindo acurácia e sendo um dado fortemente utilizado em pesquisas científicas.

É importante que estas informações, uma vez reunidas, passem por uma padronização e organização técnica. No ambiente do QGIS, cada camada deve ser carregada e convertida para um sistema de projeção cartográfica comum, preferencialmente UTM/SIRGAS 2000, zona 22 sul, onde a área de estudo está localizada. Isso assegura a compatibilidade espacial e a precisão dos cruzamentos posteriores. Além disso, recomenda-se que os arquivos sejam organizados em pastas temáticas e nomeados de forma padronizada para facilitar a navegação durante o processo analítico. As tabelas de atributos também devem ser revisadas: campos como códigos, nomes das unidades, descrições e áreas devem estar presentes e coerentes com a legenda e a nomenclatura adotada.

A inventariação das informações não se limita ao acúmulo de camadas geográficas, mas envolve a interpretação inicial da paisagem, a partir da leitura isolada e comparativa de cada componente. O objetivo é identificar padrões recorrentes, anomalias e áreas críticas que devem ser mais bem exploradas nas fases seguintes da análise. Esta leitura prévia permite o reconhecimento de formas de relevo dominantes, associações entre tipos de solos e usos da

terra, áreas de maior fragilidade ecológica, entre outros aspectos relevantes para a compartimentação geoecológica.

Logo, a fase de organização e inventariação das informações constitui o alicerce da abordagem geoecológica da paisagem. É nela que se estrutura a base empírica da análise e se delinea o raciocínio sistêmico que irá nortear a construção das unidades paisagísticas. Tal como enfatizam Rodríguez (2004) e Vicente (2018), a leitura da paisagem só pode ser eficaz quando parte de uma base técnica sólida, orientada por critérios ecológicos, geográficos e metodológicos bem definidos. Trata-se, portanto, de uma etapa que alia rigor técnico, visão crítica e sensibilidade ambiental — requisitos indispensáveis para a construção de um mapa que traduza, com fidelidade e profundidade, a complexidade das paisagens naturais e humanizadas.

3.2 Análise e Diagnóstico

Após reunir as bases necessárias, avançamos para a etapa seguinte, esta constitui uma fase central para a compreensão integrada dos sistemas naturais e antrópicos que estruturam a paisagem. Esse momento metodológico busca identificar, interpretar e correlacionar os elementos físicos, biológicos e socioeconômicos, se inseridos, a fim de compreender a funcionalidade, os desequilíbrios e as potencialidades ecológicas do território em estudo.

A análise geoecológica parte do princípio de que a paisagem é uma totalidade sistêmica, resultante das interações entre seus diversos componentes e processos. Segundo Rodríguez (2004), a paisagem deve ser compreendida como uma unidade espacial onde ocorrem processos ecológicos interativos e contínuos, envolvendo fatores físicos e ação humana. Essa perspectiva exige que a análise vá além de uma simples sobreposição cartográfica, pedindo uma leitura dinâmica da estrutura, função e evolução da paisagem.

Neste momento, é iniciada a interpretação sistêmica dos dados previamente organizados na fase de inventariação. Esses dados envolvem, entre outros, mapas de uso e cobertura da terra, dados altimétricos, de declividade, geologia, solos e vegetação, que são integrados com informações socioeconômicas e de uso antrópico. Vicente (2007) destaca que essa leitura deve ser orientada por uma lógica de articulação multiescalar e multidimensional, permitindo a identificação de padrões espaciais e funcionais.

3.2.1 Confecção do mapa geomorfológico

A coleta das informações acerca da geomorfologia foi realizada a partir dos dados disponíveis na plataforma do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Para coletar

o dado, deve acessar a plataforma do IBGE através do site <https://www.ibge.gov.br/>, buscar o item Geociências, depois Informações ambientais, em seguida Geomorfologia. Neste item, serão contidas todas as informações públicas da temática produzidas pelo órgão e, acessando Geomorfologia 1:250.000 tem-se acesso ao mapeamento geomorfológico nacional em uma escala 1:250.000, utilizando sempre a mais atualizada, demonstrado na figura 1.

Figura 1 - Demonstração da coleta de informações geomorfológicas no IBGE

The screenshot displays the IBGE website interface. On the left, a navigation menu shows the path: **Geociências** > **Informações ambientais** > **Geomorfologia**. The main content area shows the 'Geomorfologia 1:250.000' section with a 'Download' button. Below this, a 'Downloads | Geociências' table lists available files. The table has columns: Name, Last modified, Size, and Description. The file 'geom_area.zip' is highlighted with a red box. Another red box highlights the 'Downloads | Geociências' section header.

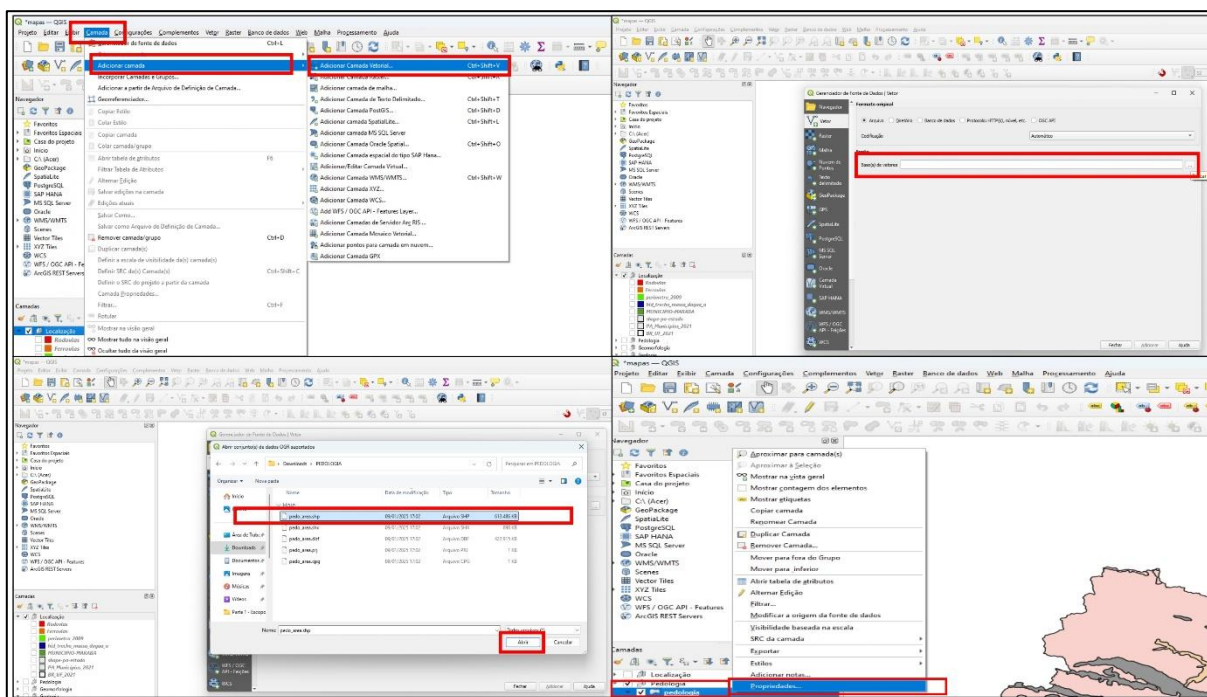
Nome	Last modified	Size	Description
Parent Directory	-	-	-
Arquivos do tema Ge.	2023-11-06 09:16	309K	-
Arquivos do tema Ge.	2023-11-06 09:16	259K	-
geom_area.zip	2023-11-06 09:16	620K	-
geom_ponto.zip	2023-11-06 09:16	42K	-
geom_ponto.zip	2023-11-06 09:16	54K	-
geom_ponto.zip	2023-11-06 09:16	62K	-
geom_ponto.zip	2023-11-06 09:16	1.0K	-
geom_ponto.zip	2023-11-06 09:16	90K	-

Fonte: Adaptado do IBGE (2025).

Após clicar na feição, haverá o download da pasta compactada contendo todas as feições em arquivos que podem ser lidos em softwares de sistemas de informações geográficas. Esses arquivos devem ser extraídos para uma pasta organizada no computador, pois o *shapefile* é composto por diversos arquivos auxiliares, como .shp, .shx, .dbf e .prj.

Com os dados organizados, o próximo passo é importar as informações no QGIS. Ao abrir o software, deve-se adicionar a camada vetorial por meio do menu "Camada" > "Adicionar camada" > "Adicionar camada vetorial", selecionando o arquivo .shp extraído. É importante verificar o Sistema de Coordenadas de Referência (SRC) do arquivo, no Brasil é geralmente o SIRGAS 2000 (EPSG: 4674), ou reprojeter a camada conforme fuso em que a área de estudo se encontra. Se necessário, a camada pode ser reprojetada para este sistema através da opção "Exportar > "Guardar elementos como", demonstrada na figura 2.

Figura 2 - Demonstração da inserção do arquivo no software



Fonte: Elaborado pela autora a partir do QGIS versão 3.34 (2025).

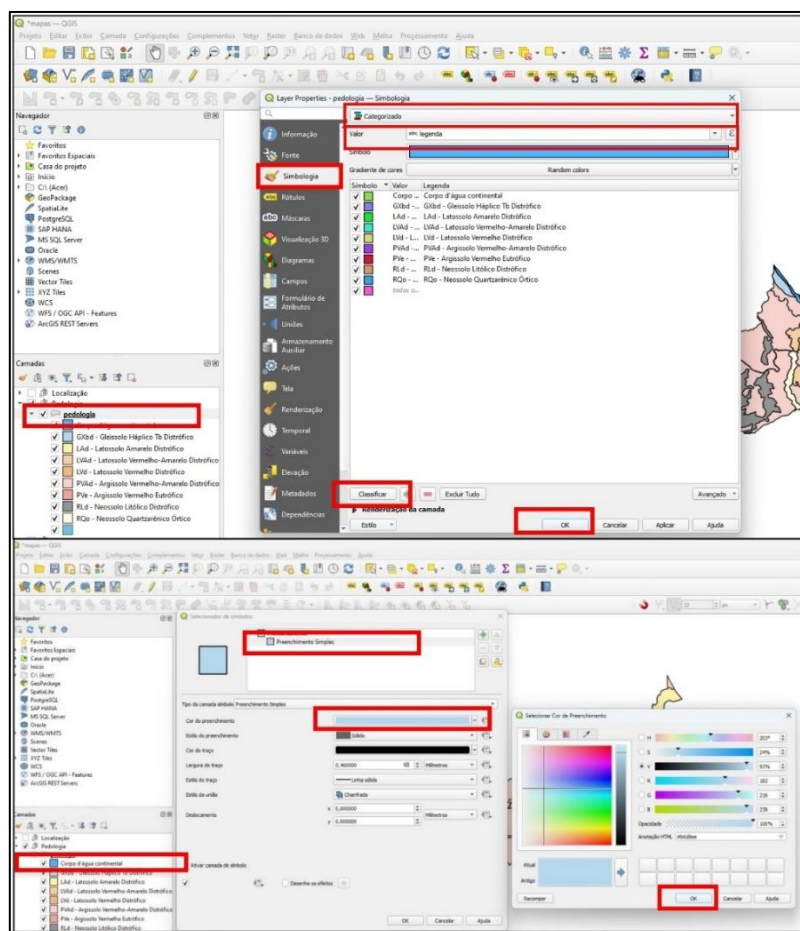
Na etapa de estilização dos dados geomorfológicos (figura 3), é fundamental identificar as classes contidas na tabela de atributos do *shapefile*. É necessário verificar os dados contidos na camada geomorfológica. No QGIS, após adicionar a camada no formato *shapefile*, clique com o botão direito sobre ela e selecione "Abrir tabela de atributos". Nesta tabela, localize a coluna que descreve as unidades geomorfológicas, como compartimentos, formas de relevo ou unidades morfoestruturais, esta coluna é essencial, pois será a base para a categorização das classes no mapa.

Seguindo, seleciona-se novamente com o botão direito sobre a camada, indo até "Propriedades". Na aba "Simbologia", seleciona-se opção "Categorizado", no campo "Coluna", selecione a coluna identificada anteriormente que contém as informações sobre as unidades geomorfológicas. Após isso, clique em "Classificar" para que o QGIS reconheça e crie uma lista com todas as classes presentes na camada. Cada unidade será representada como uma categoria independente, pronta para ser estilizada.

Para a estilização da camada, utiliza-se como norteador das convenções cartográficas o Manual Técnico de Geomorfologia do IBGE, atribuindo cores e padrões a cada classe. O manual define que planícies e superfícies planas devem ser representadas em tons de amarelo claro, depressões em tons de verde, patamares e terraços em amarelo-alaranjado, serras e

escarpas em marrom escuro, e áreas montanhosas em marrom avermelhado. Unidades costeiras, como dunas e falésias, podem ser representadas em cinza claro ou com texturas específicas. Para aplicar essas cores no QGIS, utiliza-se o símbolo de cada classe, abrindo o editor de símbolos e definindo as cores de acordo com as recomendações do IBGE.

Figura 3 - Demonstração da estilização da camada



Fonte: Elaborado pela autora a partir do QGIS versão 3.34 (2025).

Após a aplicação das cores e padrões, conforme demonstrado na figura acima, é importante rotular as unidades geomorfológicas diretamente no mapa. Para isso, ainda na aba "Propriedades", vá até a seção "Rótulos" e selecione "Rótulos simples". No campo correspondente, escolha a mesma coluna utilizada para a categorização, que contém os nomes das unidades. Personalize os rótulos ajustando a fonte, a cor e o tamanho do texto para garantir boa legibilidade. Recomenda-se usar uma fonte simples, como Arial ou Times New Roman, em cor preta ou cinza escuro, dependendo do contraste com o mapa. Para rótulos em linhas, utilize a opção "Curva" e, para polígonos, "Centroide".

Após a estilização, avança-se para a confecção do layout final no QGIS. Para isso, deve-se acessar o menu "Projeto" > "Novo compositor de impressão", onde será criado o layout do mapa. Nesta etapa, adicionam-se os elementos essenciais de um mapa: título, legenda, escala gráfica e símbolo de norte. O título pode ser inserido através da ferramenta de texto, enquanto a legenda é gerada automaticamente com base nas classes estilizadas. A escala gráfica e o símbolo de norte são facilmente adicionados através das ferramentas específicas disponíveis no compositor de impressão. Além disso, deve-se incluir informações complementares, como a fonte dos dados (IBGE), o sistema de coordenadas utilizado (SIRGAS 2000) e o autor do mapa.

Por fim, realiza-se a organização e ajuste de todos os elementos no layout para garantir uma apresentação limpa e bem estruturada. Quando o layout estiver finalizado, o mapa pode ser exportado em formato PDF ou como imagem, de acordo com a necessidade. Antes de concluir, é importante revisar todos os detalhes, garantindo que os elementos estejam corretamente posicionados, as informações legíveis e a estética do mapa adequada. Seguindo esses passos, será possível criar um mapa geomorfológico completo e de alta qualidade, utilizando dados confiáveis do IBGE e as ferramentas disponíveis no QGIS.

3.2.2 *Confecção do mapa geológico*

A confecção do mapa geológico segue as mesmas etapas de coleta e confecção, deve-se acessar o site do IBGE, especificamente a seção de Geociências, na pasta informações ambientais, onde estão disponíveis os dados geológicos em formato vetorial, organizados por unidades federativas ou áreas específicas de abrangência. Após localizar os dados referentes à área de interesse, realiza-se o download do arquivo, disponibilizado compactado em formato ZIP, e o extrai em um diretório organizado, contendo os arquivos associados (.shp, .shx, .dbf e .prj).

A inserção da camada vetorial no software permanece a mesma, conforme descrito anteriormente. Para a estilização da camada, clicando com o botão direito sobre a camada, pode-se selecionar a opção "Propriedades". Na aba "Simbologia", escolhe-se a opção "Categorizado" no menu suspenso. No campo "Coluna", seleciona-se o atributo referente às unidades geológicas ou litológicas. Ao clicar em "Classificar", o QGIS organizará automaticamente todas as categorias presentes na camada, atribuindo símbolos padrão.

As orientações do Manual Técnico de Geologia do IBGE servirão como auxiliar na estilização destas camadas. O manual estabelece uma padronização cromática específica para os diferentes tipos de rochas e idades geológicas. Por exemplo, as rochas sedimentares devem

ser representadas em tons de amarelo ou marrom claro, as rochas ígneas em tons de vermelho, rosa ou lilás, e as rochas metamórficas em tons de verde ou azul, de acordo com a sua classificação.

Para aplicar as cores, o usuário deve clicar no símbolo correspondente a cada categoria, abrir o editor de símbolos e escolher a cor adequada, enviando o mapa para o layout e inserção das convenções cartográficas e, após, impressão.

3.2.3 *Confecção do mapa pedológico*

Novamente, o dado foi coletado na plataforma de geociências do IBGE, em formato *shapefile* (.shp). Após, será feita a inserção da camada no software Qgis, avança-se para a etapa de estilização, abrindo a tabela de atributos da camada clicando com o botão direito sobre ela e selecionando “Abrir tabela de atributos” para que seja possível identificar as informações relacionadas às classes de solos, que incluem atributos como ordem pedológica, subordem, grande grupo, tipo de solo, textura e horizontes diagnósticos, classificando as informações da mesma forma que as anteriores já descritas.

Neste caso, para a estilização, os padrões adotados também são do IBGE, através do Manual Técnico de Pedologia, que também estabelece uma padronização cromática para os diferentes tipos de solos. Por exemplo, os Latossolos devem ser representados em tons de vermelho, os Argissolos em tons de amarelo, os Neossolos em tons de cinza, os Planossolos em tons de azul claro e os Espodossolos em tons de lilás. Mais uma vez, ao clicar no símbolo ao lado de cada classe na lista, o editor será aberto, possibilitando atribuir a cor adequada a cada tipo de solo, conforme a convenção oficial.

Após a classificação, o arquivo está pronto para ir ao *layout* final.

3.2.4 *Confecção do mapa de vegetação*

O dado da vegetação é disponibilizado na plataforma de geociências do IBGE, e deve ser baixado também em formato *shapefile* (.shp). Após, deve ser feita a inserção da camada no Qgis e identificação das informações na tabela de atributos, avança-se para a etapa de manipulação das informações.

A estilização da camada de vegetação de acordo com as classificações e simbologias descritas no Manual Técnico da Vegetação Brasileira, que sugere uma paleta de cores específica para as diferentes classes de vegetação. As florestas, por exemplo, podem ser representadas em tons de verde escuro, os cerrados em tons de verde claro ou amarelo, e a caatinga em tons de

cinza claro ou marrom, com as demais formações vegetais sendo representadas com cores distintas para cada tipo, como campo rupestre, pantanal ou restinga.

Logo, após classificar as categorias, deve-se abrir o editor de símbolos e escolher a cor mais adequada de acordo com as diretrizes do manual. Após as classificações com as cores pré-definidas, o arquivo está pronto para ser enviado ao layout para ajustes finais em impressão.

3.2.5 *Confeção de unidades geoecológicas*

Considerando toda a coleta de informações geoespaciais necessárias, é possível avançar para a preparação do resultado: o mapa de geoeecologia das paisagens. Iniciando a análise pelo relevo, que fornece a base estrutural da paisagem, partir do MDE, são gerados os mapas de altitude e declividade.

Para confecção dos mapas, é utilizado o modelo ALOS PALSAR (Advanced Land Observing Satellite – Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar), que se destaca pela capacidade de fornecer informações altimétricas de elevada resolução, fundamentais para a caracterização topográfica em escalas regionais e locais.

Após o download das imagens, o primeiro passo consiste na inserção do MDE derivado do ALOS no ambiente do QGIS. Este dado, geralmente disponibilizado no formato raster (.tif), deve ser carregado por meio da opção “Camada” > “Adicionar Camada” > “Adicionar Camada Raster”.

Com o modelo digital devidamente carregado e georreferenciado, procede-se à geração do mapa de declividade. O QGIS oferece a ferramenta “Declividade (Slope)” acessível em “Processamento” > “Caixa de Ferramentas” > “GDAL” > “Análise de Terreno”. Nessa interface, ao selecionar o raster de entrada, define-se a unidade de saída da declividade bem como o diretório para armazenamento do arquivo resultante.

Posteriormente, deve ser realizada a reclassificação dos valores contínuos de declividade em classes discretas, a fim de facilitar a interpretação e a análise espacial. Esse procedimento é realizado por meio da ferramenta “Reclassificar por Tabela”, localizada na seção “Raster” da Caixa de Ferramentas. A reclassificação permite categorizar o relevo em intervalos significativos, neste caso, utilizando a classificação da EMBRAPA.

Em seguida, é realizada a análise dos compartimentos geológicos e pedológicos bem como informações da vegetação e uso da terra, com a integração e cruzamento dos dados, que visa identificar unidades ambientais relativamente homogêneas.

No QGIS, esse cruzamento pode ser feito por meio da ferramenta “Interseção” (Intersection), localizada em “Vetores > Geoprocessamento”, para dados vetoriais, seguindo a seguinte ordem: substrato geológico e relevo como base, sobre os quais se associam os solos, cobertura vegetal e formas de uso. A combinação desses elementos gera as unidades geoecológicas da paisagem.

3.3 Prognóstico

A fase de prognóstico constitui uma das etapas finais e mais estratégicas dentro da metodologia da Geoecologia das Paisagens, conforme concebida por Mateo Rodríguez (2004) e ampliada por Edson Vicente (2016). Após a realização da caracterização, inventariação, análise e diagnóstico da paisagem, o prognóstico visa projetar cenários futuros e pensar diretrizes de gestão e ordenamento territorial com base na dinâmica dos sistemas paisagísticos e em suas tendências de transformação.

Essa etapa é fundamentada no entendimento sistêmico da paisagem como uma totalidade integrada, cujos componentes naturais (geologia, relevo, solo, vegetação e clima) interagem continuamente com os processos antrópicos (uso do solo, ocupação, impactos ambientais). Assim, o prognóstico baseia-se não apenas no estado atual da paisagem, mas nas forças motrizes que condicionam sua evolução – como pressão urbana, expansão agropecuária, desmatamento, mineração, políticas públicas e eventos climáticos extremos.

Segundo Rodríguez (2004), o prognóstico deve considerar diferentes cenários territoriais, que podem ser classificados em três principais vertentes: o cenário de tendência (manutenção do quadro atual), o cenário desejável (baseado em ações planejadas de sustentabilidade) e o cenário crítico ou de risco (caso haja intensificação dos fatores degradantes). Essa projeção exige uma leitura crítica do território, considerando tanto os indicadores ecológicos quanto os socioeconômicos, o que confere à abordagem um caráter interdisciplinar e prospectivo.

Já Vicente (2016) enfatiza que o prognóstico, na abordagem geoecológica, está profundamente vinculado à identificação de fragilidades e potencialidades das unidades da paisagem. Isso implica reconhecer, por exemplo, áreas que demandam preservação estrita, regiões que comportam uso econômico sob determinadas restrições e zonas críticas de conflito ambiental. A partir dessas análises, elaboram-se propostas de ordenamento, zoneamentos ecológico-econômicos, ações de recuperação ambiental ou mesmo programas de mitigação de impactos.

Além disso, é nessa etapa que a cartografia de síntese — especialmente o mapa de unidades geoecológicas — ganha papel central como base para decisões de planejamento territorial. O mapa funciona como um instrumento técnico e político que orienta políticas públicas, planos diretores, licenciamento ambiental, regularização fundiária e gestão participativa do território.

Portanto, a fase de prognóstico na Geoecologia das Paisagens não se limita à previsão do futuro, mas se constitui como uma ferramenta ativa de transformação territorial, articulando ciência, técnica e política para promover a sustentabilidade das paisagens, sobretudo em regiões de alta vulnerabilidade socioambiental, como os domínios amazônicos.

4. BEM-VINDO À MARABÁ: CONTEXTUALIZAÇÃO GEOGRÁFICA E CONDICIONANTES GEOAMBIENTAIS

Marabá é um município de extrema importância para o Estado do Pará, especialmente para a região sudeste paraense, onde a área urbana exerce influência direta para os municípios limítrofes. Conhecida como a “metrópole de Carajás”, esta região tem grande importância para a economia paraense uma vez que abriga o complexo minerário de Carajás além de uma forte inserção do setor terciário como o principal movimentador das dinâmicas econômicas no município conforme relata Carvalho (2020), por este motivo é preciso conhecer Marabá, sua localização, acessos e dinâmicas econômicas que moldam as relações – naturais ou não – no município.

Assim, neste capítulo, serão apresentadas informações e considerações importantes acerca do município de Marabá, passeando entre sua constituição como urbe, aspectos ambientais, econômicos e geográficos.

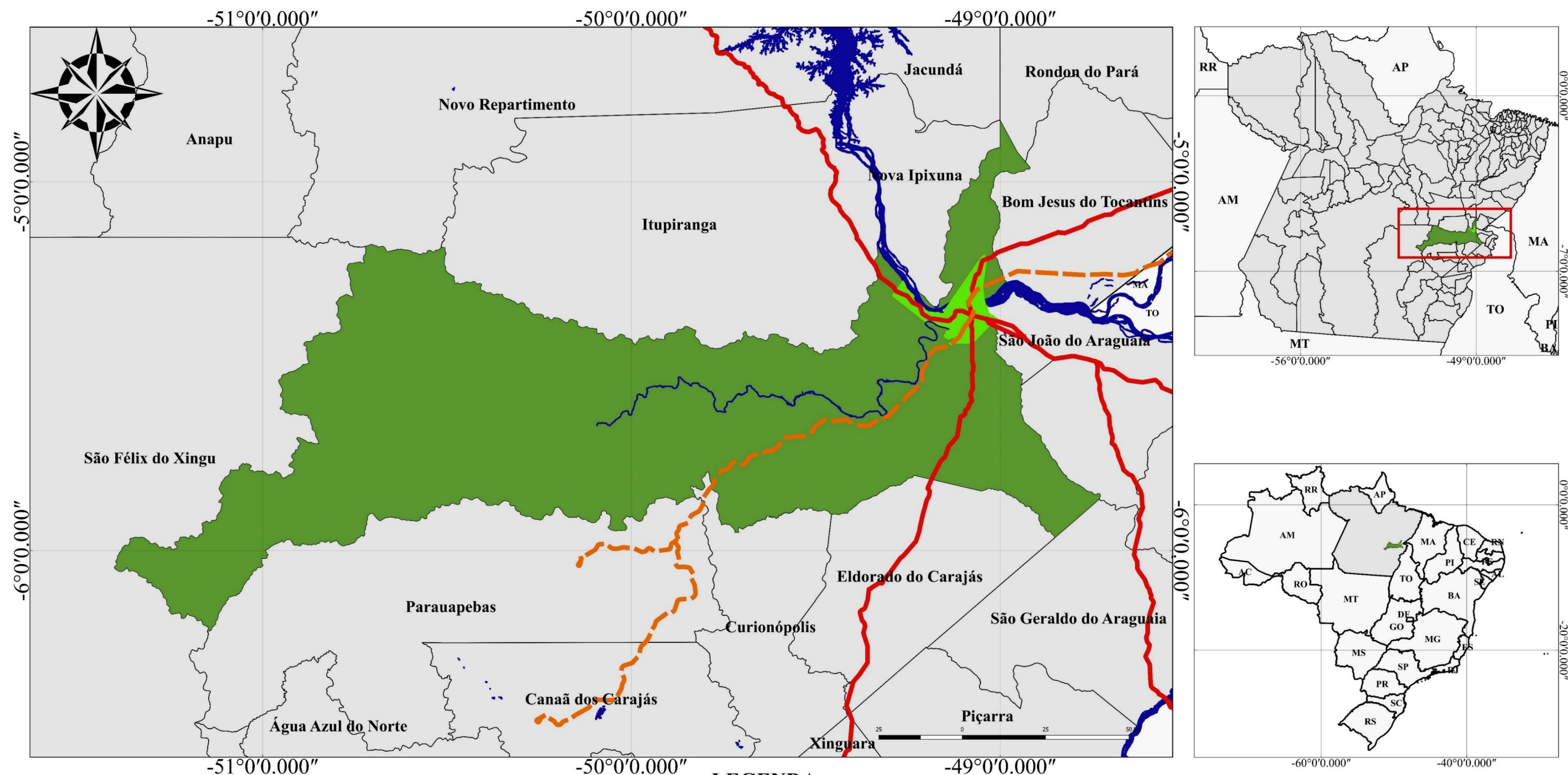
4.1 Localização e Acessos

Compondo a região de Carajás, o município de Marabá tem perímetro territorial de 15.128,058 km² e está localizado, conforme IBGE na mesorregião do sudeste paraense. Sua área urbana, recortada em núcleos, possuindo perímetro total de quase 30 km², cresceu nas margens dos grandes Rios Itacaiúnas, que dividi o município e Tocantins, que perpassa, em sua maior porção, na área urbana.

Para além dos canais fluviais, o município está recortado por rodovias importantes, a primeira BR-230, transamazônica, que recorta na transversal a região norte e nordeste do país, iniciando-se no interior do Amazonas, perpassando pelos estados do Pará, Maranhão, Piauí, Ceará e Paraíba, a segunda PA-150/155, que liga os municípios da porção sul e sudeste do Pará à capital Belém, e a Rodovia BR-222 que faz a conexão entre Marabá – Fortaleza, passando pelos estados do Pará, Maranhão, Piauí e Ceará. Cabe destacar que o município tem proximidade com a Rodovia BR-010 Belém – Brasília, o que o coloca em excelente posição para escoamento de produção graças à sua malha rodoviária.

Ademais, ainda se tem a inserção da Estrada de Ferro Carajás – EFC que é operada pela Vale S.A, constituindo-se de 892 quilômetros de ferrovia diagonal, ligando o estado do Pará e Maranhão através da sua conexão no Porto de Ponta da Madeira, em São Luiz – MA, às minas de ferruginosos em Marabá e Parauapebas, detalhado no Mapa (figura 4).

Figura 4 - Mapa de Localização do Município de Marabá



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS DO PONTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA DO PONTAL

Discente: Bruna de Fátima Corrêa Lima
Orientador: Rildo Aparecido Costa



SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS
DATUM: SIRGAS 2000 EPSG 4674

BASE DE DADOS CARTOGRÁFICOS REFERENCIAIS
INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE (2021 E 2019), MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA (2021), SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DE MARABÁ - SEPLAN (2018).

AUTORA: BRUNA DE FÁTIMA CORRÊA LIMA

Relembrando que sua área urbana é dividida em núcleos, é importante salientar que existe dinâmica própria de comércio e ofertas de bens e serviços, estando descentralizada a demanda destes mesmos. Apesar disso, os núcleos mais importantes são o Cidade Nova e Nova Marabá, principalmente pela maior concentração de serviços e maior número de habitantes, seguindo do Marabá Pioneira, São Félix e Morada Nova, que se conectam através das rodovias e são divididos pelos rios.

O bairro Velha Marabá, fundado nas primeiras décadas do século XX, emergiu como um núcleo estratégico com base na exploração de recursos naturais, como o caucho e, posteriormente, a castanha-do-pará. O processo de ocupação da área foi impulsionado pela sua localização no Pontal de Marabá, uma região de confluência entre os rios Itacaiúnas e Tocantins, o que favoreceu o transporte fluvial e o comércio. Esse núcleo urbano enfrentou desafios, como as constantes enchentes que afetaram a sua infraestrutura, resultando em sucessivas relocações de parte de sua população, especialmente após a grande cheia de 1925-1926.

Apesar das dificuldades naturais, a Velha Marabá se consolidou como um dos centros econômicos mais importantes da Amazônia até as décadas de 1960 e 1970, com destaque para a extração de castanha-do-pará e o comércio fluvial. No entanto, a chegada de novas rodovias, como a PA-70, e o processo de modernização da cidade, com o planejamento de novos bairros como a Cidade Nova, relegaram a Velha Marabá a um papel secundário no contexto urbano, principalmente devido à saturação de sua estrutura e à expansão de novos núcleos urbanos.

Figura 5 - Vista área da Marabá Pioneira



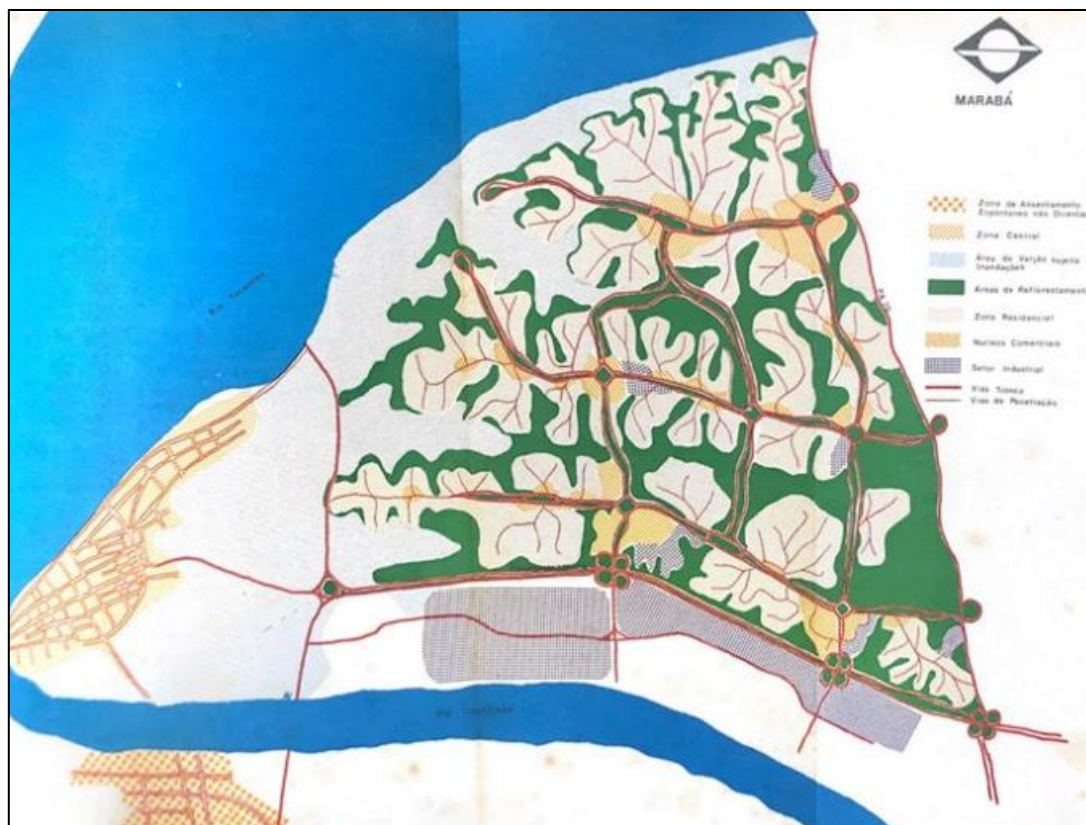
Fonte: Helder Messias/ O Liberal, 2019.

O bairro, que inicialmente teve uma configuração bastante ligada ao extrativismo e ao modo de vida ribeirinho, passou a ser confrontado com o desafio de se adaptar ao crescimento da cidade e ao novo ritmo imposto pelas rodovias e pelo setor industrial.

O núcleo Nova Marabá, fundado como parte do processo de expansão urbana do município, surgiu no contexto de um crescimento acelerado e da necessidade de reconfiguração do espaço urbano após eventos significativos, como as grandes enchentes de 1980. A cidade, já estabelecida nas margens dos rios Itacaiúnas e Tocantins, experimentou um processo de ocupação desordenada, levando à criação de novos bairros. Dentre esses, Nova Marabá se destacou, projetado para abrigar uma população crescente e organizado em torno de um plano urbanístico estruturado.

Esse planejamento urbanístico, concebido nos anos 70, foi idealizado com uma lógica que refletia o conceito de "cidade-jardim", com avenidas principais representando troncos e as vias menores simbolizando as folhas. O projeto foi concebido pelo arquiteto Joaquim Guedes, o qual venceu o concurso público para o plano de urbanização.

Figura 6 - Plano da Nova Marabá idealizado por Joaquim Guedes.



Fonte: Ministério do Interior, 1973.

O projeto urbanístico adota uma estrutura geométrica e hierárquica, com vias distribuídas em padrões técnicos, como as denominadas VP (Via Principal), VE (Via Especial) e VS (Via Secundária). O modelo foi inspirado na ideia de uma árvore, com as ruas principais representando os "troncos" e as ruas menores os "galhos", enquanto os bairros, denominados "Folhas", formam a periferia do sistema. O objetivo era criar uma expansão ordenada, favorecendo a integração com as áreas ambientais, como as matas e várzeas.

Contudo, a implementação desse planejamento esbarrou na falta de continuidade das obras e na crescente ocupação irregular, fenômenos que caracterizam a evolução do bairro ao longo das décadas subsequentes. Um dos grandes problemas enfrentados são a falta de nomenclatura nas ruas e a ausência de identificação de endereços que geraram dificuldades para o cotidiano da cidade. Isso se tornou um problema de logística e identificação, impactando serviços públicos, como a distribuição de correspondências e o planejamento urbano em vias gerais.

O núcleo Cidade Nova, por sua vez, surge de um processo de expansão urbana nas décadas de 1970 e 1980, quando a cidade experimentou uma rápida urbanização devido à

construção da rodovia Transamazônica e à transferência de áreas de risco. Inicialmente parte do bairro Amapá, a Cidade Nova passou a ser um nome utilizado para a área urbanizada que se desenvolveu nas margens do rio Itacaiúnas.

O bairro foi central para o processo de ocupação, especialmente após a construção de infraestruturas como a ponte sobre o rio Itacaiúnas, que facilitou o tráfego entre as diferentes áreas da cidade, e a instalação de bairros como Novo Horizonte, Belo Horizonte, e a Agrópolis INCRA. Nos anos seguintes, a área passou por diversas ondas de povoamento, com a criação de bairros periféricos como a Liberdade e Independência, a partir da década de 1980.

O nome "Cidade Nova" foi inicialmente atribuído ao Conjunto Habitacional Jarbas Passarinho, situado à margem da Transamazônica, mas logo se estendeu para abarcar toda a área que se desenvolvia ao longo do rio Itacaiúnas. Esse processo de urbanização teve forte apoio de políticas públicas, com destaque para o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), que atuou em diversas áreas, incluindo a fundação de bairros como Parque das Laranjeiras e Belo Horizonte. A Cidade Nova, portanto, teve um caráter de planejamento urbano, mas também foi marcada pela expansão informal, com a criação de bairros como a Liberdade e o Novo Planalto, cujas ocupações, muitas vezes desordenadas, careceram de uma gestão mais eficiente, resultando em desafios como a irregularidade fundiária.

Figura 7 - Ponte sobre o Rio Itacaiúnas, ligando os núcleos Nova Marabá e Cidade Nova.



Fonte: Hiroshi Bogéa, 2019.

Esse crescimento, embora impulsionado pela expansão das infraestruturas rodoviárias e pela migração de novas populações, também gerou desafios como a irregularidade de ocupações e a pressão sobre os serviços urbanos. Isso resultou em processos de regularização fundiária nas décadas seguintes, à medida que a cidade buscava integrar essas áreas no tecido urbano de forma mais ordenada.

No mesmo viés de crescimento e expansão, a constituição histórica do núcleo São Félix, em Marabá, está intrinsecamente vinculada ao processo de expansão urbana e desenvolvimento social do município ao longo do século XX. Originalmente, a área era predominantemente caracterizada por extensões de mata e terrenos não ocupados, explorados de forma ocasional por comunidades locais para atividades de agricultura de subsistência e pequenas criações.

Com o avanço econômico de Marabá, impulsionado principalmente pelo desenvolvimento dos setores mineral e agropecuário, bem como pela implementação de grandes projetos de infraestrutura, como a construção de rodovias e da usina hidrelétrica de Tucuruí, observou-se um significativo aumento populacional. Tal crescimento gerou a necessidade de novas áreas habitacionais para acomodar trabalhadores e suas famílias, resultando na ocupação e posterior urbanização do território que originaria o núcleo São Félix.

A partir da década de 1980, o bairro passou a se estruturar de maneira mais organizada, destacando-se a divisão entre São Félix I e São Félix II. Esse período foi marcado por investimentos públicos voltados à instalação de serviços essenciais, como escolas e unidades de saúde. Apesar desses avanços, a região ainda enfrentava carências em infraestrutura, como saneamento básico, pavimentação e fornecimento regular de energia elétrica em determinadas áreas.

Outro evento marcante na história do núcleo foi a construção da ponte sobre o rio Tocantins, que estabeleceu a ligação entre São Félix e o núcleo central de Marabá. Essa obra não apenas facilitou a integração física, como também adquiriu um simbolismo significativo, representando a inclusão de São Félix na dinâmica urbana do município (figura 8).

Figura 8 - Vista do Núcleo São Félix



Fonte: Correio de Carajás, 2022.

Ao longo das décadas, o bairro vivenciou ciclos de crescimento que refletiram as transformações econômicas e sociais de Marabá. Atualmente, São Félix destaca-se como um núcleo indispensável para o desenvolvimento do município, abrigando uma população diversificada, uma vida comunitária ativa e desempenhando um papel estratégico no contexto urbano da cidade.

Emergindo a partir do crescimento populacional e econômico da região, associado a um sentimento de necessidade de descentralização administrativa, os moradores e lideranças locais sustentavam que São Félix possuía potencial para se tornar um município independente, com condições de gerir seus próprios recursos e atender de forma mais eficaz às demandas da comunidade. Surge aí a tentativa de emancipação do núcleo São Félix, refletindo as aspirações de autonomia administrativa e política por parte de sua população.

Entre as principais motivações para a tentativa de emancipação, destaca-se a distância administrativa, já que, apesar de conectado ao núcleo urbano de Marabá, São Félix enfrentava dificuldades relacionadas ao acesso ágil e direto aos serviços públicos centralizados na administração municipal. Além disso, o crescimento populacional da região, que se tornara densamente povoada, aliado ao desenvolvimento de sua infraestrutura, reforçava a percepção de que o bairro possuía capacidade de autossuficiência. Questões políticas e econômicas também tiveram destaque, com lideranças locais defendendo que os recursos provenientes de

impostos e tributos poderiam ser geridos localmente, gerando benefícios diretos para a comunidade.

Contudo, a tentativa de emancipação enfrentou inúmeros desafios. A legislação brasileira impõe critérios rigorosos para a criação de novos municípios, como a exigência de um número mínimo de habitantes, a comprovação de viabilidade econômica e a realização de um plebiscito. Ademais, estudos indicavam que, apesar de seu crescimento, São Félix ainda apresentava dependência financeira de Marabá, dificultando a comprovação de sua sustentabilidade econômica como município independente. A iniciativa também enfrentou resistência política, uma vez que o governo municipal considerava São Félix uma área estratégica, temendo prejuízos econômicos e políticos decorrentes de sua separação.

Embora a tentativa de emancipação não tenha sido concretizada, o movimento evidenciou a necessidade de maior atenção e investimentos na região. Em resposta às demandas históricas da comunidade, projetos voltados para infraestrutura, saúde e educação foram intensificados. A proposta de emancipação, mesmo não realizada, deixou como legado um debate relevante sobre a descentralização administrativa e o planejamento urbano.

Por último, compondo os cinco núcleos, temos a Morada Nova, emergiu nas décadas de 1980, concomitante ao processo de expansão populacional e urbana da cidade. Inicialmente composto por áreas de terras pouco utilizadas, a região foi gradualmente se consolidando como um bairro, impulsionado pela urbanização e pelas atividades econômicas locais, como a mineração e a agropecuária. Este crescimento atraiu uma população em busca de moradia e oportunidades de trabalho, resultando na formação de uma comunidade com forte identidade, cujos habitantes se dedicam, principalmente, ao comércio local, à agricultura de subsistência e a serviços informais.

Figura 9 - Imagem do Núcleo Morada Nova



Fonte: Jordão Nunes, 2023.

Entretanto, apesar de seu desenvolvimento social e comunitário, Morada Nova enfrenta desafios significativos em termos de infraestrutura, como a ausência de pavimentação, saneamento básico adequado e serviços públicos essenciais. A oferta de empregos formais também se revela restrita. Do ponto de vista ambiental, a expansão desordenada do bairro resultou em impactos negativos sobre a vegetação local, e a carência de sistemas eficientes de drenagem e tratamento de esgoto tem ocasionado problemas como alagamentos e poluição.

Ainda compondo a área urbana, Marabá conta com duas zonas de expansão, uma em sentido ao núcleo cidade nova e a outra, em sentido a Nova Marabá, além de três zonas dedicadas ao distrito industrial.

4.2 Condicionantes Geoambientais

As condicionantes geoambientais são elementos fundamentais na análise ambiental, pois representam os fatores geológicos, geográficos e ecológicos que influenciam diretamente o meio ambiente e as atividades humanas. Considerar esses aspectos é essencial para garantir o desenvolvimento sustentável e a mitigação de impactos ambientais negativos, além de assegurar

a conformidade com as normas legais e os critérios de preservação ambiental. A avaliação desses condicionantes envolve uma abordagem abrangente, que contempla desde características geológicas do solo até o impacto de fatores climáticos e ecológicos, permitindo um planejamento mais consciente e responsável de projetos de infraestrutura, construção e exploração de recursos naturais.

Em primeiro lugar, os aspectos geológicos desempenham um papel central na análise ambiental. O tipo de solo, sua composição e a topografia do terreno são determinantes para a segurança e viabilidade de um projeto. Solos argilosos ou rochosos, por exemplo, podem apresentar limitações para a construção de grandes estruturas ou causar problemas de drenagem e erosão. Além disso, a identificação de riscos geológicos, como áreas propensas a deslizamentos, falhas tectônicas ou terremotos, é crucial para evitar danos futuros e garantir a segurança da população. A presença de recursos minerais também deve ser considerada, uma vez que a extração desses recursos pode gerar impactos ambientais significativos, exigindo uma gestão cuidadosa.

Outro ponto relevante é o aspecto hidrológico. A presença de corpos d'água, como rios, lagos e lençóis freáticos, afeta diretamente o planejamento territorial, pois pode determinar áreas de risco de inundação ou influenciar a distribuição de recursos hídricos. A análise do sistema de drenagem natural é essencial para entender o comportamento da água no terreno e prever problemas como alagamentos ou erosão. A qualidade da água também precisa ser monitorada, especialmente em regiões onde há risco de contaminação, o que pode impactar a saúde pública e a biodiversidade local.

No âmbito dos aspectos ecológicos, a vegetação nativa e a fauna local são elementos que não podem ser negligenciados em nenhuma análise ambiental. A biodiversidade deve ser preservada, e as áreas de preservação permanente, como unidades de conservação e corredores ecológicos, precisam ser respeitadas. A fragmentação de habitats causadas pela expansão urbana ou pela construção de rodovias, por exemplo, pode afetar negativamente as espécies locais e comprometer a estabilidade ecológica da região. Portanto, a identificação e proteção desses ecossistemas é fundamental para garantir a sustentabilidade a longo prazo de qualquer empreendimento.

O clima local também desempenha um papel significativo nas condicionantes geoambientais. O padrão climático de uma região, incluindo a temperatura, a precipitação e os ventos, influencia as atividades econômicas e as opções de uso do solo. Além disso, é importante considerar os efeitos das mudanças climáticas, que podem alterar os padrões

climáticos em longo prazo e aumentar os riscos de desastres naturais, como secas prolongadas, tempestades intensas ou inundações. A adaptação às mudanças climáticas deve ser incorporada no planejamento de projetos, especialmente em regiões mais vulneráveis a esses fenômenos.

Além dos fatores naturais, os aspectos antropogênicos, ou seja, aqueles resultantes da ação humana, também são condicionantes importantes na análise geoambiental. O uso atual do solo, a presença de áreas urbanas, industriais ou agrícolas, e as infraestruturas existentes, como redes de transporte e saneamento, devem ser avaliados, pois podem limitar ou possibilitar a implementação de novos projetos. A história ambiental da área também é um fator a ser considerado, especialmente em regiões que já foram impactadas por atividades de poluição ou degradação ambiental.

Em suma, as condicionantes geoambientais são elementos essenciais para a análise e o planejamento ambiental de qualquer projeto. Elas proporcionam uma compreensão holística do ambiente, permitindo identificar e mitigar potenciais impactos ambientais, promover o uso sustentável dos recursos naturais e reduzir os riscos associados às atividades humanas. Ao incorporar essas variáveis no processo de tomada de decisão, é possível garantir que os empreendimentos sejam realizados de maneira segura e responsável, respeitando os limites do meio ambiente e assegurando a preservação dos ecossistemas para as gerações futuras.

Para compreender as dinâmicas físicas, serão mapeados e identificados os aspectos ambientais físicos que se fazem importantes para entender o município de Marabá em sua constituição ambiental.

4.2.1 Geologia e Geomorfologia

A geologia esclarece os mecanismos naturais e oferece subsídios essenciais ao planejamento ambiental e ao desenvolvimento socioeconômico (CPRM, 2017). Ela desempenha papel fundamental ao identificar características do terreno, como a composição do solo, o tipo de rocha, a ocorrência de falhas geológicas e a presença de aquíferos. Essas informações permitem prever e mitigar riscos ambientais, como deslizamentos de terra, erosão, inundações e terremotos, que são essenciais para a ocupação sustentável do território (Ross, 1994).

O conhecimento geológico auxilia na definição de áreas de preservação, já que ambientes geologicamente frágeis, como dunas, cavernas e áreas cársticas, demandam atenção especial em políticas de conservação e manejo. A análise geológica também orienta a gestão de

recursos hídricos, facilitando a localização e proteção de aquíferos e a avaliação de impactos decorrentes de sua exploração (Martins, 2011).

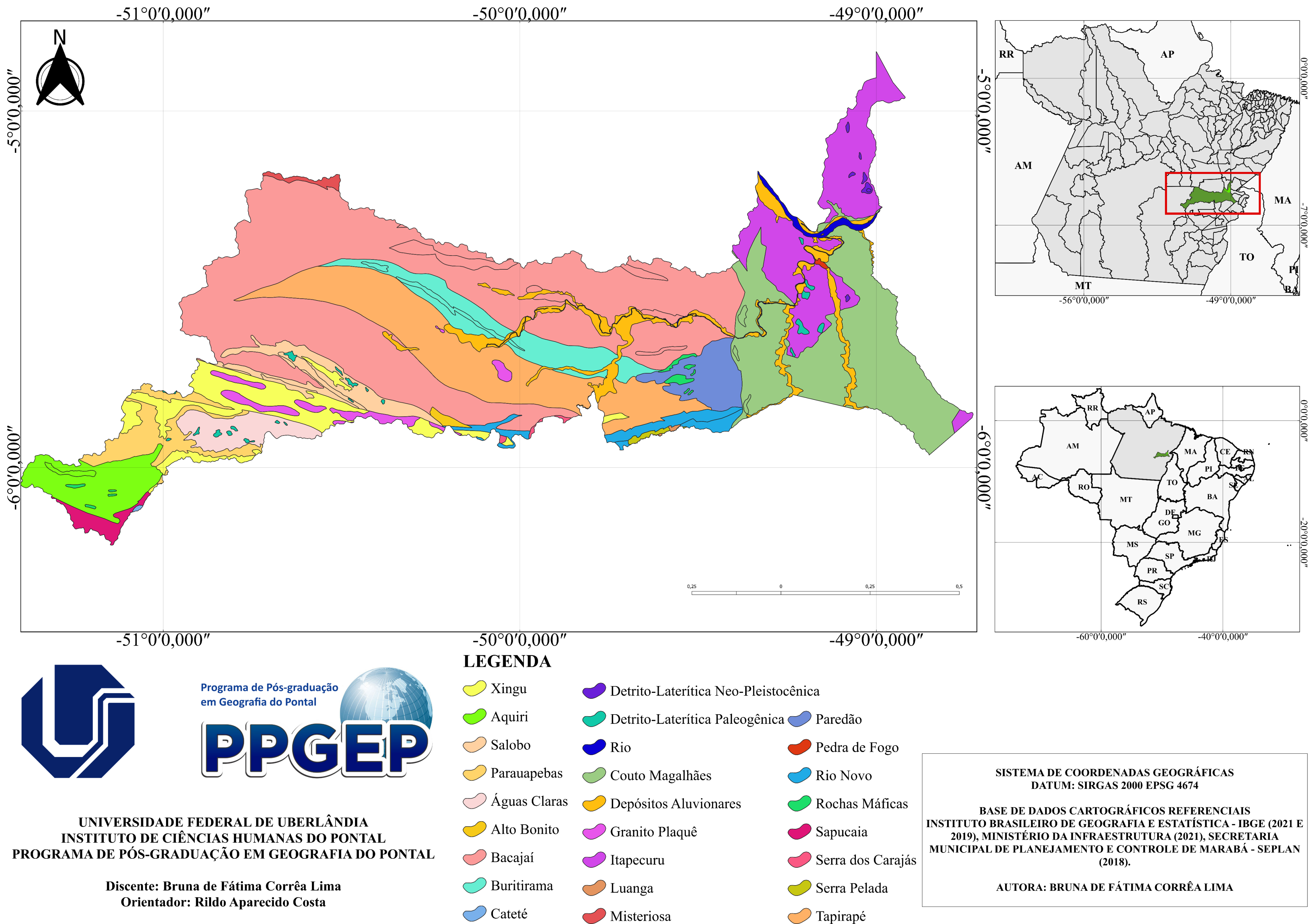
No que tange o viés econômico, setores como mineração, energia, construção civil e agricultura estão diretamente ligados aos processos geológicos. A mineração, por exemplo, depende da prospecção e análise geológica para localizar e explorar depósitos minerais de forma eficiente e sustentável. No setor energético, a geologia é essencial na exploração de petróleo, gás natural e recursos renováveis, como a energia geotérmica (CPRM, 2017).

A interação entre a geologia e os sistemas ambientais ocorre em diversas escalas. A formação e a evolução de solos, por exemplo, são diretamente influenciadas pelas características das rochas subjacentes, bem como pelos processos de intemperismo químico e físico. Essa conexão é essencial para a manutenção da fertilidade do solo e para a sustentação da biodiversidade em ecossistemas terrestres (Silva *et al.*, 2014).

Assim, a geologia não pode ser dissociada do estudo dos sistemas ambientais, pois seu entendimento é fundamental para a gestão sustentável dos recursos naturais e para a preservação da integridade ambiental. Ao integrar conhecimentos sobre os processos geológicos e suas interações com outros componentes do meio ambiente, essa ciência oferece subsídios indispensáveis para o planejamento ambiental e a mitigação de impactos ambientais.

Por este motivo, abaixo está o mapa geológico do município de Marabá, com informações coletadas a partir IBGE (2021), com identificação de inúmeras classes geológicas demonstradas na figura 10.

Figura 10 - Mapa de Espacialização Geológica



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS DO PONTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA DO PONTAL

Discente: Bruna de Fátima Corrêa Lima
Orientador: Rildo Aparecido Costa

4.2.1.1 Formação geológica Xingu

A formação Xingu, também conhecida como Complexo Xingu, é uma unidade geológica significativa na região. É composta predominantemente por rochas metamórficas de alto grau, incluindo gnaisses e anfibolitos polimetamórficos. Essas rochas representam o embasamento cristalino da área e são datadas do período Pré-Cambriano, especificamente associadas ao ciclo Transamazônico, ocorrido no Proterozoico Inferior. Estudos radiométricos indicam que essas rochas foram afetadas por uma fase sintectônica principal durante esse ciclo orogênico (Andrade *et al.*, 1986).

É sobreposto de forma discordante por metassedimentos da Formação Buritirama, que inclui quartzitos micáceos, rochas calcissilicáticas, micaxistos e xistos manganésíferos. Esses metassedimentos foram submetidos a processos de oxidação e enriquecimento supergênico, resultando na formação de depósitos de manganês, como os encontrados na mina de Buritirama (Sotirakis, 2018), que se destaca por suas cristas estruturais alinhadas na direção noroeste, correspondendo à orientação das camadas de quartzitos e micaxistos. As altitudes nessa região variam entre 250 e 400 metros, contrastando com os níveis mais baixos do pediplano pleistocênico, que se encontram entre 100 e 200 metros e são representados pelas litologias do Complexo Xingu (Sotirakis, 2018).

4.2.1.2 Formação geológica Aquiri

A Formação Aquiri, também referida como Grupo Aquiri em algumas classificações geológicas, constitui uma das principais unidades litológicas do embasamento arqueano na região sudeste do estado do Pará, com expressiva ocorrência no município de Marabá. Esta unidade insere-se no contexto geotectônico do Cráton Amazônico, integrando os chamados greenstone belts, faixas metavulcanossedimentares formadas durante o Arqueano Superior, cujas idades variam entre 2,8 e 2,5 bilhões de anos (CPRM, 2010).

Litologicamente, a Formação Aquiri é composta predominantemente por rochas metavulcânicas máficas e ultramáficas, incluindo metabasaltos, metadacitos, metarriolitos e rochas meta-ultramáficas, como serpentinitos. Tais litotipos indicam um ambiente geodinâmico primitivo, associado à atividade vulcânica subaquática e sedimentação sintectônica. Além disso, são comuns os intercalares de xistos verdes, evidenciando metamorfismo regional de baixo a médio grau, com minerais indicadores como tremolita e actinolita (BRASIL, 2006).

No território de Marabá, essa formação aflora principalmente nas áreas de relevo elevado, como as serras situadas na porção norte do município, especialmente nas regiões adjacentes à Floresta Nacional de Tapirapé-Aquiri e à Reserva Biológica do Tapirapé. Estas áreas compõem a zona de transição entre o Planalto Rebaixado de Carajás e a Depressão Periférica do Sul do Pará, evidenciando o papel estruturante que essa unidade desempenha na compartimentação morfoestrutural local (IBGE, 2023).

Do ponto de vista tectônico, a Formação Aquiri está correlacionada às fases iniciais de acreção continental e formação de crosta estável no escudo sul-amazônico. Sua presença está associada à evolução de cinturões metavulcânicos arqueanos, os quais foram posteriormente intrudidos por granitóides e atravessados por falhas e zonas de cisalhamento. Essa configuração confere ao Grupo Aquiri um papel fundamental na compreensão dos processos de formação e estabilização da crosta continental no sudeste do Pará (CPRM, 2010; Brasil, 2006).

Portanto, a Formação Aquiri representa uma unidade geológica de elevada importância científica e ambiental, não apenas por seu conteúdo litológico e potencial mineralógico, mas também por seu papel na estruturação do relevo e na conservação ambiental em áreas de proteção integral em Marabá. A compreensão dessa formação é essencial para análises geoambientais e geotécnicas no contexto do planejamento territorial e da exploração sustentável dos recursos naturais.

4.2.1.3 Formação geológica Salobo

O depósito de salobo está associado ao grupo Igarapé Salobo, composto pelas formações gnaisses cascata, três alfa e cinzento. A formação gnaisses cascata constitui a base estratigráfica, caracterizada por gnaisses cinza de granulação fina a média, compostos por plagioclásio, quartzo, clorita e feldspato potássico, com acessórios como turmalina, allanita, apatita e zircão (Coelho, 2021).

Acima desta, a Formação Três Alfa apresenta metassedimentos variados, incluindo xistos e formações ferríferas óxido-silicatadas, onde se concentram as principais mineralizações de cobre (Cu), ouro (Au), molibdênio (Mo) e prata (Ag). Por fim, a Formação Cinzento, no topo da sequência, é constituída predominantemente por quartzitos cinza-claros de granulação média, com intercalações de gnaisses andesíticos e xistos (Rio Doce Geologia e Mineração S.A., 1988).

O depósito de Salobo é interpretado como resultado de uma sequência de eventos metamórficos e hidrotermais que afetaram uma sequência vulcano-sedimentar originalmente

composta por basaltos, rochas sedimentares ricas em alumínio e formações ferríferas. Esses processos culminaram na formação de anfibolitos, biotita xistos e formações ferríferas, respectivamente. O metamorfismo regional atingiu condições de fácies anfibolito alto, com temperaturas entre 650-750°C e pressão de aproximadamente 3 kbar. Subsequentemente, eventos hidrotermais em diferentes estágios contribuíram para a complexa paragênese mineral observada, incluindo minerais como magnetita, faialita, grunerita, bornita, calcopirita, calcocita, pirita e molibdenita (Coelho, 2021).

4.2.1.4 Formação geológica Parauapebas

Esta formação é composta predominantemente por basaltos toleíticos, que são rochas ígneas de composição máfica, originadas a partir de derrames vulcânicos durante o período Paleoproterozoico. Esses basaltos apresentam características petrográficas distintas, como texturas intergranulares e ofíticas, com sua mineralogia composta principalmente por plagioclásio, clinopiroxênio e minerais opacos (Martins, 2017). Adicionalmente, estudos geoquímicos indicam que os basaltos da Formação Parauapebas possuem assinaturas químicas que sugerem um ambiente tectônico de rifte intracontinental, associado à quebra de um supercontinente no Paleoproterozoico (Martins, 2017).

A formação parauapebas está inserida no contexto geológico do Supergrupo Itacaiúnas, que engloba uma sequência de rochas vulcânicas e sedimentares depositadas em bacias intracratônicas durante o Paleoproterozoico. Essa unidade é sobreposta pela Formação Carajás, composta por formações ferríferas bandadas (BIFs) e outras rochas sedimentares químicas, que são hospedeiras de importantes depósitos de ferro na região. A relação estratigráfica entre as formações Parauapebas e Carajás indica uma transição de um ambiente predominantemente vulcânico para um ambiente sedimentar químico, refletindo mudanças significativas no ambiente deposicional e nas condições tectônicas da época (Santos, 2008).

4.2.1.5 Formação geológica Águas Claras

A formação águas claras se caracteriza por uma sequência sedimentar composta predominantemente por metapelitos e metarenitos, indicando um ambiente deposicional de plataforma marinha. Estudos sedimentológicos identificaram estruturas como laminações onduladas e estratificações cruzadas, sugerindo influência de processos de maré e tempestades durante a deposição dos sedimentos (Araújo Filho, 2018).

A composição mineralógica dos arenitos é dominada por quartzo, com presença subordinada de feldspatos e minerais líticos. Análises petrográficas e geoquímicas indicam que os sedimentos foram originados a partir de fontes graníticas do embasamento arqueano da Província Mineral de Carajás, submetidos a intenso intemperismo químico antes da deposição (Costa, 2012).

Ela está sobreposta de forma discordante às unidades vulcânicas e sedimentares mais antigas da região, como as formações Parauapebas e Carajás. Essa relação sugere uma mudança no regime tectônico e sedimentar, passando de ambientes dominados por atividade vulcânica para condições mais estáveis de sedimentação em plataforma marinha durante o Paleoproterozoico (Araújo Filho, 2018).

4.2.1.6 Formação geológica Alto Bonito

Esses depósitos estão associados a veios de quartzo que cortam rochas metavulcânicas e metassedimentares do Grupo Buritirama, de idade paleoproterozoica. A mineralização de ametista ocorre predominantemente em veios de quartzo, onde a coloração varia do violeta claro ao escuro, dependendo da concentração de ferro e das condições de temperatura durante a formação dos cristais. Estudos indicam que o tratamento térmico pode alterar a coloração da ametista, transformando-a em citrino ou outras variedades de quartzo, o que possui implicações econômicas significativas para o mercado de gemas (Collyer; Mártires, 1986). A exploração desses depósitos tem importância econômica local, fornecendo matéria-prima para o mercado de pedras preciosas e contribuindo para o desenvolvimento socioeconômico da região (Oliveira, 2014).

4.2.1.7 Formação geológica Bacajá

É uma unidade geológica representativa da Província Mineral de Carajás, no sudeste do Pará. Essa formação é composta predominantemente por rochas metavulcânicas e metassedimentares do Paleoproterozoico, registrando eventos tectono-metamórficos associados à evolução do Cráton Amazônico (Santos, 2008). A Formação Bacajá é marcada pela presença de metagrauvacas, filitos, quartzitos e formações feríferas bandadas (BIFs), indicando um ambiente deposicional marinho profundo, relacionado a bacias de antepaís ou margens continentais ativas (Silva, 2021).

Os eventos metamórficos que afetaram a formação bacajá resultaram em texturas recrystalizadas e mineralogias que refletem condições de fácies xisto verde a anfibolito. Esses processos estão associados a deformações tectônicas durante o Paleoproterozoico, evidenciadas por dobras, falhas e lineamentos regionais. Estudos isotópicos e geoquímicos indicam uma relação genérica com magmatismo e sedimentação em ambientes tectônicos de margem convergente, corroborando a ideia de que o Domínio Bacajá está relacionado a processos de acreção crustal durante a evolução do Cráton Amazônico (Santos, 2008; Silva, 2021).

4.2.1.8 Formação geológica Buritirama

Esta formação é de grande importância geológica e econômica, especialmente devido às mineralizações de manganês presentes na região. Ela é composta predominantemente por quartzitos micáceos, rochas calcissilicáticas, micaxistos e xistos manganesíferos, que sugerem um ambiente deposicional marinho profundo (Sotirakis, 2018). A análise estrutural das rochas metassedimentares da formação buritirama revelou a ocorrência de três eventos deformacionais principais: D1, D2 e D3. O evento D1, relacionado ao Ciclo Transamazônico (2,5–2,1 Ga), resultou em uma foliação S1 de direção NNW-SSE, devido ao encurtamento em direção ENE-WNW. Já o evento D2, associado ao evento Tectono-Termal Sereno, gerou a foliação S2 e dobramentos (Fn), enquanto o D3 foi uma fase de reativação tectônica marcada por zonas de cisalhamento e fraturas (Sotirakis, 2018).

A mineralização de manganês ocorre principalmente em xistos manganesíferos, que foram submetidos a processos de oxidação e enriquecimento supergênico, originando depósitos de alto valor econômico. Desde a década de 1990, a exploração desses depósitos é realizada pela Mineração Buritirama, que possui licença para produzir até 900 mil toneladas de manganês por ano (Mineração Buritirama, 2025). Essa atividade é um dos pilares econômicos do município, embora exija monitoramento contínuo devido aos impactos ambientais associados.

4.2.1.9 Formação geológica Cateté

As informações específicas disponíveis sobre essa formação são limitadas. Embora a literatura disponível não forneça detalhes específicos sobre a Formação Cateté, é provável que esta compartilhe características litológicas e estruturais com as unidades próximas, considerando a proximidade geográfica e o contexto geológico regional.

Para uma compreensão mais detalhada da Formação Cateté, estudos geológicos adicionais são necessários, incluindo mapeamento de campo, análises petrográficas e investigações estratigráficas. Essas abordagens poderiam esclarecer aspectos como a composição, a idade, o ambiente deposicional e a importância econômica dessa formação, contribuindo para o entendimento da geologia regional.

4.2.1.10 *Cobertura geológica detrítico-laterítica neo-pleistocênica*

Estas representam uma unidade geológica importante formada durante o Neopleistoceno. Essas coberturas são compostas por sedimentos argilo-arenosos de cor amarelada, parcialmente a totalmente pedogeneizados, originados por processos alúvio-coluviais. Tais depósitos estão amplamente distribuídos na região amazônica, sobrepondo-se a diversos tipos litológicos, que vão desde rochas metamórficas proterozóicas até sedimentos terciário-quaternários (Costa, 1991; Silva, 2015).

A formação dessas coberturas está associada a eventos de laterização ocorridos ao longo do Cenozóico. De acordo com Costa (1991), dois principais eventos de laterização foram identificados na Amazônia: o primeiro, durante o Eoceno-Oligoceno, resultou na formação de lateritas maduras; o segundo, mais recente, ocorreu no Pleistoceno, originando as lateritas imaturas. A Cobertura Detrito-Laterítica Neo-Pleistocênica está relacionada a esse segundo evento e se caracteriza por apresentar crostas ferruginosas, que servem como marcadores importantes na identificação de deslocamentos neotectônicos e desnivelamentos de platôs (Costa, 1991).

4.2.1.11 *Cobertura geológica detrítico-laterítica paleogênica*

Essas coberturas são compostas por sedimentos imaturos, variando de arenosos a argilosos, predominantemente quartzosos e lateríticos. Tais depósitos estão associados ao grupo barreiras, caracterizado por sedimentos arenosos, areno-argilosos e conglomeráticos, que sofreram intensos processos de laterização ao longo do tempo (Semas, 2020).

Essas coberturas são responsáveis pela formação de crostas rígidas nos topos planos dos morros, influenciando diretamente a geomorfologia da região. No entanto, essa unidade não é tão conhecida, havendo necessidade de investigações mais detalhadas para compreender sua disseminação, composição e implicações geológicas (Felipe, 2012). A presença dessas coberturas contribui para a formação de superfícies tabulares e afeta significativamente os

processos erosivos e de sedimentação locais. Além disso, as características específicas dos solos derivados dessas coberturas têm implicações relevantes para a agricultura e o uso da terra na região (Semas, 2020; Felipe, 2012).

4.2.1.12 *Formação geológica Couto Magalhães*

A formação Couto Magalhães faz parte da Faixa Araguaia e é datada do Neoproterozoico. Essa unidade geológica é composta majoritariamente por filitos, ardósias e metargilitos, com presença subordinada de metarenitos, metarcóseos e metacalcários. Essas litologias indicam um ambiente deposicional de plataforma continental, evidenciando a evolução sedimentar associada a processos marinhos rasos durante o Proterozoico tardio (Santos, 1996; Brasil, 2001).

As rochas dessa formação exibem características de baixo grau metamórfico, com minerais como muscovita e quartzo predominando. Além disso, estruturas microcrenuladas, resultantes de deformações polifásicas, são observadas nas rochas da formação, o que reflete uma história tectônica complexa, ligada aos eventos orogênicos que culminaram na formação do supercontinente Gondwana no final do Neoproterozoico (Brasil, 2001; Silva, 2015). Essa formação está localizada no setor central setentrional da Província Tocantins, na borda oriental do Cráton Amazônico, destacando-se como um importante segmento crustal dessa região (Santos, 1996).

Em Marabá, a formação exerce influência direta na geomorfologia local. A exemplo, colinas e morros da região estão frequentemente associados às rochas dessa formação. Um destaque é o rio Tauarizinho, que está encaixado em uma falha geológica, expondo as rochas da formação em sua margem esquerda, enquanto na margem direita há predominância de uma extensa planície quaternária (Santos, 2015). Essa configuração ressalta a importância da estrutura geológica da formação no condicionamento das paisagens locais e no desenvolvimento da hidrografia regional.

4.2.1.13 *Depósitos geológica Aluvionares Holocênicos*

Os depósitos aluvionares holocênicos são formações geológicas cenozoicas do Holoceno que acompanham os cursos d'água da região, especialmente os rios Tocantins e Itacaiúnas. Esses depósitos registram a evolução da rede de drenagem local e podem ser classificados em aluviões atuais e aluviões antigas. As aluviões atuais estão associados às

planícies fluviais contemporâneas, enquanto as aluviões antigas apresentam distribuição descontínua, representando marcas dos diferentes comportamentos dos agentes deposicionais ao longo do tempo.

Essas marcas denotam os movimentos dos meandros e a presença de diques aluviais, indicando que os rios apresentavam grandes dimensões no passado. As planícies fluviais atuais são geralmente amplas, com cursos de água predominantemente sinuosos ou meândricos, constituídos por argilas, siltes e areias de granulometria variada, representando uma sedimentação plúvio-fluvial (Santos, 2019).

A composição litológica desses depósitos reflete a natureza dos materiais transportados e depositados pelos rios, variando de sedimentos finos, como argilas e siltes, a materiais mais grossos, como areias e cascalhos. Essa variabilidade granulométrica está diretamente relacionada à dinâmica fluvial e às condições climáticas predominantes durante o Holoceno. Além disso, os depósitos aluvionares desempenham um papel crucial na recarga de aquíferos locais, influenciando diretamente a disponibilidade hídrica para a população de Marabá (Santos, 2019).

4.2.1.14 Formação geológica Granito Plaquê

O Granito Plaquê é uma intrusão granítica de idade arqueana, estimada entre 2,72 e 2,76 bilhões de anos (Brasil, 2008). Essa formação é composta por granitos com biotita e/ou muscovita, apresentando variações no grau de deformação. A presença dessas micas indica um ambiente de cristalização em condições específicas de pressão e temperatura, típicas do ambiente geológico da região (Barbosa, 1996).

Estudos sugerem que o Granito Plaquê possui relações com outras formações graníticas arqueanas na região, como os granitos Planalto e o Complexo Granítico Estrela. Essas relações são evidenciadas por características petrográficas e geocronológicas semelhantes, indicando uma possível coevolução ou origem comum dessas intrusões (Barbosa, 1996). A composição mineralógica e os estudos isotópicos dessas formações revelam a complexidade dos processos tectono-metamórficos que ocorreram durante o Arqueano (Brasil, 2001).

A importância do Granito Plaquê na geologia regional de Marabá está associada à sua contribuição para o entendimento da evolução crustal durante o Arqueano. Além disso, essas formações graníticas podem influenciar a topografia local, contribuindo para a formação de relevos mais elevados devido à sua resistência ao intemperismo (Brasil, 2001).

4.2.1.15 Formação geológica Itapecuru

Essa formação é composta predominantemente por arenitos vermelhos a cinza, intercalados com siltitos e folhelhos, indicando ambientes deposicionais fluviais. A espessura da Formação Itapecuru pode atingir até 700 metros na Bacia do Parnaíba (Brasil, 2001). Essas características sugerem deposição em sistemas fluviais meandantes, com variações no regime de fluxo e energia do ambiente deposicional (Serviço Geológico Do Brasil, 2025).

Estudos de análise de fácies na região entre Bom Jesus do Tocantins e Dom Eliseu, no oeste da Bacia do Grajaú, identificaram duas associações de fácies na Formação Itapecuru. A Associação de Fácies A é composta por barras areno-conglomeráticas, enquanto a Associação de Fácies B inclui preenchimentos de canal, planícies de inundação, espraamentos de crevasse e meandros abandonados. Essas associações refletem a interdigitação lateral de sistemas deposicionais continentais, variando de canais fluviais entrelaçados a meandantes (Cruz; Santos Júnior, 2015).

Ela desempenha um papel significativo como aquífero na região sudeste do Pará, abastecendo cidades como Tucuruí. A produtividade desse aquífero está relacionada à porosidade e permeabilidade dos arenitos que compõem a formação, permitindo a armazenagem e circulação de água subterrânea (Serviço Geológico Do Brasil, 2025).

4.2.1.16 Formação geológica Luanga

O Complexo Máfico-Ultramáfico Luanga é uma intrusão ígnea que se destaca por sua composição predominantemente de peridotitos, dunitos e gabros. Datado em aproximadamente 2,76 bilhões de anos (Machado *et al.*, 1991), este complexo intrude o Grupo Rio Novo e apresenta-se na forma de sills, ou seja, corpos tabulares concordantes com as rochas encaixantes (Santos *et al.*, 2020).

A estruturação do Complexo Luanga reflete eventos tectônicos e magmáticos do Arqueano, período em que a crosta terrestre estava em intensa formação e diferenciação. A presença de rochas ultramáficas sugere um ambiente geodinâmico caracterizado por altas temperaturas e fusão parcial do manto terrestre, resultando na geração de magmas ricos em ferro e magnésio (Santos *et al.*, 2020).

Esta formação é significativa devido à sua associação com mineralizações de metais do grupo da platina (PGE), níquel e cobre. Estudos indicam que os processos magmáticos

responsáveis pela formação do complexo favoreceram a concentração desses elementos, tornando a região potencial para exploração mineral (Santos *et al.*, 2020).

4.2.1.17 *Formação geológica Misteriosa*

A Formação Misteriosa constitui uma das unidades litológicas relevantes do embasamento geológico da região sudeste do estado do Pará, com expressiva ocorrência no município de Marabá. Trata-se de um conjunto de rochas metamorfizadas, predominantemente quartzíticas, integradas ao domínio litoestrutural Xingu–Tocantins e associadas à Província Tapajós-Parima, no Cráton Amazônico. Esta formação é representada principalmente por rochas siliciclásticas submetidas a metamorfismo regional, configurando uma sequência resistente, de grande expressão morfoestrutural no relevo paraense (CPRM, 2010).

A litologia da Formação Misteriosa é dominada por quartzitos, metarenitos e filitos, oriundos de antigos depósitos sedimentares submetidos a processos tectônicos e térmicos durante o Proterozoico. Essas rochas apresentam textura média a grossa, coloração clara e forte coesão, características que favorecem a formação de serras e cristas residuais. A resistência física das rochas dessa unidade favorece a manutenção de relevos elevados e dissecções acentuadas, como pode ser observado na Serra Misteriosa, afloramento que dá nome à formação e está localizado na porção sul-sudeste do município de Marabá (Brasil, 2006).

A presença da Formação Misteriosa em Marabá tem implicações significativas para o planejamento ambiental e territorial. As áreas onde esta formação aflora são geralmente associadas a zonas de recarga hídrica, áreas de preservação permanente e unidades de conservação, como a Floresta Nacional do Tapirapé-Aquiri. Do ponto de vista econômico, embora os quartzitos não sejam diretamente mineralizados, as estruturas regionais associadas à Formação Misteriosa podem representar zonas favoráveis à prospecção mineral em faixas adjacentes, especialmente nas bordas dos cinturões metavulcânicos e nas zonas de contato com intrusões máficas e félsicas (CPRM, 2010).

4.2.1.18 *Formação geológica Paredão*

A Formação Paredão representa uma das unidades geológicas significativas presentes no município de Marabá, situado na região sudeste do estado do Pará. Essa formação integra o embasamento cristalino arqueano da Província Carajás, mais especificamente o conjunto de rochas pertencentes à porção sul do Cráton Amazônico. De acordo com a base de dados

geológica do IBGE (2023), a Formação Paredão apresenta-se como uma unidade litológica aflorante em áreas de relevo elevado, associada principalmente à Serra do Paredão, feição morfológica que dá nome à formação e constitui um importante marco geomorfológico da região.

Litologicamente, embora a formação não seja descrita com minúcia nos documentos cartográficos do IBGE, os estudos regionais da CPRM (2010) indicam que o Grupo Paredão é composto por rochas metamorfizadas, predominantemente metavulcânicas e metassedimentares, com destaque para quartzitos, metarenitos, filitos e, em alguns setores, rochas máficas metamorfizadas, como metabasaltos. Essas rochas, formadas em ambiente deposicional vulcanossedimentar e submetidas a metamorfismo regional, configuram-se como litotipos de alta resistência à erosão, o que favorece a manutenção de serras e cristas residuais no relevo de Marabá.

A Serra do Paredão, principal expressão morfoestrutural da formação, localiza-se ao sul do município e exerce influência direta sobre a compartimentação hidrográfica e a dinâmica da drenagem local, funcionando como divisor natural entre diferentes bacias hidrográficas, como as dos rios Itacaiúnas e Tapirapé. Além disso, os solos derivados dessas rochas, majoritariamente rasos e bem drenados, são representados por Neossolos Litólicos e Neossolos Quartzarênicos, os quais apresentam baixa fertilidade natural, restringindo o uso agrícola intensivo e favorecendo, em contrapartida, a conservação da vegetação nativa e a manutenção de serviços ecossistêmicos (IBGE, 2023).

Do ponto de vista ambiental, a Formação Paredão possui relevância na estruturação de áreas de preservação, especialmente por sua localização em áreas de relevo acidentado e por suas características litológicas que dificultam ocupações antrópicas intensivas. Embora a Serra do Paredão não esteja diretamente inserida nas principais unidades de conservação federal da região — como a Floresta Nacional do Tapirapé-Aquiri e a Reserva Biológica do Tapirapé —, ela compartilha com essas áreas as mesmas condicionantes geológicas e ambientais que justificam a proteção de ecossistemas associados a ambientes de serras (CPRM, 2010).

Em síntese, a Formação Paredão constitui uma unidade geológica de importância regional no município de Marabá, contribuindo para a configuração do relevo, a dinâmica ambiental e a ocupação do território. Seu conhecimento é fundamental para o planejamento ambiental e para a compreensão da geodiversidade presente na região sudeste do Pará.

4.2.1.19 Formação geológica Pedra de Fogo

A Formação Pedra de Fogo é composta principalmente por folhelhos e siltitos escuros, acompanhados de intercalações de arenitos finos e depósitos carbonáticos. A presença de folhelhos orgânicos e fósseis vegetais sugere que parte da sedimentação ocorreu em ambientes lacustres anóxicos, com águas estagnadas e baixa energia. Já os arenitos finos, frequentemente com laminações cruzadas e onduladas, apontam para episódios de maior energia, possivelmente associados a sistemas fluviais ou marinhos restritos (Serviço Geológico do Brasil, 2001).

Um dos aspectos mais marcantes da Formação Pedra de Fogo é a presença de depósitos de sílica, como os cherts e níveis de fosforitos. Esses depósitos são interpretados como produto de processos diagenéticos em ambientes de lagoas salobras e evaporíticos, reforçando o caráter transicional da bacia durante o Permiano. Estudos isotópicos sugerem que o clima árido predominou durante a deposição dessa unidade, o que favoreceu a formação de rochas químicas como os cherts (Jica, 2008).

4.2.1.20 Formação geológica Rio Novo

Esta é uma unidade geológica pertencente ao grupo rio novo, composta predominantemente por rochas metavulcânicas e metassedimentares. Essa formação inclui metarenitos, filitos, formações ferríferas bandadas (BIFs) e rochas metavulcânicas máficas a félsicas. As características litológicas sugerem um ambiente deposicional marinho raso, associado a processos vulcânicos e sedimentares que ocorreram durante o período Paleoproterozoico (Santos, 2006).

Dentro do grupo rio novo, a sequência litológica é altamente influenciada por eventos tectônicos e processos de alteração hidrotermal. A presença de formações ferríferas bandadas é indicativa de condições de deposição oxigenadas, típicas de bacias associadas a sistemas vulcânicos. Já as rochas metavulcânicas evidenciam a existência de um ambiente de arco vulcânico durante a formação da unidade (Berni, 2009). Esses ambientes geológicos contribuíram para a mineralização de ouro e metais do grupo da platina, como observado nos depósitos relacionados à Província Mineral de Carajás.

Para além disso, a formação rio novo foi submetida a eventos tectônicos que resultaram na geração de estruturas como dobras e falhas, as quais desempenharam um papel importante na redistribuição de fluidos hidrotermais. Esses processos tectono-hidrotermais influenciaram diretamente a concentração de minerais econômicos na região, como no caso do depósito de Serra Pelada, famoso por sua mineralização de ouro e platina (Santos, 2008).

4.2.1.21 *Formação geológica Rochas Máficas*

As "rochas máficas de posicionamento duvidoso" referem-se a unidades litológicas cuja classificação estratigráfica precisa é incerta devido à complexidade geológica da região e à ausência de dados conclusivos. Essas rochas são predominantemente compostas por minerais ricos em ferro e magnésio, como piroxênios e olivinas, características típicas de rochas máficas. No entanto, a falta de informações detalhadas sobre sua origem, idade e contexto tectônico dificulta seu posicionamento preciso dentro da coluna estratigráfica local.

4.2.1.22 *Formação geológica Sapucaia*

Esta formação é parte integrante do Greenstone Belt Sapucaia, uma sequência de rochas metavulcânicas e metassedimentares que registram importantes eventos geológicos do Arqueano (Santos *et al.*, 2014). Essa formação é composta predominantemente por rochas vulcânicas máficas a ultramáficas, como komatiitos e basaltos, além de intercalações de rochas sedimentares, incluindo quartzitos e xistos. A presença de rochas komatiíticas sugere um ambiente tectônico associado a arcos vulcânicos, indicando condições de alta temperatura no manto durante sua formação (Santos *et al.*, 2014).

Estruturalmente, a formação sapucaia apresenta dobras e falhas resultantes de eventos deformacionais que afetaram a região durante o Arqueano. Essas estruturas tectônicas influenciaram na mineralização local, tornando a área prospectiva para depósitos de ouro e sulfetos maciços vulcanogênicos. Estudos geocronológicos indicam que as rochas dessa formação possuem idades em torno de 2,8 bilhões de anos, corroborando sua associação com os eventos geológicos do Arqueano na Província Mineral de Carajás (Santos *et al.*, 2014).

4.2.1.23 *Formação geológica Serra dos Carajás*

A Formação Serra dos Carajás constitui uma das unidades geológicas mais expressivas do município de Marabá. Essa formação está inserida no domínio litoestrutural da Província Carajás, um setor do Cráton Amazônico amplamente conhecido pela sua complexa história geotectônica e pelo alto potencial mineral. As serras onde esta formação aflora, como a Serra Norte e a Serra Sul, estão localizadas dentro dos limites do município de Marabá, compondo uma feição marcante do relevo local, com implicações ambientais, geomorfológicas e econômicas (CPRM, 2010; IBGE, 2023).

Ela é composta predominantemente por rochas metavulcanossedimentares, incluindo jaspilitos, metacherts, itabiritos, filitos, metagrauvacas e intercalações de rochas ígneas máficas e félsicas, como anfibolitos e granitóides. Essas rochas formam parte do chamado Grupo Grão-Pará, pertencente ao Supergrupo Itacaiúnas, que é característico da Província Carajás. Os jaspilitos, em especial, são ricos em ferro e estão associados às mineralizações ferríferas que conferem à região sua notoriedade internacional em termos de recursos minerais (Brasil, 2006).

As serras que compõem essa formação, como a Serra dos Carajás, apresentam relevo acidentado e formas residuais que atingem altitudes superiores a 700 metros. Essas elevações são resultado da resistência das rochas da formação aos processos erosivos e da ação tectônica associada a grandes zonas de cisalhamento e falhamento. Essa configuração geomorfológica influencia diretamente os padrões de drenagem do município, funcionando como divisores naturais entre sub-bacias hidrográficas, como as dos rios Parauapebas, Itacaiúnas e Tapirapé (IBGE, 2023).

Do ponto de vista ambiental, as áreas cobertas por esta formação correspondem a importantes zonas de conservação, como a Floresta Nacional de Carajás e outras unidades de proteção integral que visam preservar os ecossistemas associados às serras. Os solos derivados dessas rochas são, em geral, rasos e de baixa fertilidade, o que favorece a conservação da vegetação nativa, como a Floresta Ombrófila Densa Submontana e formações savânicas. Esses atributos naturais restringem o uso agropecuário intensivo e reforçam a necessidade de estratégias de manejo sustentável (MMA, 2014).

A importância econômica da Formação Serra dos Carajás é incontestável. Trata-se de uma das principais regiões mineradoras do Brasil e do mundo, com jazidas de ferro, cobre, manganês, níquel e ouro. As rochas ferruginosas da formação, especialmente os jaspilitos e itabiritos, sustentam a maior parte das atividades da Companhia Vale S.A., cujo complexo minerador está instalado nas Serras Norte e Sul. A intensa atividade mineral, no entanto, exige rigoroso controle ambiental e monitoramento dos impactos, dada a sensibilidade ecológica da região (CPRM, 2010).

Em síntese, a Formação Serra dos Carajás em Marabá representa uma unidade geológica de notável relevância científica, ambiental e econômica. Sua composição litológica, estrutura tectônica e expressão geomorfológica condicionam aspectos fundamentais da paisagem local, da biodiversidade e da dinâmica territorial. O reconhecimento e a compreensão dessa formação são essenciais para o planejamento ambiental, o ordenamento territorial e a gestão de recursos naturais no sudeste paraense.

4.2.1.24 *Formação geológica Serra Pelada*

A Formação Serra Pelada localiza-se na porção nordeste da Província Mineral de Carajás, estendendo-se até o município de Marabá e posicionada sobre o Cinturão de Cisalhamento Itacaiúnas. Destaca-se como uma sequência de rochas associadas ao Supergrupo Itacaiúnas, sendo hospedeira de mineralizações auríferas e de elementos terras-raras, especialmente em depósitos do tipo Au-PGE (ouro e elementos do grupo da platina), presentes em brechas hidrotermais submetidas a metamorfismo regional (CPRM, 1994).

Compõe-se predominantemente por arenitos e conglomerados quartzosos, intercalados com brechas mineralizadas ricas em hematita e magnetita. Tais rochas sedimentares metadiagenéticas foram intensamente afetadas por processos hidrotermais e tectônicos vinculados ao Paleoproterozoico. Estudos indicam que essas litologias atuam como unidades hospedantes das mineralizações auríferas, controladas estruturalmente pelas zonas de cisalhamento regionais, especialmente na interface com rochas máficas e ultramáficas (CPRM, 1994).

Do ponto de vista ambiental e pedológico, a presença da Formação Serra Pelada influencia diretamente a estrutura da drenagem local — impactando os cursos dos rios Itacaiúnas e Tapirapé — e a composição dos solos derivados. Estes, geralmente rasos, bem drenados e de baixa fertilidade natural, apresentam fragmentos litológicos de natureza quartzosa e ferruginosa, favorecendo a instalação de vegetações adaptadas, como fisionomias savânicas e campestres que, embora presentes, foram profundamente alteradas pelas ações humanas (IBGE, 2023).

A importância da Formação Serra Pelada transcende os limites estritamente geológicos, representando um fenômeno de destaque socioeconômico e ambiental. A corrida do ouro que ali se instalou transformou drasticamente as dinâmicas sociais dos municípios de Curionópolis e Marabá, provocando fluxos migratórios intensos, a criação de assentamentos precários e grandes desafios para a gestão ambiental e territorial. Atualmente, a área é objeto de interesse para reabilitação ambiental e monitoramento de impactos provocados pela mineração artesanal e industrial (CPRM, 1994).

Em síntese, a Formação Serra Pelada representa uma unidade geológica de notável importância no contexto regional do sudeste paraense. Sua estrutura litológica, contexto tectônico e histórico de exploração mineral contribuem de forma decisiva para a compreensão

da geodiversidade, da ocupação territorial e dos desafios ambientais que marcam o município de Marabá.

4.2.1.25 *Formação geológica Serra Pelada*

E por último, esta formação é composta predominantemente por anfibolitos, com ocorrências subordinadas de quartzitos micáceos e quartzo-xistos. Essas rochas apresentam foliação e, em alguns locais, evidenciam crenulações, indicando um grau de metamorfismo que atingiu a fácies anfibolito (Vale, 2001). Estruturalmente, a formação está associada a dobramentos e falhamentos que refletem a complexa história tectônica da região, sendo essas estruturas determinantes na disposição das rochas e com implicações diretas na prospecção mineral, dada a riqueza da Província Mineral de Carajás (Vale, 2001).

A origem dos anfibolitos sugere um contexto vulcânico máfico, enquanto os quartzitos micáceos e quartzo-xistos indicam contribuições sedimentares que foram submetidas a processos metamórficos intensos. Essa diversidade litológica reflete a complexidade dos processos geológicos que atuaram na região ao longo do tempo geológico (Vale, 2001).

Assim, podemos concluir que a geologia de Marabá apresenta uma complexa estrutura composta por rochas de diferentes idades e origens. Do ponto de vista socioambiental, a geologia de Marabá desempenha um papel crucial no que se refere à exploração de recursos minerais, como argila e outros, tem gerado impactos ambientais significativos, afetando o solo e os mananciais de água (Nunes *et al.*, 2013). Além disso, o processo de urbanização acelerada tem intensificado a ocupação de áreas geologicamente sensíveis, resultando em desafios para o planejamento urbano e a gestão ambiental (Silva *et al.*, 2016).

A integração entre geologia e geomorfologia é essencial para estudos que vão desde a compreensão da evolução do relevo até aplicações práticas, como planejamento ambiental, gestão de recursos hídricos e prevenção de desastres naturais. Essa interdependência é particularmente relevante em regiões de alta complexidade geológica e geomorfológica, como a Amazônia, onde processos tectônicos, sedimentares e climáticos interagem de forma intensa (Guerra; Marçal, 2006).

A natureza das rochas influencia diretamente os processos de intemperismo e erosão. Rochas ígneas, como granito, tendem a ser mais resistentes, formando relevos mais elevados, enquanto rochas sedimentares, como calcário, são mais suscetíveis à dissolução, resultando em paisagens cársticas típicas (Christofolletti, 1980). Além disso, a tectônica é responsável por

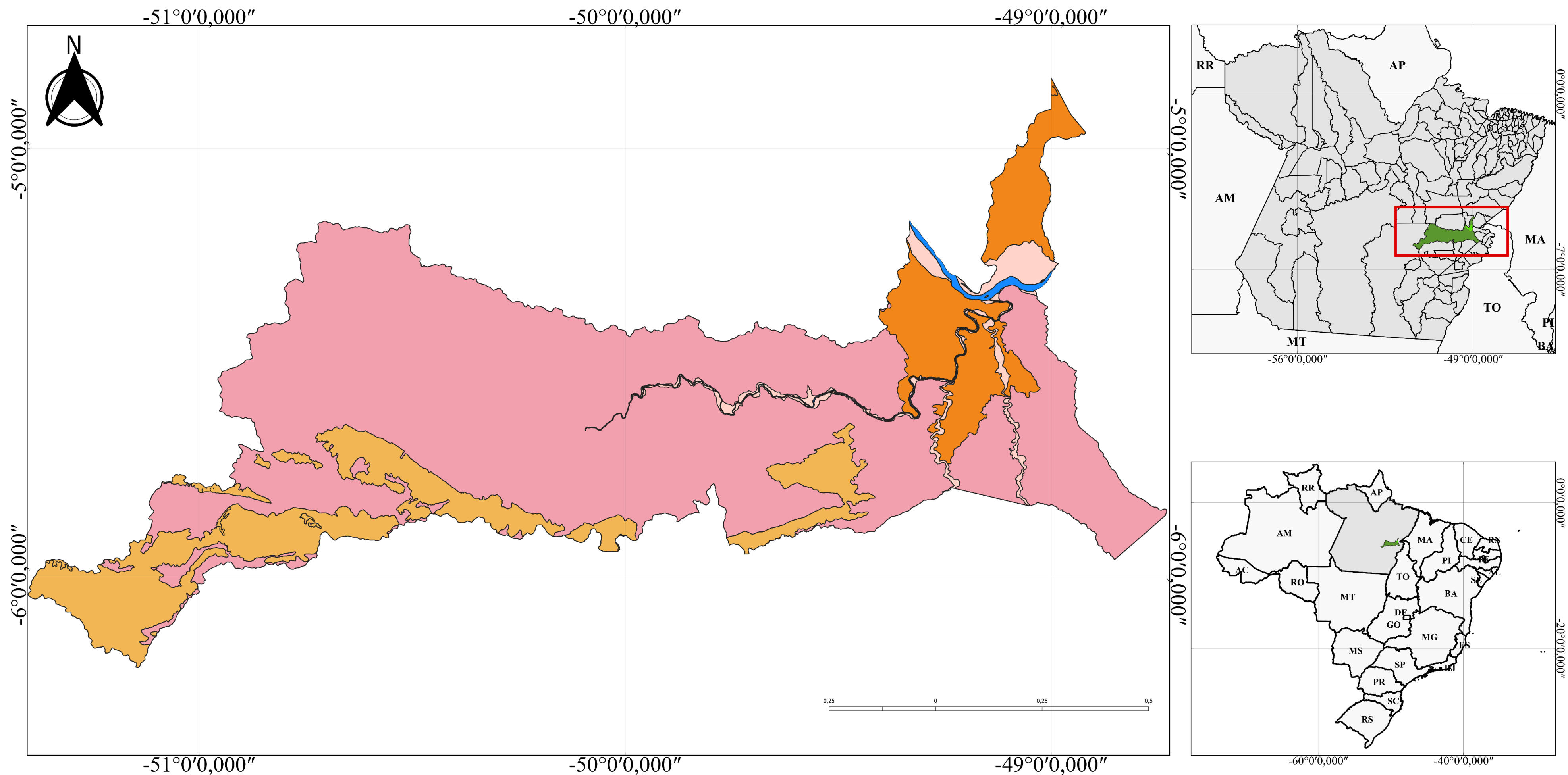
processos como o levantamento de cadeias de montanhas e a formação de bacias sedimentares, que impactam significativamente os padrões geomorfológicos (Summerfield, 1991).

A análise do relevo pode revelar falhas, dobras e outros elementos estruturais que indicam a história tectônica de uma região. Ainda, formas de relevo, como terraços fluviais e planícies de inundação, ajudam a interpretar mudanças climáticas e fluviais ao longo do tempo geológico (Tricart; Cailleux, 1972). A geomorfologia, em sua vez, é fundamental para identificar as potencialidades e limitações de um território, fornecendo subsídios essenciais ao planejamento ambiental (Guerra; Marçal, 2012).

Para o planejamento ambiental, a geomorfologia assume papel central, pois a análise detalhada do relevo auxilia na delimitação de áreas de risco, como encostas sujeitas a deslizamentos ou regiões propensas a inundações. Isso é crucial para orientar a ocupação do solo, promovendo práticas sustentáveis e prevenindo danos ambientais e sociais (Ross, 1992). Neste sentido, o estudo geomorfológico contribui para a definição de áreas de conservação ambiental, identificando locais com alta fragilidade ecológica ou relevância para a recarga de aquíferos, possibilitando a elaboração de políticas públicas voltadas à preservação ambiental e ao uso racional dos recursos naturais.

Nesse caminho, conhecer a geomorfologia é de extrema importância para compreender os processos que ocorrem bem como as pensar em formas de utilização do solo que seja compatível. Por este motivo, é necessário observar as formações existentes no município, os dados obtidos no site do IBGE (2021), coloca Marabá no domínio morfoclimático amazônico, caracterizado por quatro unidades geomorfológicas, compartimentadas em depressões, patamares, planícies e serras, podendo ser vista no mapa (figura 11).

Figura 11 - Mapa de Especialização Geomorfológica



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS DO PONTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA DO PONTAL

Discente: Bruna de Fátima Corrêa Lima
Orientador: Rildo Aparecido Costa

LEGENDA

- Hidrografia
- Depressões
- Patamares
- Planícies
- Serras

SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS
DATUM: SIRGAS 2000 EPSG 4674

BASE DE DADOS CARTOGRÁFICOS REFERENCIAIS
INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE (2021 E 2019), MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA (2021), SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DE MARABÁ - SEPLAN (2018).

AUTORA: BRUNA DE FÁTIMA CORRÊA LIMA

O município de Marabá está inserido na transição entre o Planalto Central Brasileiro e a Planície Amazônica, apresentando feições típicas das depressões interplanálticas. Tais áreas, denominadas Depressões Marginais Amazônicas, destacam-se pela baixa altimetria e pelas suaves ondulações que refletem a interação entre processos erosivos e deposicionais. Conforme apresentado no mapa acima, estão dispostas em Marabá quatro unidades geomorfológicas, sendo elas as depressões, patamares, planícies e serras.

4.2.1.26 Formação geomorfológica de depressões

As depressões amazônicas, perfazendo grande parte do município, constituem formas de relevo de grande relevância no contexto geomorfológico da região amazônica, caracterizando-se por altitudes modestas e pela localização entre unidades de relevo mais elevadas, como os planaltos e as terras altas. Tais feições são fruto de uma longa evolução geológica e geomorfológica, intensamente influenciada por processos erosivos, climáticos e hidrológicos que atuaram ao longo de milhões de anos. No município de Marabá, essas depressões apresentam características específicas que refletem tanto os processos naturais quanto os impactos decorrentes das atividades humanas.

As depressões amazônicas são majoritariamente associadas à Bacia Sedimentar do Amazonas e a partes do Cráton Amazônico, áreas que apresentam elevada estabilidade tectônica. Essas unidades geológicas, constituídas por rochas cristalinas e sedimentares de diferentes idades, foram submetidas a intensos processos de intemperismo químico e erosão diferencial ao longo do tempo geológico, que contribuíram para a modelagem do relevo atual.

O intemperismo químico, potencializado pelo clima equatorial úmido, desempenhou papel preponderante na transformação das rochas. A desagregação e dissolução mineral resultaram em solos espessos, predominantemente latossolos, marcados pela intensa lixiviação de nutrientes. Paralelamente, os rios desempenharam um papel dinâmico na configuração das depressões amazônicas, promovendo a erosão das áreas mais frágeis e o transporte de sedimentos para as planícies de inundação.

4.2.1.27 Formação geomorfológica de patamares

A próxima classe são os patamares, sua origem está intimamente associada aos ciclos climáticos e às variações no regime hidrológico dos rios amazônicos. Segundo Christofolletti

(1980), "os processos erosivos e sedimentares modelam o relevo em períodos de estabilidade tectônica, promovendo a formação de superfícies intermediárias, como terraços e patamares". Essas feições surgem em função de ciclos de sedimentação e dissecação fluvial, frequentemente associados a variações paleoclimáticas e mudanças no nível relativo do mar.

O clima equatorial úmido da Amazônia desempenha um papel crucial na formação desses patamares. De acordo com Sanchez (1976), "os ambientes tropicais são marcados por intensa lixiviação de nutrientes, promovendo solos profundos e altamente intemperizados", intensificando os fenômenos de intemperismo químico, promovendo alterações significativas nos materiais rochosos e sedimentares. Esse fator, aliado à estabilidade tectônica regional, contribuiu para a formação de superfícies aplainadas, posteriormente reconfiguradas por processos erosivos.

Esses patamares são frequentemente associados a terraços fluviais ou superfícies de aplainamento que representam estágios intermediários da evolução das redes de drenagem, o que reforça aquilo dito por Ab'sáber (2003) onde as formações de relevo da Amazônia refletem o equilíbrio dinâmico entre processos fluviais, intemperismo químico e intervenções humanas, especialmente em áreas de transição como patamares.

Em períodos de estabilidade tectônica e redução da capacidade erosiva dos rios, grandes volumes de sedimentos foram depositados em áreas adjacentes aos cursos d'água. Ciclos climáticos subsequentes, associados à intensificação da atividade fluvial, resultaram na dissecação dessas superfícies, isolando os patamares das planícies aluviais e conferindo-lhes características altimétricas e geomorfológicas específicas.

4.2.1.28 *Formação geomorfológica de planícies*

As planícies, uma das feições geomorfológicas mais marcantes da região amazônica, são formadas a partir de processos sedimentares fluviais e aluviais, moldados por dinâmicas climáticas, tectônicas e hidrológicas ao longo do tempo geológico. Tais planícies desempenham um papel essencial na hidrologia e ecologia da Amazônia, sendo áreas de deposição de sedimentos, recarga hídrica e suporte a uma rica biodiversidade.

Estas são modeladas predominantemente por processos fluviais, com destaque para a deposição contínua de sedimentos transportados por grandes rios, como o Amazonas, Tocantins e seus afluentes. Segundo Suguio (2003), as planícies de inundação são formadas pela deposição de sedimentos finos, como argilas e siltes, durante os períodos de cheias sazonais, resultando em superfícies planas e baixas.

Essas formações resultam de um equilíbrio dinâmico entre erosão e deposição, diretamente influenciado pelas oscilações no regime hidrológico e pela estabilidade tectônica. Ross (1992) observa que "a formação das planícies fluviais está associada à capacidade de transporte e deposição dos rios, sendo ambientes marcados por processos ativos de remodelação do relevo". No caso da Amazônia, o clima equatorial úmido, com intensas precipitações anuais, intensifica a dinâmica dos rios, favorecendo a construção e a manutenção dessas planícies.

4.2.1.29 *Formação geomorfológica de serras*

Por outro lado, as serras amazônicas são predominantemente influenciadas por processos tectônicos e sedimentares ocorridos ao longo do Cenozoico. A região é marcada pela presença da Formação Barreiras, composta por sedimentos areno-argilosos mal consolidados, que datam do Mioceno (Tavares *et al.*, 2010). Esses sedimentos repousam discordantemente sobre o embasamento cristalino da Província Transamazônica e sobre as rochas metamórficas do Cinturão Araguaia, configurando uma paisagem de relevo colinoso e terras altas fragmentadas.

A tectônica ativa desempenhou um papel crucial na evolução do relevo regional. Reativações tectônicas pós-cretácicas causaram soerguimentos e basculamentos das superfícies, moldando serras e vales por meio de processos de falhamento e fraturamento (Almeida; Trosdorf, 2007). Esse fenômeno influenciou diretamente a compartimentação das superfícies geomorfológicas, como os terraços fluviais e o entalhamento do Paleo-Canal do Tocantins, além de moldar feições como o Bico do Papagaio, onde os rios Tocantins e Araguaia se encontram (Silva *et al.*, 2021).

A morfologia da região é ainda afetada pela dinâmica climática e erosiva, que contribui para o processo de dissecação das superfícies elevadas e redistribuição de materiais sedimentares. Como apontam Silva e Medeiros (2019), as condições tropicais da Amazônia intensificam os processos de intemperismo químico, favorecendo a formação de solos profundos e a modificação constante do relevo.

A interação entre geologia e geomorfologia é amplamente documentada como essencial para compreender a evolução das paisagens terrestres. A geologia fornece a base estrutural do relevo, com sua litologia e estrutura tectônica determinando a resistência dos materiais aos processos externos. Conforme enfatizado por Christofoletti (1980), "a litologia e as estruturas geológicas não apenas definem a base do relevo, mas também controlam sua evolução ao interagir com agentes externos".

Rochas ígneas e metamórficas, como granito e gnaiss, frequentemente formam serras e relevos elevados devido à sua resistência, enquanto rochas sedimentares mais suscetíveis, como arenitos, são propensas a formas suaves, como planícies e patamares (Tricart, 1977). Além disso, estruturas tectônicas, como falhas e dobras, determinam a configuração inicial do relevo, e sua interação com os agentes exógenos modela a paisagem ao longo do tempo. Segundo Summerfield (1991), "o relevo resulta de uma interação dinâmica entre os processos tectônicos, que criam elevações e desnivelamentos, e os processos geomorfológicos, que transformam essas formas".

Neste sentido, a geomorfologia, através dos processos externos que moldam a superfície terrestre, como erosão, intemperismo e sedimentação, estão diretamente relacionados ao tipo de substrato geológico e às condições ambientais. Em climas tropicais, como o da Amazônia, o intemperismo químico predomina, resultando em solos profundos e relevo suave em áreas de rochas sedimentares, enquanto em regiões áridas, a erosão física predomina, criando paisagens acidentadas (Ab'Sáber, 2003).

As planícies fluviais, por exemplo, são feições que exemplificam a relação direta entre geologia e geomorfologia. Elas se formam por sedimentação em terrenos geologicamente favoráveis, onde os rios redistribuem os materiais intemperizados das áreas elevadas (Bigarella *et al.*, 1994). Da mesma forma, as serras e montanhas refletem a interação entre resistência litológica e processos tectônicos. No entanto, essas formas são continuamente modeladas por forças externas, como a gravidade, o vento e a água, que removem os materiais mais expostos.

Portanto, a interação entre geologia e geomorfologia é um processo contínuo e interdependente. A geologia define as condições iniciais do relevo, enquanto a geomorfologia reflete a ação de agentes externos ao longo do tempo. Conforme reforçado por Tricart (1977), "o relevo é uma manifestação visível da interação dinâmica entre as forças internas da Terra e os processos externos que atuam sobre ela". Entender essa interação é crucial para interpretar a evolução das paisagens, prever mudanças ambientais e manejar de forma sustentável os recursos naturais associados.

4.2.2 *Clima e Hidrografia*

O principal fator climático da Amazônia é sua localização geográfica. Situada na faixa intertropical, a região recebe radiação solar intensa durante todo o ano, o que mantém as temperaturas médias elevadas, geralmente entre 24°C e 28°C, com pequenas variações sazonais (Mendonça; Danni-Oliveira, 2007). Além disso, a proximidade com a Zona de Convergência

Intertropical (ZCIT) – um cinturão de baixa pressão atmosférica – favorece a formação de nuvens e intensifica os índices pluviométricos. O regime de chuvas é marcado por precipitações abundantes, com valores médios anuais variando entre 1.800 mm e 3.500 mm, dependendo da sub-região amazônica (Nobre *et al.*, 2009).

Outro aspecto relevante do clima amazônico é o alto índice de umidade relativa do ar, que frequentemente supera 80% ao longo do ano. Essa umidade é resultado da forte evapotranspiração promovida pela densa cobertura vegetal da floresta. Estima-se que a Amazônia libere aproximadamente 20 bilhões de toneladas de vapor d'água para a atmosfera diariamente, contribuindo para a formação dos chamados "rios voadores", correntes de ar úmido que transportam vapor d'água da região amazônica para outras partes do continente sul-americano (Salati; Varella-Silva, 2001). Esse mecanismo natural tem grande importância para o regime de chuvas em áreas distantes, como o Centro-Oeste e o Sudeste do Brasil.

Apesar da constância térmica e da elevada umidade, a Amazônia apresenta variações climáticas ao longo do ano, influenciadas por fenômenos atmosféricos e oceânicos. Durante o período seco, que varia entre junho e novembro em algumas partes da floresta, a precipitação diminui significativamente, especialmente no sul da região, próximo ao arco do desmatamento. Já entre dezembro e maio, no período chuvoso, os volumes pluviométricos aumentam consideravelmente, podendo causar inundações em diversas áreas (Marengo; Espinoza, 2016).

Além das variações sazonais, o clima amazônico sofre impactos significativos de fenômenos climáticos globais, como o El Niño e o La Niña. O El Niño, caracterizado pelo aquecimento anômalo das águas do Oceano Pacífico Equatorial, reduz a umidade na Amazônia e pode causar secas severas, como as registradas em 2005, 2010 e 2015 (Nobre; Marengo; Seluchi, 2016). Já o La Niña, fenômeno oposto, resfria as águas do Pacífico e intensifica as chuvas na região, provocando enchentes e inundações mais severas. Esses eventos evidenciam a sensibilidade do clima amazônico a variações oceânicas globais.

A classificação de Köppen para o clima, baseada em informações sobre vegetação e meteorologia, fracionou as tipologias de clima em 5 (cinco) grupos, correlacionados diretamente com as tipologias de vegetação, sendo eles, de acordo com Schmidt:

A - climas úmidos tropicais, sem estação fria e com a temperatura média do mês menos quente acima de 18°C; B - climas secos, onde a evaporação é maior que a precipitação; C - climas úmidos das latitudes médias, com invernos brandos e a temperatura média do mês mais frio entre -3°C e 18°C; D - climas úmidos das latitudes médias, com invernos rigorosos e a temperatura média do mês mais quente acima de 10°C e do mês mais frio abaixo de -3°C; E - climas glaciais das regiões polares, sem

estação quente e com a temperatura média do mês menos frio abaixo de 10°C.”
(Schmidt, 1942, p. 8)

Assim, a região amazônica integra o grupo climático A, onde não se tem estações frias reguladas, com altas temperaturas e umidade elevada, com a temperatura média do mês mais quente acima de 18°C. Este grupo, entre seus climas, dois ganham destaque, um deles por ser configurado pela excessiva abundância de chuvas durante o ano e, o outro, por apresentar épocas de secas, definidos como:

O primeiro, representado pelo símbolo Af (f, feucht, úmido: a altura de chuva do mês, mais seco deve atingir no mínimo 60 milímetros), corresponde ao clima de florestas tropicais. Nesse tipo de clima, tanto as temperaturas, como as chuvas, sofrem um mínimo de variação anual e mantêm-se num nível algo elevado. A amplitude anual das temperaturas médias mensais não ultrapassa 5°C. O segundo, Aw (w indica que esse clima possui uma estação seca bem acentuada coincidindo com o inverno e tem pelo menos um mês com uma altura de chuva inferior a 60 milímetros), abrange as savanas tropicais e as temperaturas seguem um regime semelhante ao do clima do tipo Af, sendo que a amplitude das temperaturas médias mensais se mantém abaixo de 12°C. (Schmidt, 1942, p. 10)

Deste modo, o clima onde a área de estudo se encontra define-se como Aw_i, com as estações bem definidas, um de regime seco, indo de junho a outubro e, de regime chuvoso, dos meses de novembro a maio. Para Fisch *et al.* (1998), a região está em uma faixa equatorial, com um clima quente e úmido, de estações marcadas por intenso calor ou intensa precipitação.

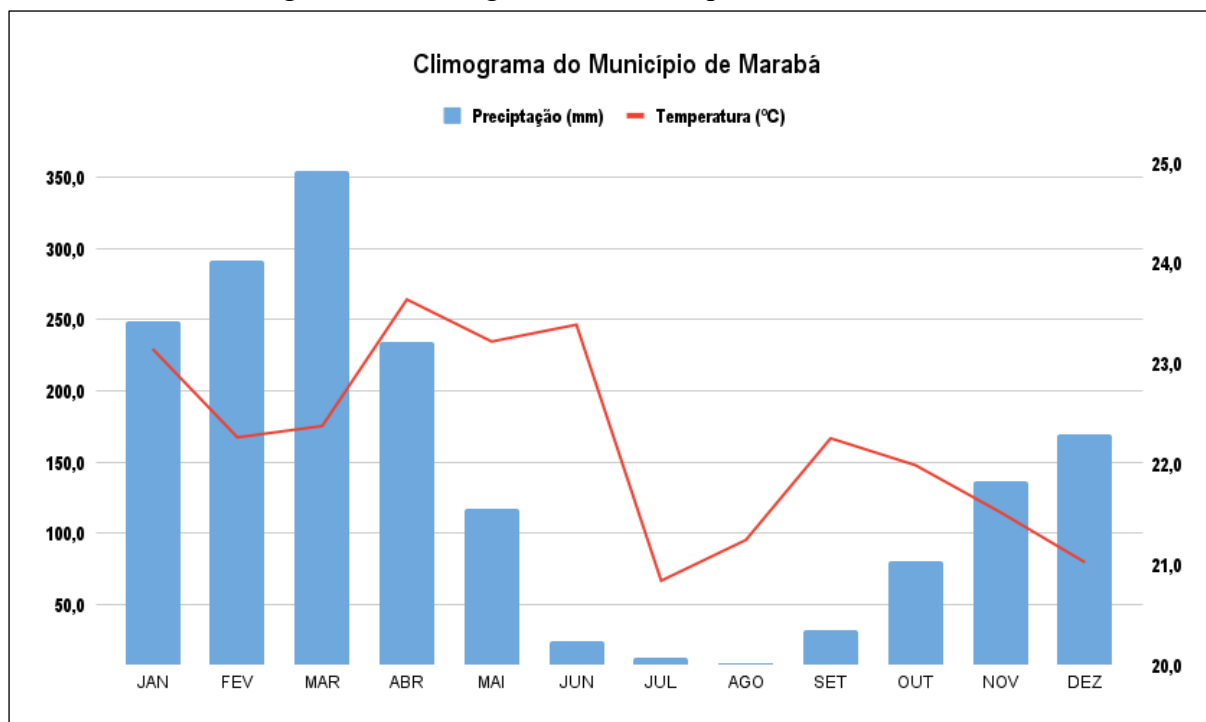
Se tratando especificamente de Marabá, a temperatura média anual na região é de aproximadamente 26,0 °C, com um volume médio de precipitação anual próximo a 2.200 mm. Os meses mais chuvosos são março, com precipitação média de 421 mm, e fevereiro, com 405 mm, enquanto os meses mais secos são agosto e setembro, com médias de 20 mm e 25 mm, respectivamente (Santos *et al.*, 2024).

Estudos indicam que o processo de urbanização em Marabá tem contribuído para a formação de ilhas de calor urbanas, fenômeno que resulta em temperaturas mais elevadas nas áreas urbanas em comparação às zonas rurais circundantes. Essa dinâmica é influenciada pela substituição de áreas vegetadas por superfícies impermeáveis, como asfalto e concreto, que retêm mais calor (Monteiro; Rolim; Mascarenhas, 2024).

Além disso, a relação entre variáveis meteorológicas e a saúde da população tem sido objeto de pesquisa. Um estudo realizado entre 2016 e 2020 analisou a correlação entre variáveis meteorológicas e internações por doenças do aparelho respiratório em Marabá, evidenciando

que variações climáticas podem influenciar na incidência dessas enfermidades (Santos *et al.*, 2025).

Figura 12 - Climograma do Município de Marabá



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Utilizando as informações disponíveis no Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, foram coletados os dados de precipitação nas estações ativas no município. Subsidiada por estas informações, os dados foram espacializados no climograma onde pode-se observar importantes nuances sobre o comportamento climático local ao longo do ano considerando o período de coleta destes dados, entre 1994 e 2024.

A precipitação apresenta distribuição marcadamente sazonal, com uma nítida distinção entre os períodos chuvoso e seco. A estação chuvosa compreende os meses de dezembro a maio, sendo que os maiores volumes pluviométricos são registrados entre janeiro e abril. O mês de março se destaca como o mais chuvoso do ano, ultrapassando os 350 mm de precipitação, seguido por fevereiro e janeiro, com totais próximos ou superiores a 250 mm.

O mês de abril ainda apresenta acumulado elevado, em torno de 240 mm, evidenciando a persistência de chuvas intensas até o fim do primeiro quadrimestre. A partir de maio, observa-

se uma redução significativa nos índices pluviométricos, marcando a transição para o período seco.

A estação seca abrange principalmente os meses de junho a outubro, período no qual os volumes de chuva caem drasticamente. Os meses de julho e agosto registram os menores índices, com precipitações inferiores a 50 mm, sendo que em julho o volume se aproxima de valores insignificantes. A recuperação das chuvas inicia-se em outubro, com um aumento moderado, consolidando-se em novembro e dezembro, quando os índices já ultrapassam os 100 mm, reestabelecendo o ciclo úmido.

Em relação às temperaturas, observa-se uma relativa estabilidade ao longo do ano, com variações térmicas pouco acentuadas, outro traço típico de regiões tropicais. As temperaturas médias mensais oscilam entre 21 °C e 24 °C. Os meses mais quentes concentram-se entre março e abril, quando as médias superam os 23 °C, coincidindo com o auge da estação chuvosa.

Já os meses mais amenos ocorrem no período seco, especialmente em julho e dezembro, quando as temperaturas médias atingem valores em torno de 21 °C. Essa leve queda térmica nos meses mais secos pode estar associada à menor cobertura de nuvens e ao aumento da perda de calor por radiação durante as noites, características comuns da estação seca amazônica.

A interação entre precipitação e temperatura, conforme demonstrado no climograma, exerce forte influência sobre os processos ecológicos, geomorfológicos e socioeconômicos da região. A sazonalidade da chuva, em particular, condiciona as dinâmicas hidrológicas locais, impactando diretamente o volume dos rios e igarapés, bem como a recarga dos aquíferos. Durante a estação seca, é comum a redução drástica do fluxo hídrico, afetando o abastecimento de água, a navegação e a agricultura irrigada. Já no período chuvoso, são recorrentes os riscos de alagamentos e dificuldades de acesso em áreas com infraestrutura precária, como estradas vicinais não pavimentadas.

Além disso, o padrão climático de Marabá também influencia as atividades econômicas locais. A agricultura e a pecuária são diretamente condicionadas pela alternância entre os períodos seco e chuvoso, definindo calendários de plantio e colheita, bem como estratégias de manejo do solo e da água. O período seco, por sua vez, favorece a propagação de queimadas, muitas vezes associadas ao desmatamento e à expansão das fronteiras agropecuárias, o que intensifica os impactos ambientais e a degradação dos ecossistemas naturais.

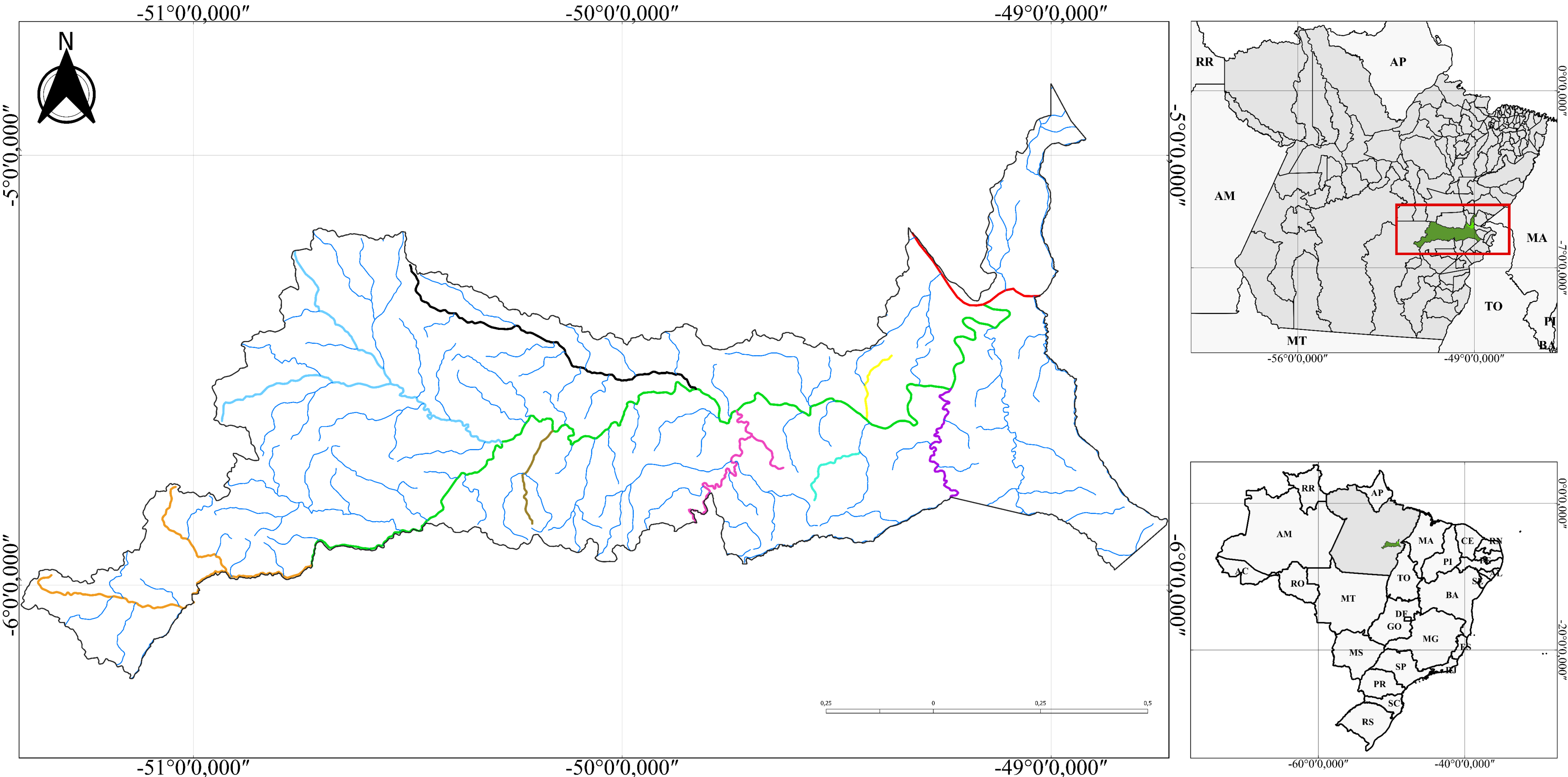
A análise do balanço hídrico climatológico da região, considerando uma capacidade de água disponível no solo de 125 mm, indica que há excedente hídrico durante o período chuvoso e déficit hídrico nos meses de estiagem. Essas informações são essenciais para o planejamento agrícola e gestão dos recursos hídricos locais (Silva, 2014).

No que diz respeito a hidrografia, de acordo com Miranda (2006), a água entrou no foco de debates mundiais ao longo dos anos com a justificativa de ser o membro mais importante da composição da hidrosfera, de cunho essencial aos ecossistemas terrestres e fundamental para a manutenção da vida, tornando-se uma das principais problemáticas ambientais do mundo moderno.

A atividade hídrica se faz presente com força em toda a região amazônica, sendo ela uma das principais características do norte do país e, ao interligar a dinâmica hidrológica e as cidades amazônicas, a principal problemática girará em torno das ocupações ao longo das margens de rios e canais hídricos de menor porte. De acordo com Santos (2014, p. 17) “os rios são exemplos de sistemas complexos e organizados, pela grande interação com os demais elementos físicos e biológicos”, logo, o seu papel em estudos ambientais torna-se imprescindível devido a sua inserção de modo intenso nas cidades amazônicas.

A cidade de Marabá integra a região hidrográfica Tocantins-Araguaia, onde o rio que perpassa a área urbana é o Tocantins e, o maior curso hídrico dentro do município é o Itacaiúnas, perpassando pela maioria da área do município.

Figura 13 - Mapa de Espacialização Hidrográfica



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS DO PONTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA DO PONTAL

Discente: Bruna de Fátima Corrêa Lima
Orientador: Rildo Aparecido Costa

- LEGENDA**
- Igarapé do Cinzeiro
 - Rio Aquiri
 - Rio da Onça
 - Rio Itacaiúnas
 - Rio Madeira
 - Rio Parauapebas
 - Rio Preto
 - Rio Tapirapé
 - Rio Tocantins
 - Rio Vermelho
 - Malha Hidrográfica Geral

SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS
DATUM: SIRGAS 2000 EPSG 4674

BASE DE DADOS CARTOGRÁFICOS REFERENCIAIS
INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE (2021 E 2019), MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA (2021), SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DE MARABÁ - SEPLAN (2018).

AUTORA: BRUNA DE FÁTIMA CORRÊA LIMA

Localizada na confluência dos rios Tocantins e Itacaiúnas, formando um "Y" natural que caracteriza a região central conhecida como Velha Marabá (Silva; Lima, 2020), Marabá possui uma complexa rede hidrográfica, que desempenha um papel fundamental na configuração geográfica e nas atividades socioeconômicas locais.

O rio Tocantins, um dos principais cursos d'água do Brasil, atravessa o território marabaense, recebendo em sua margem esquerda as águas do rio Itacaiúnas. Este último nasce na Serra da Seringa, no município de Água Azul do Norte, sendo formado pela junção dos rios Água Preta e Azul. Após percorrer aproximadamente 390 km, deságua no Tocantins, na área urbana de Marabá (Oliveira *et al.*, 2021).

A bacia hidrográfica do rio Itacaiúnas abrange uma área de aproximadamente 42.000 km², englobando 11 municípios do sudeste paraense antes de alcançar sua foz em Marabá. Essa bacia desempenha um papel crucial no abastecimento hídrico e na manutenção dos ecossistemas locais. Entretanto, a mineração e a expansão agrícola ao longo do seu curso têm resultado em impactos ambientais significativos, como o assoreamento e a contaminação das águas (Santos; Almeida, 2023).

Além desses, outros rios de relevância no município incluem o Tauarizinho e o Sororó, que também contribuem para a rede hidrográfica local. A presença desses cursos d'água, aliada à baixa altitude da região, torna Marabá suscetível a enchentes sazonais, especialmente durante o período chuvoso (Costa; Mendes, 2019). Estudos indicam que, devido às mudanças climáticas e ao desmatamento, as cheias têm se tornado mais intensas nas últimas décadas (Pereira; Lima; Ferreira, 2022).

Em termos hidrogeológicos, o município possui um significativo potencial hídrico subterrâneo, com aquíferos presentes em meios fraturados, compostos por rochas cristalinas da Formação Couto Magalhães, e em meios porosos, constituídos pela Formação Itapecuru e por coberturas aluvionares do Quaternário. Esses aquíferos são fundamentais para o abastecimento urbano, mas sofrem riscos de contaminação devido ao crescimento urbano desordenado (Ferreira; Oliveira; Moraes, 2020).

A interação da população com esses rios é intensa, especialmente nas áreas da Velha Marabá e no bairro do Amapá, onde atividades como pesca e transporte fluvial são comuns. Além disso, a construção da Usina Hidrelétrica de Tucuruí impactou diretamente o regime hidrológico do rio Tocantins, influenciando as atividades econômicas e sociais da região (Martins; Souza, 2021).

Recentemente, observou-se uma elevação acentuada nos níveis dos rios Tocantins e Itacaiúnas, com aumento de quase um metro em apenas três dias, atribuído às chuvas intensas na região. Esse fenômeno tem causado preocupação entre os moradores devido ao risco de enchentes e deslizamentos (Barros; Souza; Nunes, 2024).

Estes rios cortam a cidade e trazem processos e dinâmicas fluviais que levam a ordem de inundação, enchentes periódicas e áreas alagadiças, sobretudo nos locais com topografia rebaixada, denominadas de “varjão” que, a cada período chuvoso, recebe partes das águas pluviais e fluviais. Sendo um fator importante que confere impacto a cidade a cada ano, havendo mobilização de órgãos como Defesa Civil e Exército para auxiliar na retirada da população de áreas de risco.

Além da ação hídrica dos rios Itacaiúnas e Tocantins, a área urbana ainda possui inúmeros canais que recortam a urbe. De acordo Lima *et al.*, (2020), ao analisar os 3 (três) núcleos dos 5 (cinco) que compõe a área urbana, foram catalogadas e mapeadas sete microbacias urbanas, sendo 4 (quatro) canais no Núcleo Cidade Nova e 3 (três) no Núcleo Nova Marabá, sendo a Grota Criminosa, maior canal encontrado, passando pelos Núcleos Nova Marabá e Pioneira, o que contribui fortemente para os processos de enchentes nas regiões abraçadas por estas áreas.

Dessa forma, o conhecimento detalhado das características climáticas do município de Marabá em conjuntura com a disseminação do sistema hídrico é fundamental para subsidiar estratégias de planejamento ambiental e territorial sustentáveis, considerando os desafios impostos tanto pelas condições naturais quanto pelas pressões antrópicas sobre o espaço amazônico.

4.2.3 *Pedologia e Vegetação*

A interação do solo com outros sistemas naturais proporciona a formação de ambientes únicos onde, juntamente com as ações antrópicas, podem gerar altos graus de degradação além de oferecer riscos à segurança humana. Por isso, entender as dinâmicas que envolvem o solo são essenciais para o desenvolvimento, principalmente o sustentável. É sob o solo onde se constroem cidades, onde se desenvolve a vida urbana e ambiental, onde se planta e colhe e, assimilar os processos do solo de forma cautelosa e planejada, facilita o bom desenvolvimento e evita problemas ambientais e sociais.

Conforme Paiuta (2015, p. 10, *apud* Ross, 2011, p. 69), “[...] os estudos dos solos devem atender dois objetivos – o de avaliar a aptidão ou a capacidade agropecuária do uso das

terras e subsidiar com informações das características texturais, estruturais e químicas para a análise da dinâmica do relevo, da fragilidade e da funcionalidade dos sistemas ambientais onde cada tipo dominante de solo ocorre”.

Assim, utilizando a base cartográfica disponível pelo IBGE (2015), compôs-se o mapeamento da tipologia de solos presentes no município de Marabá, utilizando as definições estabelecidas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (figura 14).

Ao observar o mapa, identificamos oito tipos de solo dispostos no município de Marabá, sendo eles das classes de gleissolo, latossolo, argissolo e neossolos. Os gleissolos háplicos distróficos são solos típicos de áreas úmidas e com forte influência de processos de alagamento e saturação por água. Esses solos são comuns em áreas de várzeas, margens de rios e planícies inundáveis, características dessa região amazônica. A formação e as propriedades desses solos são moldadas por condições ambientais específicas, que incluem o regime hídrico e o tipo de vegetação predominante.

A definição de gleissolos, segundo EMBRAPA (2018), refere-se a solos saturados de água por longos períodos, o que resulta em processos redutores no perfil do solo, causando uma coloração caracteristicamente azulada ou esverdeada nas camadas mais profundas. Esse tipo de solo está intimamente relacionado à dinâmica fluvial, sendo comumente encontrado em planícies de inundação ou em áreas sujeitas a alagamentos periódicos. No caso dos gleissolos háplicos, a falta de horizonte diagnosticável e a presença de uma estrutura frágil e mal drenada são características que dificultam seu uso agrícola e seu manejo.

No contexto de Marabá, a presença de gleissolos háplicos distróficos está associada ao regime de chuvas da região, que, como explica Silva *et al.*, (2019), caracteriza-se por altas precipitações durante boa parte do ano, seguidas de períodos de secagem. Esse padrão hídrico contribui para o processo de alagamento sazonal das áreas de várzea e margens de rios, afetando diretamente a formação e a dinâmica desses solos. Durante a estação seca, a drenagem do solo melhora temporariamente, mas as baixas taxas de fertilidade permanecem como um desafio para o uso agrícola.

Já os do tipo latossolo amarelo distrófico são solos amplamente encontrados em regiões tropicais e subtropicais, com características de alta drenagem e baixa fertilidade, típicos de áreas de relevo ondulado a plano. Esses solos são predominantes em áreas de planalto e terras altas, onde as condições climáticas e o processo de intemperismo favorecem sua formação. O latossolo amarelo distrófico é caracterizado pela intensa lixiviação de bases, o que resulta em uma baixa concentração de nutrientes disponíveis para as plantas, além de um pH geralmente ácido, o que restringe seu uso agrícola sem práticas de correção.

O processo de formação dos latossolos amarelos, como descrevem Oliveira *et al.*, (2020), ocorre principalmente pela decomposição de rochas e minerais sob clima quente e úmido, como o encontrado em Marabá, com um regime de chuvas bem distribuído ao longo do ano. Esse clima favorece a lixiviação, ou seja, a remoção de substâncias solúveis, como bases e nutrientes, para camadas mais profundas do solo, deixando na superfície uma camada

empobrecida, rica em óxidos de ferro e alumínio. Essa característica é refletida na coloração amarela do solo, que resulta do processo de laterização, um fenômeno de intemperismo químico que dá origem a solos ácidos, com alto teor de alumínio e baixa atividade biológica.

Os latossolos amarelos distróficos de Marabá possuem uma estrutura granular e boa drenagem, o que favorece o escoamento da água e impede o acúmulo excessivo de umidade nas camadas superficiais. De acordo com Silva *et al.*, (2019), esses solos são bem aerados, o que contribui para o bom desenvolvimento das raízes das plantas, mas, ao mesmo tempo, a alta acidez e a baixa retenção de nutrientes tornam esses solos desafiadores para a agricultura convencional.

Os solos desta categoria encontrados no município, embora apresentem boas condições de drenagem e estrutura, possuem uma baixa fertilidade natural devido à intensa lixiviação de nutrientes e à acidez do solo. Seu uso para a agricultura é viável, mas requer práticas de manejo que incluam a correção do pH e a adubação constante, de forma a garantir a viabilidade das culturas e a preservação da qualidade do solo ao longo do tempo. A compreensão detalhada das características desses solos e o uso de técnicas adequadas de manejo são essenciais para garantir a sustentabilidade e a produtividade das atividades agrícolas na região.

Os latossolos vermelho-amarelo distróficos apresentam características típicas de solos de regiões tropicais, onde o clima é quente e úmido. Esses solos são bastante profundos e bem desenvolvidos, com camadas bem definidas. Eles possuem baixa fertilidade natural, alta acidez e pouca disponibilidade de nutrientes essenciais para as plantas. Essas características os classificam como distróficos, ou seja, solos pobres em nutrientes (EMBRAPA, 2018).

No ambiente municipal, esses solos são encontrados em áreas com relevo suave, que pode ser levemente ondulado ou plano. Nessas condições, a água da chuva infiltra facilmente, acumulando materiais finos no solo (Mendonça-Santos; Santos, 2020). A textura predominante desses solos é argilosa, o que faz com que a água escoe mais lentamente, podendo levar a períodos de encharcamento durante as chuvas fortes.

Ainda, estes detêm pouca quantidade de cálcio e magnésio e apresentam altos níveis de alumínio, o que pode dificultar o cultivo de plantas. No entanto, práticas como a adubação e a aplicação de calcário podem corrigir essas limitações e tornar o solo mais produtivo (Guimarães; Silva; Oliveira, 2013). Apesar de sua fertilidade natural baixa, esses solos possuem uma estrutura granular que facilita o uso em atividades agrícolas, desde que sejam bem cuidados para evitar a degradação.

Os latossolos vermelho são típicos de regiões tropicais com clima quente e úmido. Esses solos apresentam alto grau de intemperismo químico, o que resulta em sua textura predominantemente argilosa e na presença significativa de minerais secundários, como óxidos de ferro e alumínio. Esse processo dá origem à cor avermelhada, que é marcante e indicativa da presença de hematita, mineral que se forma em condições de boa drenagem e ambiente oxidante (Quesada *et al.*, 2011).

Sua ocorrência se dá em áreas de relevo suave ondulado a plano, o que favorece a infiltração de água e o escoamento superficial controlado. No entanto, em função de sua composição mineralógica e da baixa saturação por bases, os latossolos vermelho distróficos possuem características químicas que limitam sua fertilidade natural. Apresentam baixos teores de cálcio, magnésio e potássio, além de um pH ácido, que pode inibir o crescimento de muitas espécies vegetais sem manejo adequado (EMBRAPA, 2018).

Eles representam uma importante base para atividades econômicas, como a agricultura e a pecuária. Entretanto, o uso inadequado desses solos, sem práticas conservacionistas, pode levar à sua degradação, como erosão e compactação. Dessa forma, o manejo sustentável é essencial para garantir a preservação das funções do solo e a produtividade a longo prazo (Mendonça-Santos; Santos, 2020).

Os argissolos vermelho-amarelo distróficos se formam em condições de relevo variando de ondulado a forte ondulado, sendo frequentemente associados a paisagens onde a drenagem é moderada e o intemperismo químico é intenso. A principal característica desses solos é a presença de um horizonte B textural, onde ocorre o acúmulo de argila transferida de camadas superiores, resultado de processos de iluviação ao longo do tempo (EMBRAPA, 2018).

A coloração vermelho-amarela desses solos é atribuída à presença de óxidos de ferro, sendo o vermelho associado à hematita, que predomina em condições de boa drenagem, e o amarelo relacionado à goethita, formada em ambientes mais úmidos. Essa variação de coloração reflete o ambiente químico e físico no qual o solo se formou, indicando a interação entre o material de origem e o clima tropical úmido de Marabá (Quesada *et al.*, 2011).

Eles apresentam baixa saturação por bases, geralmente inferior a 50%, o que os classifica como distróficos. Essa baixa fertilidade natural se deve aos baixos teores de nutrientes como cálcio, magnésio e potássio, além de uma acidez elevada e a presença significativa de alumínio trocável. Essas características tornam esses solos limitantes para a agricultura sem

intervenções específicas, como a calagem para corrigir a acidez e a adubação para suprir nutrientes essenciais (Guimarães; Silva; Oliveira, 2013).

Apesar das fragilidades químicas, esses solos apresentam boa drenagem natural e uma textura superficial geralmente mais arenosa, que favorece a infiltração de água. No entanto, o horizonte subsuperficial mais argiloso pode reduzir a permeabilidade e aumentar o risco de erosão em áreas de relevo mais acentuado. Em Marabá, essa suscetibilidade à erosão é um fator importante, especialmente em áreas expostas sem cobertura vegetal, onde o escoamento superficial pode ser intensificado (Mendonça-Santos; Santos, 2020).

Por sua vez, os argissolos vermelho eutróficos são marcados pela presença de um horizonte B textural, no qual há o acúmulo de argila proveniente da camada superior, resultante de processos de iluviação. A coloração vermelha desses solos é dada pela predominância de óxidos de ferro, como a hematita, que se formam em condições de boa drenagem e intemperismo intenso, típicas das áreas tropicais úmidas (EMBRAPA, 2018).

No aspecto químico, eles detêm maior fertilidade em comparação com outros tipos de argissolos, como os distróficos. Isso se deve à sua maior saturação por bases, superior a 50%, o que indica uma boa disponibilidade de cátions básicos, como cálcio, magnésio e potássio. Essa característica torna os argissolos vermelho eutróficos mais favoráveis à agricultura, com uma necessidade reduzida de correções químicas. Porém, mesmo com essa maior fertilidade natural, ainda é necessário o manejo adequado para garantir a manutenção da produtividade, como a adubação para suprir os nutrientes que possam estar em níveis limitantes, como o fósforo (Guimarães; Silva; Oliveira, 2013).

Do ponto de vista físico, existe uma boa estrutura de solo, com boa capacidade de retenção de água e porosidade. A textura desses solos é argilosa, o que garante boa retenção de nutrientes e água, mas também pode tornar o solo mais suscetível à compactação, principalmente em áreas de relevo mais suave, comuns em Marabá. Essa propriedade também pode reduzir a infiltração de água em períodos de chuvas fortes, aumentando o risco de erosão e lixiviação de nutrientes. Portanto, práticas como a rotação de culturas, o plantio em níveis e o uso de cobertura vegetal são essenciais para evitar a degradação do solo (Mendonça-Santos; Santos, 2020).

Os neossolos litólicos distróficos são predominantes em áreas com relevo acentuado e presença de rochas expostas ou pouco desenvolvidas no horizonte superficial. Ocorrem principalmente em regiões de encostas íngremes, onde o intemperismo ainda é pouco avançado, dificultando a formação de perfis mais profundos e desenvolvidos. São solos com baixa

profundidade e pouca ou nenhuma presença de horizonte B, apresentando uma camada superficial que, geralmente, é composta por material orgânico superficial e uma camada de solo raso (EMBRAPA, 2018).

Sua textura geralmente é mais arenosa, possuindo um sistema de porosidade bem desenvolvido, mas com baixa capacidade de retenção de água. Devido à sua profundidade rasa, a infiltração de água é limitada, e a drenagem é rápida, o que pode ocasionar perda de nutrientes por lixiviação e dificultar o desenvolvimento das raízes das plantas (Quesada *et al.*, 2011). Além disso, a compactação do solo, associada à alta declividade, pode resultar em erosão, especialmente em áreas desprotegidas ou mal manejadas, tornando esses solos suscetíveis à degradação física.

Eles são ácidos e possuem baixa saturação de bases, o que indica também uma baixa disponibilidade de nutrientes essenciais para as plantas, como cálcio, magnésio e potássio. A presença de alumínio trocável também é significativa, o que contribui para a acidez do solo e limita o crescimento de muitas culturas. A baixa fertilidade natural desses solos, combinada com a escassez de matéria orgânica e nutrientes, torna necessário o uso de práticas de correção da acidez, como a calagem, e a adubação para fornecer nutrientes adicionais (Guimarães; Silva; Oliveira, 2013).

Por último, os neossolos quartzarênicos órticos são tipicamente encontrados em áreas com relevo plano ou suavemente ondulado. São formados principalmente por arenitos e se caracterizam por sua alta concentração de partículas de quartzo, o que lhes confere uma textura arenosa e pouca capacidade de retenção de água e nutrientes. Sua formação está geralmente associada a processos de intemperismo físico, sendo pouco influenciados por processos de intemperismo químico (EMBRAPA, 2018).

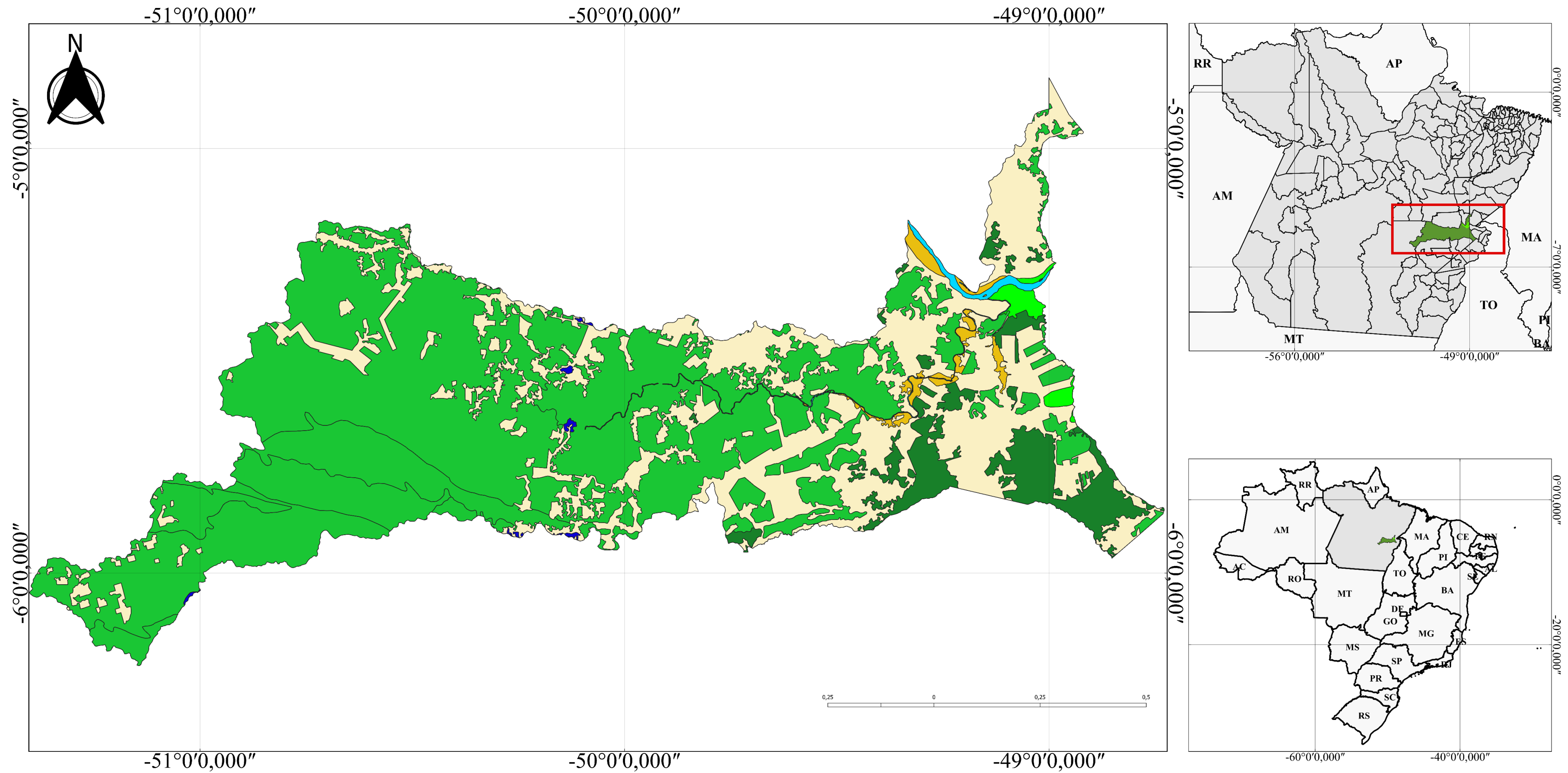
Possuem também uma alta drenagem e uma textura predominantemente arenosa, com baixa capacidade de retenção de água. Essa característica é vantajosa para o cultivo de algumas culturas que exigem boa drenagem, mas também implica em uma maior vulnerabilidade à lixiviação de nutrientes, especialmente em períodos de chuvas intensas. A baixa capacidade de retenção de nutrientes, característica comum dos solos arenosos, pode dificultar o desenvolvimento de plantas que demandam maior disponibilidade de nutrientes (Mendonça-Santos; Santos, 2020).

Na mesma linha, este tipo de solo tem baixa fertilidade natural, com teores reduzidos de cátions básicos como cálcio, magnésio e potássio. A acidez do solo é outro fator limitante, especialmente devido à presença de alumínio em quantidades consideráveis, o que dificulta o

crescimento de plantas e reduz a disponibilidade de nutrientes essenciais. A baixa saturação de bases e a ausência de uma camada subsuperficial com maior concentração de nutrientes tornam esses solos distróficos, ou seja, com baixa fertilidade natural. Mais uma vez, com fins a possibilitar a agricultura nessas áreas, é necessário realizar correções como a aplicação de calcário e adubação para melhorar as condições químicas do solo (Guimarães; Silva; Oliveira, 2013).

Após compreender a disseminação das questões acerca da pedologia disseminada no município, é necessário avançar para compreender também o tipo de vegetação existente uma vez que estas estão diretamente ligadas à pedologia da região. Desta forma, considerando as informações disponibilizadas na plataforma do IBGE, foi espacializada os tipos de vegetação incidente no município no mapa (figura 15).

Figura 15 - Mapa de Espacialização de Vegetação



LEGENDA

- Rio
- Pastagem
- Vegetação Secundária com palmeiras
- Floresta Ombrófila Aberta Submontana
- Floresta Ombrófila Densa Submontana
- Floresta Ombrófila Densa Submontana - dossel emergente
- Floresta Ombrófila Densa Aluvial

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS DO PONTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA DO PONTAL

Discente: Bruna de Fátima Corrêa Lima
Orientador: Rildo Aparecido Costa

SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS
DATUM: SIRGAS 2000 EPSG 4674

BASE DE DADOS CARTOGRÁFICOS REFERENCIAIS
INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE (2021 E 2019), MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA (2021), SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DE MARABÁ - SEPLAN (2018).

AUTORA: BRUNA DE FÁTIMA CORRÊA LIMA

Seguindo a classificação do IBGE, foi possível identificar cinco tipos de vegetação no município, além das áreas classificadas como pastagens, sendo elas do tipo floresta ombrófila, indo de aberta e densa, submontanas e aluviais.

A primeira classificação são as pastagens, que são resultados de processos históricos de conversão de áreas florestais para uso agropecuário, especialmente a pecuária bovina. Originalmente, a região era coberta por florestas ombrófilas, caracterizadas pela biodiversidade típica da Amazônia. Contudo, nas últimas décadas, extensas áreas florestais foram desmatadas para implantação de pastagens. Segundo Ferreira, Lima e Costa (2014, p. 125), "a expansão das pastagens no município tem sido uma das principais responsáveis pela fragmentação da paisagem e pela perda de cobertura florestal, impactando diretamente a biodiversidade".

A predominância da pecuária bovina como atividade econômica em Marabá é um dos fatores centrais que justificam essa transformação. Estudos de Silva e Souza (2018) indicam que "o capim *Brachiaria brizantha*, conhecido como braquiário, é amplamente utilizado nas pastagens do município, devido à sua resistência e alta produtividade, adaptando-se bem ao clima tropical da região". Essa prática reflete a forte dependência da economia local da pecuária extensiva, que, em muitos casos, é desenvolvida de forma pouco sustentável.

Entrando no campo das vegetações ainda existentes, a próxima classe é a de vegetação secundária com palmeiras, que são advindas de sucessões ecológica em áreas previamente desmatadas para atividades agropecuárias. A região, originalmente coberta por Floresta Ombrófila Aberta, tem sofrido transformações significativas devido à intervenção humana. De acordo com o IBGE (2019), "a vegetação secundária com palmeiras é comum em áreas anteriormente revestidas por Floresta Ombrófila Aberta", destacando-se como um estágio de regeneração característico após o abandono de áreas degradadas.

Entre as espécies mais representativas estão as palmeiras da família *Arecaceae*, como o babaçu (*Attalea speciosa*), amplamente encontrada em áreas de vegetação secundária. Silva, Santos e Oliveira (2020) apontam que "as palmeiras desempenham um papel crucial tanto na recuperação ambiental quanto no fornecimento de recursos econômicos e sociais para as populações locais". A resistência dessas espécies a condições alteradas permite sua colonização e contribuição significativa para a biodiversidade e a estabilidade do ecossistema.

A dinâmica de uso da terra, marcada pela transição de florestas primárias para pastagens e, posteriormente, para vegetação secundária, tem favorecido a proliferação de palmeiras em áreas antes utilizadas para a pecuária. Conforme Miranda, Mattos e Carvalho (2000), "essa transição reflete a resiliência do ecossistema amazônico e o papel das espécies de

palmeiras na recuperação de áreas impactadas pela atividade humana". Além disso, o estudo enfatiza que a vegetação secundária dominada por palmeiras contribui para a estabilização do solo e a restauração parcial de funções ecológicas essenciais.

As florestas ombrófilas abertas submontana são uma formação vegetal característica da Amazônia, ocorrendo em áreas de relevo suave a ondulado, com altitudes variando entre 300 e 600 metros. Essa tipologia florestal está presente de maneira tímida no município, embora tenha sido amplamente impactada por atividades humanas, como o desmatamento para a pecuária e agricultura. De acordo com o Sistema de Proteção da Amazônia (Sipam, 2019), "essa formação florestal é composta por faciações florísticas diversificadas, incluindo a presença de palmeiras, cipós e bambus, que desempenham papéis ecológicos importantes".

A estrutura vertical apresenta três estratos bem definidos: inferior, médio e superior. Santos, Oliveira e Silva (2020) identificaram em estudos realizados na Reserva Biológica do Guaporé que "o estrato inferior é composto por árvores de até 9 metros de altura, o médio por árvores entre 9,1 e 19 metros, e o superior por árvores acima de 19 metros". Essa estratificação é fundamental para a coexistência de diversas espécies vegetais, o que garante a biodiversidade e a complexidade do ecossistema.

A composição florística da floresta em Marabá reflete sua adaptação às condições de solo e clima específicos da região. Embora estudos detalhados para o município ainda sejam escassos, pesquisas em áreas similares identificaram a ocorrência de espécies como *Tachigali vulgaris*, *Pseudopiptadenia suaveolens* e *Attalea speciosa*. Segundo Santos, Oliveira e Silva (2020), "essas espécies têm papéis cruciais na dinâmica ecológica, como o ciclo de nutrientes e o suporte à fauna local".

As florestas ombrófilas densas submontana são um tipo de vegetação que ocorre predominantemente em regiões de transição entre os planos baixos e as áreas mais elevadas, caracterizando-se pela presença de uma vegetação exuberante adaptada a condições de alta pluviosidade e umidade elevada, típica de regiões tropicais. No município de Marabá, essa formação florestal encontra-se no limite da região de influência da Serra dos Carajás, o que resulta na coexistência de diversos tipos de vegetação que variam de acordo com as variações altimétricas e climáticas.

É uma formação florestal bastante específica, geralmente encontrada entre 300 e 900 metros, áreas que recebem grande quantidade de chuvas durante o ano e apresentam temperaturas amenas, características que são essenciais para o desenvolvimento da vegetação densa e diversificada. As árvores que compõem o dossel emergente, que podem alcançar até 40

metros de altura, se destacam acima das demais, criando uma camada superior que captura a luz solar de forma eficaz, o que favorece a biodiversidade nas camadas inferiores (Fearnside, 2016). A vegetação densa, com árvores de grande porte, e a presença de espécies endêmicas, muitas vezes adaptadas às condições particulares de altitude e do solo da região, também é um traço distintivo dessa formação (Siqueira *et al.*, 2015).

Estudos de Carvalho *et al.* (2018) indicam que as florestas ombrófilas densas submontanas em Marabá sofrem influência das condições de microclima geradas pelas variações altimétricas e pela proximidade com as áreas de serra, o que contribui para a diversificação da vegetação local. As chuvas abundantes, a alta umidade relativa do ar e a constante manutenção de temperaturas amenas favorecem a ocorrência de uma rica biodiversidade, com uma variedade de espécies de plantas, fauna e microrganismos adaptados ao microclima dessa formação.

A estrutura se caracteriza pela ocorrência de árvores de grande porte, que formam um dossel fechado, com poucas aberturas que permitem a entrada de luz para o sub-bosque. Esse dossel é composto por espécies adaptadas ao ambiente tropical úmido, como as famílias Lauraceae, Sapotaceae, e Myrtaceae, que dominam a vegetação superior, enquanto o estrato inferior é caracterizado por plantas menores, musgos, samambaias e outras espécies epífitas que aproveitam a umidade constante (Guedes *et al.*, 2020). A interação entre as camadas de vegetação permite a manutenção da biodiversidade, promovendo um ambiente ecologicamente equilibrado.

Em uma ramificação, o dossel emergente é composto por árvores que podem atingir até 50 metros de altura, sendo visíveis acima da camada de árvores intermediárias que compõem o dossel principal da floresta. Essas árvores são adaptadas a condições específicas de luminosidade e ventilação, que são mais intensas no topo das montanhas e serras. As espécies que formam o dossel emergente são típicas de ambientes de alta umidade e alta pluviosidade onde as chuvas são frequentes e a umidade relativa do ar permanece elevada ao longo do ano (Fearnside, 2016).

Essas áreas florestais desempenham um papel crucial no ciclo hidrológico e na manutenção dos processos ecológicos locais. De acordo com Fearnside (2016), essas florestas são fundamentais para a regulação do clima local, além de fornecerem serviços ecossistêmicos, como a proteção contra a erosão do solo e a manutenção da qualidade da água.

Já as florestas ombrófilas densas aluviais são típicas de áreas próximas aos rios e igarapés, onde a inundação periódica das terras resulta na predominância de uma vegetação

adaptada à alta umidade e à constante presença de água. A ocorrência desse tipo de floresta está fortemente associada aos corpos d'água que cortam a região, como o Rio Tocantins, Itacaiúnas e seus afluentes. Essa formação florestal se caracteriza pela diversidade de espécies que têm adaptações especiais para sobreviver a períodos de alagamento e para explorar os nutrientes trazidos pelas inundações.

Este ecossistema possui características típicas, como a presença de árvores de grande porte com raízes adaptadas para suportar o excesso de água e a fertilização constante proporcionada pelas inundações anuais. Essas florestas são particularmente importantes para o ciclo hidrológico local, pois agem como reguladoras da quantidade de água disponível nas áreas circundantes. De acordo com Araújo *et al.*, (2017), as inundações, que ocorrem geralmente durante a temporada de chuvas, promovem a deposição de sedimentos ricos em nutrientes, o que favorece a regeneração da vegetação e o desenvolvimento de uma fauna diversificada. Esse ciclo de inundação é essencial para a manutenção da estrutura ecológica da floresta.

A presença da floresta ombrófila densa aluvial é particularmente evidente ao longo das margens do Rio Tocantins e Itacaiúnas, onde o solo aluvial, composto por sedimentos finos trazidos pelas águas, favorece a formação de uma vegetação densa e de difícil penetração. De acordo com Souza *et al.* (2019), as árvores dessa formação florestal são tipicamente de grande porte e com alto índice de crescimento, adaptadas ao ambiente úmido e saturado, como as espécies da família Leguminosae, Bombacaceae e Myrtaceae, que dominam as áreas de solo aluvial. Além disso, a densa cobertura vegetal dessas florestas proporciona habitat e alimento para diversas espécies de fauna, como aves, mamíferos e répteis, que dependem das áreas alagadas para sobreviver (Gonçalves *et al.*, 2018).

É importante ressaltar que as florestas aluviais possuem um ciclo hidrológico único, elas abrigam uma grande diversidade de espécies endêmicas e migratórias. A alternância entre períodos de alagamento e seca favorece a adaptação de diversas espécies de plantas e animais, criando uma dinâmica ecológica que é essencial para o equilíbrio do ecossistema regional. Segundo Fearnside (2016), essas florestas são vitais para o armazenamento de carbono e para a proteção dos solos contra a erosão, desempenhando funções importantes na mitigação das mudanças climáticas.

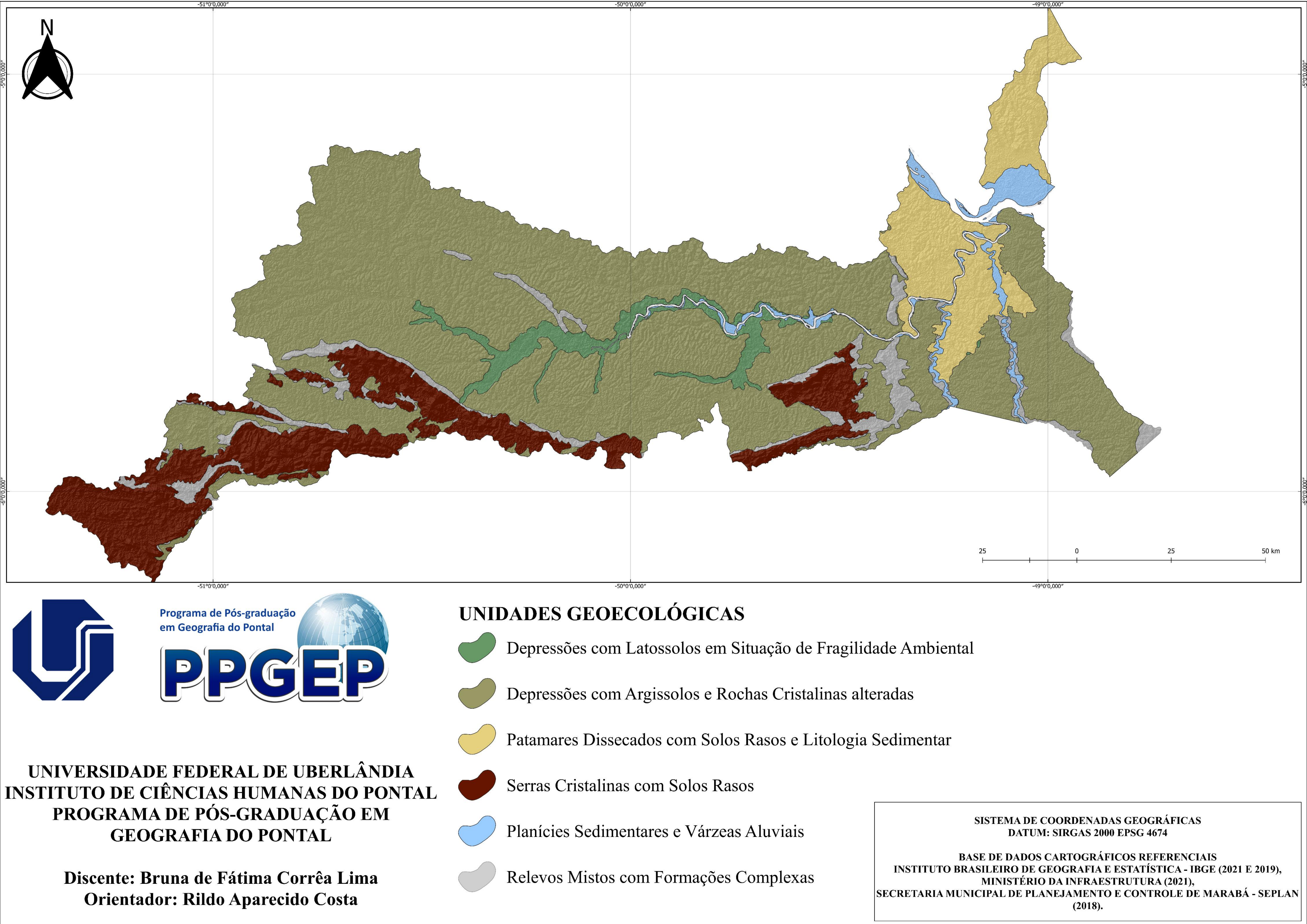
5. UNIDADES GEOECOLÓGICAS E IMPACTOS

A análise geoecológica de paisagens representa uma abordagem integradora no estudo do território, permitindo a interpretação das relações entre os componentes físicos e bióticos da paisagem, suas dinâmicas e potencialidades. Essa leitura do espaço, conforme preconizada por Rodriguez (2004) e Vicente (2018), parte da articulação entre elementos, possibilitando uma regionalização fundamentada em critérios ecológicos e geográficos. Ao adotar tal perspectiva, busca-se compreender o funcionamento do sistema paisagem, orientando estratégias de planejamento territorial e de uso sustentável dos recursos naturais.

No contexto do município de Marabá, a delimitação das unidades geoecológicas possibilita identificar os principais compartimentos fisiográficos e suas implicações para o uso do solo, conservação ambiental e desenvolvimento socioeconômico. A região caracteriza-se por uma elevada diversidade geomorfológica e ecológica, resultado da sobreposição de fatores naturais como a interação entre escudos cristalinos, coberturas sedimentares, rede hidrográfica complexa e clima tropical úmido.

Neste sentido, agrupados por áreas com características semelhantes, com base no mapeamento elaborado, foram identificadas seis unidades geoecológicas no município de Marabá, demonstradas no mapa (figura 16).

Figura 16 - Mapa de Geoecologia das Paisagens



Assim, as unidades apresentam características similares principalmente no que tange a geomorfologia, geologia e disseminação pedológica, criando ambientes que, considerando a disseminação da fisionomia ambiental e o tipo de ação antrópica, podem trazer benefícios ou malefícios sobre os ambientes.

5.1 Depressões com Latossolos em Situação de Fragilidade Ambiental

A ocorrência de depressões associadas a geologias do tipo metachert e mármore revela uma paisagem de transição ecológica e geomorfológica, que envolve processos estruturais e funcionais interdependentes. Na visão geológica, estas áreas são preferencialmente compostas por formações de metachert e mármore, metamórficas e origem carbonática ou silicosa, resultantes da transformação de rochas sedimentares sob condições de alta pressão e temperatura.

Na área de estudo, os desenvolvimentos do relevo sobre essas litologias tendem a ter baixa declividade, favorecendo o acúmulo de materiais intemperizados e a formação de solos profundos. Essas feições representam áreas onde há concentração de processos pedogenéticos e hídricos, o que contribui para o surgimento de latossolos bem desenvolvidos.

Inseridos neste contexto, os latossolos vermelho-amarelos aparecem em sua maior parte, especialmente os distróficos, sendo solos altamente intemperizados, com horizontes A pouco espessos e horizonte B latossólico bem estruturado, resultante de longo processo de pedogênese sob clima quente e úmido. São solos profundos e bem drenados, mas de baixa fertilidade natural, com baixa saturação por bases e alta acidez, o que exige práticas de correção para uso agrícola (EMBRAPA, 2018).

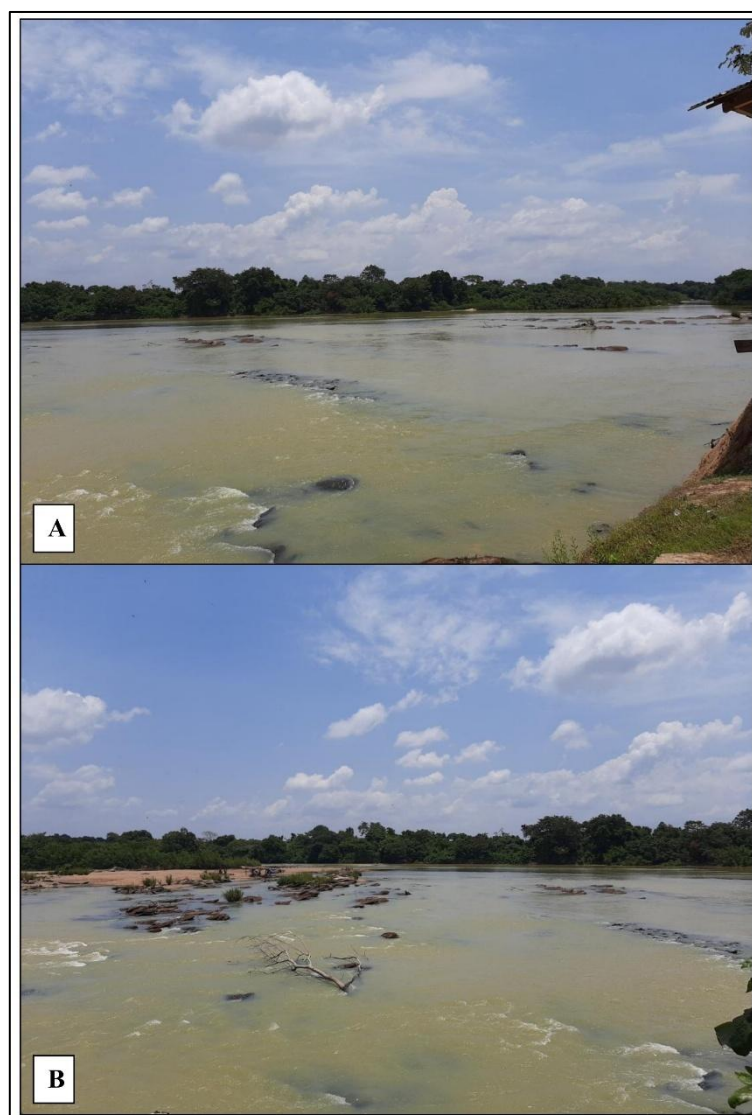
A formação desses latossolos sobre substratos como mármore e metachert indica condições pedogenéticas de estabilidade morfodinâmica, com taxas de intemperismo superiores à de remoção de material, favorecendo a evolução do perfil do solo.

A disseminação da tipologia florestal concentra-se em floresta ombrófila densa submontana, que se desenvolvem em ambientes úmidos, com alta pluviosidade e solos profundos, mesmo que quimicamente pobres. A presença dessa fisionomia florestal indica que, mesmo com solos de baixa fertilidade, o balanço hídrico positivo e a estrutura do solo permitem o desenvolvimento de uma vegetação arbórea densa, desde que não severamente degradada.

Apesar da alta resiliência ecológica, a combinação de solo com baixa fertilidade e relevo plano favorece sua ocupação antrópica, especialmente para pastagens, cultivos ou atividades extrativas. Assim, a paisagem originalmente coberta por floresta passa a ser

fragmentada, surgindo áreas de uso agropecuário, desmatamento seletivo e formação de capoeiras. Essas intervenções alteram o funcionamento do ecossistema, comprometem o ciclo hidrológico e aumentam a vulnerabilidade a processos de erosão, compactação e perda de biodiversidade.

Figura 17 – Mosaico de Exemplos da Unidade I



Fonte: Arquivo da autora (2025)

Para o desenvolvimento econômico, é necessário considerar as limitações ecológicas e físicas da paisagem. Essas aptidões variam conforme o tipo de uso, o nível de intervenção humana e o manejo adotado, mas é possível coexistir com atividades de agrossilvicultura e sistemas agroflorestais uma vez que, nestes sistemas, espécies agrícolas e florestais são cultivadas em consórcio, o que ajuda a manter a cobertura vegetal e reduzir a erosão. O uso de

técnicas como adubação verde, consórcios com leguminosas e o manejo do sombreamento tornam esses sistemas adequados para áreas com latossolos distróficos.

Também é possível realizar atividades de extrativismo vegetal não madeireiro já que estas atividades apresentam baixo impacto ambiental quando manejadas de forma cooperativa ou comunitária em áreas que ainda apresentam fragmentos florestais significativos.

Em contrapartida, é identificável uma série de riscos ambientais potenciais, decorrentes da interação entre os fatores geoecológicos e os usos do solo. Apesar dos latossolos apresentarem boa estrutura física e estabilidade sob vegetação nativa, eles são altamente susceptíveis à erosão laminar e em sulcos quando há retirada da cobertura vegetal, atrelado a isto, as depressões naturais, com leve declividade e acúmulo de água, podem se transformar em zonas de escoamento concentrado, podendo acarretar assoreamento de drenagens, perda de camada fértil do solo, compactação superficial entre outras ações semelhantes.

5.2 Depressões com Argissolos e Rochas Cristalinas Alteradas

Essa configuração ecofísica demonstra uma unidade geoecológica marcada por processos interativos entre substrato geológico, dinâmica pedogenética, morfologia do relevo e cobertura vegetal. São áreas com predominância de rochas metagrauwaque composta por sedimentos originalmente ricos em feldspato, mica e quartzo, apresentando moderada a baixa resistência ao intemperismo, formando perfis de alteração espessos e solos argilosos em ambientes tropicais úmidos; as rochas calcissilicáticas, advindas do metamorfismo de sedimentos carbonáticos silicatados com características químicas heterogêneas, presença de cálcio, magnésio e sílica em proporções variáveis, influenciando diretamente a composição mineral dos solos, podendo induzir formas de relevo deprimidas devido à maior solubilidade dos minerais carbonáticos em comparação com os silicáticos.

Onde essas rochas afloram, as depressões se formam em áreas onde o intemperismo diferencial atua sobre os contatos litológicos ou zonas de fraturas, favorecendo o rebaixamento da superfície e o acúmulo de sedimentos. Essas formas são típicas de regiões de transição entre compartimentos mais elevados e planícies colúviais, desempenhando papel importante no armazenamento de água e na organização hidrológica da bacia.

Os solos formados nessas áreas resultam do acúmulo de argila no horizonte B (horizonte iluvial), devido à lixiviação das partículas finas ao longo do tempo. São solos com perfil bem estruturado, mas apresentam baixa fertilidade natural e suscetibilidade à erosão quando não protegidos por cobertura vegetal (EMBRAPA, 2018). A geologia tem papel

fundamental na formação destes solos uma vez que exercem influência química na pedologia, o que pode enriquecer ou empobrecer o solo dependendo do grau de alteração mineral. A presença de cálcio e magnésio nas rochas calcissilicáticas pode melhorar a capacidade de troca catiônica, mas não elimina a necessidade de manejo adequado.

Mais uma vez, o extrato florestal predominante é a floresta ombrófila densa submontana com e sem dossel emergente. A presença ou ausência de dossel emergente indica o grau de conservação ou de alteração da vegetação original: áreas com dossel emergente representam florestas maduras e pouco alteradas, enquanto aquelas sem esse estrato sugerem vegetação secundária ou em processo de regeneração (IBGE, 2012).

É importante destacar que parte desta unidade sobrepõe a unidades de conservação como a Reserva Biológica do Tapirapé, Floresta Nacional do Itacaiúnas e a Floresta Nacional do Tapirapé-Aquiri, uma vez que a vegetação atua na estabilização do solo, na manutenção da umidade e na conservação da biodiversidade, sendo essencial para o funcionamento hidrológico da paisagem, especialmente em áreas deprimidas com solos suscetíveis à erosão.

As áreas onde a vegetação foi suprimida ou substituída por usos agropecuários ou urbanos representam zonas críticas do ponto de vista ambiental. Nessas áreas, os argissolos expostos tornam-se vulneráveis à erosão, ao carreamento de sedimentos e à compactação do solo. Além disso, a ausência de cobertura vegetal compromete o microclima local, reduz a infiltração de água e aumenta o escoamento superficial. Em ambientes com depressões, isso pode agravar processos como o assoreamento de nascentes, perda de biodiversidade, diminuição da recarga de aquíferos e fragmentação do habitat.

A junção destes condicionantes compõe uma unidade geocológica de alto valor ecológico, com média a alta vulnerabilidade ambiental e potencial limitado para uso intensivo sem manejo.

Figura 18 – Mosaico de Exemplos da Unidade II



Fonte: Araújo (2024).

Compreendendo a conjuntura físico-biótica e à sua vulnerabilidade, atividades que incentivem o uso moderado dos recursos ambientais são essenciais para o equilíbrio ambiental do sistema, a produção agroflorestal em bases sustentáveis como implantação de sistemas agroflorestais (SAFs), especialmente aqueles que combinam espécies nativas e frutíferas, são excelentes para se executarem em áreas com estas características.

Em áreas ainda bem conservadas, com presença de dossel emergente e espécies florestais nativas, há aptidão para o extrativismo sustentável de produtos florestais não madeireiros, como sementes oleaginosas, andiroba, copaíba, frutos silvestres e plantas medicinais. Esse tipo de exploração pode ser aliado a políticas de uso tradicional e de valorização da biodiversidade amazônica, com impactos reduzidos sobre o ecossistema.

A topografia e a disponibilidade hídrica em depressões tornam essas áreas moderadamente aptas à pecuária extensiva ou semiextensiva, sobretudo quando associadas a técnicas de manejo rotacionado e proteção de áreas de recarga.

Embora apresentem aptidões econômicas compatíveis com o uso sustentável, tais áreas estão também associadas a importantes riscos ambientais quando mal manejadas, sobretudo em cenários de pressão antrópica intensa e ausência de planejamento territorial.

Os argissolos vermelhos, embora profundos, apresentam horizonte superficial com baixa estrutura e coesão, tornando-se altamente suscetíveis à erosão laminar e à formação de ravinas quando desprotegidos da cobertura vegetal (EMBRAPA, 2018). A ocupação desordenada para agricultura ou pastagens, sem práticas conservacionistas, leva à perda de solo fértil, assoreamento de corpos d'água e degradação da paisagem.

A introdução de práticas intensivas como o pastejo contínuo ou o uso de máquinas pesadas em solos argilosos compactáveis contribui para a redução da porosidade, dificultando a infiltração de água, aumentando o escoamento superficial e limitando o desenvolvimento radicular das plantas, o que prejudica a regeneração natural da vegetação e reduz a resiliência ecológica da unidade geoecológica.

A retirada da vegetação nativa, especialmente em trechos com dossel emergente, gera fragmentação do habitat, perda de biodiversidade e ruptura nos ciclos hidrológicos locais. Além disso, a ausência de cobertura florestal favorece microclimas mais secos e o aumento da temperatura do solo, agravando processos de degradação e dificultando a restauração ecológica posterior (IBGE, 2012).

As depressões com solos argilosos funcionam como zonas de acumulação hídrica, que podem atuar como receptores de resíduos agrícolas e sedimentos contaminados, sobretudo em áreas com uso intensivo de fertilizantes e defensivos químicos. A baixa permeabilidade superficial pode intensificar o transporte de poluentes para a drenagem local e comprometer aquíferos rasos, especialmente em substratos calcissilicáticas, que favorecem a infiltração seletiva.

5.3 Patamares Dissecados com Solos Rasos e Litologia Sedimentar

Revelando uma forte correlação entre a estrutura geológica, a forma do relevo, a pedogênese e a vegetação, a integração que compõe esta unidade representa as transições geomorfológicas da região amazônica, especialmente em setores de serras, escarpas e suas adjacências.

A disseminação de rochas sedimentares e metassedimentares possuem diferentes graus de resistência ao intemperismo, o que favorece a formação de degraus topográficos ou patamares por processos de erosão diferencial. Tais formas são comuns em áreas onde há alternância de camadas mais resistentes com outras mais friáveis, refletindo diretamente a estrutura geológica regional (CPRM, 2010).

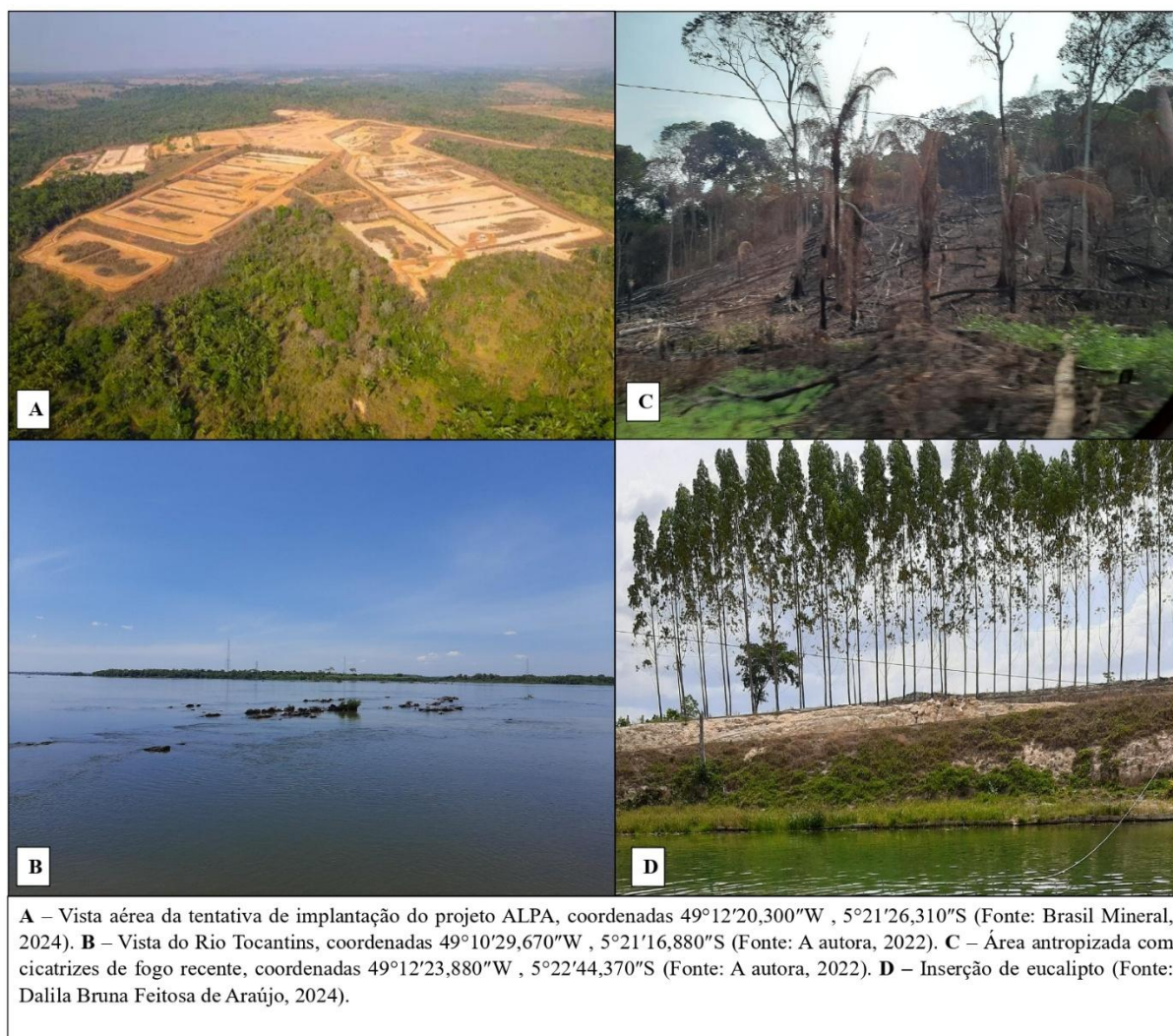
A resistência maior de algumas dessas litologias confere estabilidade relativa a certos níveis altimétricos, enquanto as rochas menos resistentes sofrem rebaixamento erosivo. Isso dá origem a superfícies em degraus ou terraços estruturais, com bordas mais abruptas e compartimentos planos ou suavemente ondulados — frequentemente classificados como patamares ou escarpas residuais (Ross, 1990).

A predominância de neossolos litólicos nesses ambientes confirmam o caráter raso e pouco desenvolvido do solo, geralmente com presença de rocha a poucos centímetros da superfície. Esses solos são típicos de áreas de forte dissecação, onde a erosão impede a formação de perfis profundos e os processos pedogenéticos são limitados, possuindo baixa fertilidade natural, elevada drenagem e susceptibilidade à erosão. A presença de fragmentos rochosos no solo ou afloramentos frequentes reforça sua baixa aptidão para uso agrícola convencional, exigindo manejos diferenciados (EMBRAPA, 2018).

A presença de fragmentos florestais ombrófilos e densos nesses patamares indica áreas menos acessíveis e ainda relativamente preservadas, onde o relevo e a baixa fertilidade do solo inibem a conversão para usos intensivos. Essas formações florestais são adaptadas à alta umidade e baixa variação térmica, e apresentam alta diversidade florística, estruturada em múltiplos estratos.

Nas porções mais baixas, próximas a vales ou drenagens, a floresta aluvial ocupa áreas com maior acúmulo de matéria orgânica, solos mais úmidos e inundáveis. Essas zonas funcionam como áreas de transição entre os patamares e os fundos de vale, e possuem grande importância ecológica, hidrológica e paisagística (IBGE, 2012).

Figura 19 – Mosaico de Exemplos da Unidade III



Fonte: Araújo (2024).

Neste sentido, no que tange os setores econômicos, as aptidões tornam-se limitadas visto suas características. De maneira a integrar as atividades com a composição ambiental, nos remanescentes de floresta ombrófila densa apresentam grande aptidão para o extrativismo de produtos florestais não madeireiros, como óleos vegetais, frutos nativos, cipós e plantas medicinais. A presença de dossel estruturado, diversidade de espécies e microclimas úmidos favorecem práticas extrativistas de baixo impacto, especialmente em territórios sob gestão comunitária ou tradicional.

Atividades de silvicultura e reflorestamento com espécies nativas pode ser útil para reconectar fragmentos florestais e restaurar serviços ecossistêmicos. Em áreas alteradas, a pecuária extensiva de baixo impacto pode ser compatível desde que conduzida com critérios técnicos, evitando o sobrepastejo, a compactação do solo e a degradação da vegetação

remanescente, fazendo o uso de sistemas silvipastoris e a proteção de áreas com solo muito raso e alta declividade.

Por outro lado, os setores já convertidos para uso antrópico refletem as pressões socioeconômicas sobre a paisagem e revelam zonas de maior vulnerabilidade ambiental, principalmente quando o uso intensivo se sobrepõe aos solos frágeis e aos terrenos declivosos. Destaca-se que esta unidade abrange grande parte do perímetro urbano, com destaque para o Núcleo Cidade Nova.

Estas áreas apresentam um conjunto específico de riscos ambientais. Esses riscos decorrem da fragilidade natural dessas unidades geoecológicas associada à pressão de uso do solo, especialmente quando a ocupação não respeita as limitações geomorfológicas, pedológicas e ecológicas.

A conversão para pastagens e uso pecuário intensivo pode levar à compactação dos solos rasos, reduzindo sua já limitada capacidade de infiltração e dificultando a regeneração vegetal. Em Neossolos, o pisoteio animal e o tráfego de máquinas tendem a intensificar o escoamento superficial e dificultar a revegetação.

Os neossolos litólicos são naturalmente rasos, com pouca estrutura e elevada susceptibilidade à erosão. A retirada da vegetação nativa, especialmente nas bordas dos patamares, pode causar erosão laminar e formação de sulcos ou ravinas, devido à baixa capacidade de retenção hídrica e à exposição direta ao escoamento superficial. Em áreas de relevo mais acidentado, o risco de movimentos de massa superficiais (solapamentos) também aumenta (EMBRAPA, 2018).

As áreas planas ou ligeiramente inclinadas dos patamares funcionam como zonas de captação e escoamento de águas pluviais. Quando cobertas por vegetação, atuam como reguladoras do ciclo hidrológico. Contudo, sua conversão sem práticas conservacionistas favorece o escoamento concentrado e a exportação de sedimentos, podendo resultar em assoreamento de drenagens, nascentes e áreas aluviais — impactando diretamente a qualidade e a disponibilidade da água (Philippi Jr., 2001).

5.4 Serras Cristalinas com Solos Rasos

Estas paisagens possuem elevada complexidade geodinâmica e ecológica, com forte interdependência entre os elementos geoambientais, evidenciando a influência da geologia sobre o relevo, a importância dos processos pedogenéticos e a resposta ecológica das formações vegetais diante dos condicionantes físicos do meio.

As rochas do tipo metagrauvaques são metassedimentares ricas em quartzo, com boa competência mecânica e resistência à erosão, o que contribui para a formação de relevos residuais elevados, como serras, colinas dissecadas e cristas estruturais (CPRM, 2010). As Rochas Calcissilicáticas, por serem resultantes de processos metamórficos envolvendo impurezas carbonáticas e silicáticas, possuem variações de resistência, o que também favorece a erosão seletiva e o destaque de elevações topográficas.

A associação dessas litologias com estruturas geológicas resistentes e alinhadas favorece o modelado serrano, caracterizado por altitudes médias a elevadas, declividades moderadas a fortes e vertentes dissecadas. Essas formas de relevo representam compartimentos geomorfológicos antigos, parcialmente conservados, que atuam como divisores de drenagem e corredores ecológicos naturais.

A disseminação de solos do tipo argissolos vermelho, bem desenvolvidos, com horizonte B textural argiloso, são resultado da ação prolongada de intemperismo e movimentação lateral de argilas. Eles apresentam fertilidade variável, boa drenagem, mas são susceptíveis à erosão em áreas declivosas, sobretudo quando desprotegidos por cobertura vegetal (EMBRAPA, 2018).

Nas serras, esses solos tendem a ocorrer nas vertentes menos íngremes ou nos topos suavemente ondulados, sendo geralmente profundos, embora possam apresentar variações conforme a exposição das rochas ou o grau de alteração do substrato. A presença de rochas metassedimentares e metamórficas contribui para a presença de minerais primários que enriquecem quimicamente esses solos, favorecendo a diversidade vegetal.

A floresta ombrófila densa submontana domina a maior área da unidade, representa áreas com maior umidade, menor insolação direta e solos mais desenvolvidos, como os argissolos em zonas de topos ou vertentes com maior retenção hídrica. Essa fitofisionomia caracteriza-se por uma estrutura complexa, com estratificação vertical, dossel contínuo ou emergente e presença de espécies higrófilas.

Em contrapartida, a floresta ombrófila aberta submontana tende a ocorrer em vertentes mais íngremes, encostas expostas ou áreas com solos mais rasos e pedregosos, sendo marcada pela descontinuidade do dossel e maior presença de espécies adaptadas a condições mais secas ou com limitações edáficas. É importante ressaltar que esta unidade também se dissemina em áreas de unidade de conservação como a Reserva Biológica do Tapirapé, Floresta Nacional do Itacaiúnas e a Floresta Nacional do Tapirapé-Aquiri.

A existência de áreas alteradas antrópicamente no interior ou entorno dessas formações revela pressão de uso do solo, seja pela extração mineral, abertura de pastagens ou cultivos temporários, muitas vezes sem considerar as limitações impostas pela declividade, profundidade do solo e fragilidade ecológica.

Figura 20 – Mosaico de Exemplos da Unidade IV



Fonte: Zé Dudu (2018).

As junções destas condicionantes apresentam aptidões econômicas específicas, fortemente condicionadas pela geologia mineralizada, pela morfologia acidentada e pela fragilidade ecológica do ambiente. Contudo, as limitações geoambientais impõem restrições a usos intensivos e exigem estratégias de ordenamento territorial baseadas na sustentabilidade.

A principal aptidão econômica dessas áreas está na exploração mineral, notadamente no caso do Salobo, que representa uma das maiores jazidas de cobre do Brasil, associado a ouro, com reservas em formações do tipo grauvaque metamorfizado (xingu complex, subgrupo

igarapé salobo). Essas rochas possuem alto potencial para mineralizações do tipo stratabound ou pórfiro Cu-Au, ligadas a processos geotectônicos paleoproterozoicos (VALE, 2012).

A mineração, por sua escala e impacto, requer planos de controle ambiental rigorosos, envolvendo recuperação de áreas degradadas, controle de resíduos e mitigação de impactos sobre a biodiversidade e os recursos hídricos.

Além disso, a região oferece aptidão para atividades técnicas e científicas de apoio à mineração, o que pode fomentar arranjos produtivos locais voltados ao setor mineral e à formação técnica.

Em áreas alteradas ou de borda de exploração mineral, a silvicultura adaptada e recuperação ambiental podem ser grandes aliados. Projetos de reflorestamento com espécies nativas adaptadas a solos argilosos e relevo ondulado e sistemas agroflorestais em zonas tampão entre áreas protegidas e impactadas são boas opções.

A estrutura dessa paisagem está sujeita a riscos ambientais significativos derivados da vulnerabilidade natural associada a pressões econômicas intensas, que afetam tanto os elementos abióticos quanto os bióticos.

A erosão hídrica e a perda de solos são um risco potencial para áreas com estas características. Os argissolos vermelhos, apesar de relativamente profundos e férteis, apresentam horizontes texturais marcantes, o que favorece o escoamento superficial em áreas declivosas. A remoção da vegetação nativa em encostas e topos de serra potencializa a erosão laminar e em sulcos, levando à perda da camada superficial fértil e à degradação irreversível do solo.

A principal atividade exercida é a mineração e ela traz diversos riscos sem planejamento adequado. A mineração metálica envolve remoção da cobertura vegetal, escavações profundas, disposição de rejeitos e alteração do regime hídrico, podendo acarretar em contaminação de corpos d'água por metais pesados – aqui, é importante ressaltar a ocorrência da contaminação por mercúrio derivada da extração de ouro em Serra Pelada, município de Curionópolis, limítrofe com Marabá.

A intensa modificação topográfica provocada pela mineração, associada à erosão de encostas, resulta na deposição de sedimentos em cursos d'água e nascentes. Isso altera o regime de escoamento superficial e subterrâneo, podendo comprometer tanto a qualidade da água quanto a disponibilidade hídrica para populações humanas, fauna e flora.

As florestas ombrófilas submontanas abrigam elevada biodiversidade e funcionam como reguladoras microclimáticas e hídricas. A supressão parcial ou total desses ecossistemas,

para abertura de vias, pilhas de estéril ou áreas operacionais, acarreta em redução da biodiversidade, perda de serviços ecossistêmicos, ampliação da fragmentação e aumento do efeito de borda, expansão de espécies invasoras entre outros. Cabe destacar que o projeto Salobo está instalado no interior da Floresta Nacional de Tapirapé-Aquiri.

5.5 Planícies Sedimentares e Várzeas Aluviais

Estas áreas representam uma configuração geoecológica singular, onde a interação entre os fatores físicos e bióticos da paisagem produzem sistemas frágeis, de grande valor ecológico, mas sujeitos a pressões intensas de uso. Esta unidade abrange uma porção significativa da área urbana, sobrepondo, o planejamento territorial definido pelo Plano Diretor Municipal, como Zona de Interesse Ambiental I - ZEIA.

Estas zonas, são classificadas como porções do território municipal delimitadas com base no interesse público e na necessidade coletiva de assegurar a preservação, conservação, manutenção ou restauração de paisagens naturais, estejam elas intactas ou já impactadas por ações humanas. Em especial, a ZEIA I corresponde a áreas de várzeas, varjões e igapós que se encontram desocupadas ou com baixa ocupação, além de regiões situadas em cotas altimétricas inferiores. Essa delimitação baseia-se na altitude de 82,00 (oitenta e dois) metros, adotada como critério técnico em razão da suscetibilidade a inundações, conforme o histórico de eventos desse tipo no município de Marabá, sendo essa referência amplamente utilizada pela Defesa Civil Municipal.

As rochas sedimentares e metassedimentares presentes nessas áreas, possuem composição mineralógica variável, com presença significativa de silicatos e carbonatos, que influenciam diretamente nos processos de intemperismo químico e na formação de solos argilosos e medianamente profundos. Conjuntamente, a disseminação de argissolos vermelho-amarelos, bem drenados, sujeitos à erosão laminar e à compactação, especialmente em áreas planas com baixa cobertura vegetal.

A presença de floresta ombrófila densa submontana em áreas ligeiramente mais elevadas indica uma adaptação a condições de solo argiloso e profundidade média, com regime hídrico relativamente estável. Já a floresta ombrófila densa aluvial, predominante nas planícies, indica áreas com solos hidromórficos, sujeitos à inundação periódica ou com lençol freático próximo à superfície. Essa fitofisionomia é caracterizada por elevada biodiversidade, com espécies adaptadas a ambientes úmidos, solos mal drenados e sazonalmente encharcados.

A transição entre essas formações vegetais é influenciada tanto pela variação do microrelevo quanto pela dinâmica hidrológica. As áreas antrópicas adjacentes, com uso agropecuário ou pastagens, frequentemente se instalam sobre essas planícies pela facilidade de mecanização, mas isso representa um alto risco ambiental, especialmente em zonas de vegetação aluvial sensível.

Essas áreas são unidades de elevada heterogeneidade funcional, que cumprem papel estratégico no equilíbrio do sistema ecológico regional. As planícies formadas por processos erosivos e deposicionais, apoiadas sobre substratos relativamente friáveis e com solos suscetíveis, funcionam como zonas de amortecimento hídrico, corredores ecológicos e áreas de acumulação de matéria orgânica. A presença da vegetação aluvial confere resiliência ecológica, desde que não haja substituição por monoculturas, degradação do solo ou modificação da rede de drenagem.

Figura 21 – Mosaico de Exemplos de Usos da Unidade V



Fonte: a autora (2022).

Esta unidade oferece aptidões econômicas diversas, mas que devem ser compatibilizadas com a alta sensibilidade ecológica e hídrica desses ambientes. Localizadas em planícies com solos medianamente férteis e boa disponibilidade hídrica, apresentam aptidão para cultivos de ciclo curto e agroecossistemas diversificados, desde que conduzidos com técnicas conservacionistas. Os argissolos vermelho-amarelos, apesar de sua fertilidade natural limitada, respondem bem a práticas de correção do solo, como calagem e adubação orgânica, especialmente quando associados à agrofloresta, à fruticultura tropical (açaí, cupuaçu, cacau) e a sistemas silvipastoris.

Em locais com relevo plano e pastagem natural ou degradada, essas planícies podem ser utilizadas para pecuária bovina de corte ou leiteira, preferencialmente em modelos

rotacionados ou integrados. Contudo, é necessário controle da compactação do solo e das práticas de manejo para evitar degradação e contaminação hídrica.

A presença de fragmentos de floresta ombrófila densa aluvial, ainda que degradados, revela o potencial para atividades extrativistas sustentáveis, como extração de frutos (açaí, andiroba, bacaba), plantas medicinais e aromáticas, madeira legalizada de manejo florestal sustentável (em áreas autorizadas).

A topografia predominantemente plana a levemente ondulada dessas áreas, aliada à presença de vegetação aluvial, indicadora de ambientes periodicamente inundáveis, revela uma grande suscetibilidade a enchentes sazonais, especialmente durante a estação chuvosa amazônica. Este risco é agravado por ocupações em áreas de várzea e margens fluviais, supressão da vegetação ciliar, assoreamento de igarapés e obstrução de canais naturais, baixa permeabilidade em áreas compactadas ou com pastagem degradada.

Figura 22 – Mosaico de Exemplares da Unidade V



Fonte: a autora (2022).

Os argissolos vermelho-amarelos, por sua estrutura textural com horizonte B argiloso, são naturalmente propensos à erosão laminar e formação de sulcos, especialmente quando a cobertura vegetal é removida.

A utilização dessas áreas para agricultura intensiva ou pecuária pode introduzir contaminantes químicos (agrotóxicos, fertilizantes, dejetos animais) nos corpos d'água próximos. Isso é especialmente crítico em planícies com lençol freático elevado ou nas zonas úmidas e alagáveis. O assoreamento dos cursos d'água é acelerado pela erosão dos solos expostos e pela ausência de barreiras vegetais nas margens. Isso altera a morfologia fluvial e reduz a capacidade de escoamento natural.

5.6 Relevos Mistos com Formações Complexas

Esta unidade revela uma interação complexa entre os fatores geológicos, pedológicos, geomorfológicos e biogeográficos. Essa configuração, comum em porções da Amazônia Oriental, especialmente em regiões como o sudeste do Pará, está ligada a processos naturais de modelagem da paisagem e pressões antrópicas contemporâneas.

As depressões estruturais e erosivas em questão se formam sobre substratos geológicos frágeis ou pouco resistentes à ação intempérica e fluvial, como o argilito, siltito, calcário e rochas metassedimentares friáveis. Esses materiais tendem a apresentar fissuras, fraturas e baixa coesão, o que facilita sua remoção por erosão hídrica e subterrânea. Nas áreas calcárias, processos de carstificação também podem ocorrer, contribuindo para a formação de vales e colapsos estruturais.

O solo predominante, o neossolo quartzarênico, caracteriza-se por baixo desenvolvimento pedogenético, altíssimo teor de areia, baixa capacidade de retenção de água, ausência de horizontes diagnósticos e baixíssima fertilidade natural. Essa condição dificulta a sustentação de vegetação densa e favorece a alta percolação de água e escoamento superficial, vulnerabilidade à erosão laminar e ravinas e baixa resiliência a distúrbios antrópicos. Tais solos estão comumente presentes em terrenos baixos ou deprimidos, onde a deposição de sedimentos arenosos é favorecida pela dinâmica fluvial e coluvionar.

A presença de floresta ombrófila densa submontana e aluvial evidencia a alta umidade edáfica e climática da região, além da importância hidrológica das depressões como áreas de acúmulo e escoamento. A vegetação aluvial indica locais com inundações periódicas ou encharcamento do solo, que mantêm um microclima favorável a espécies higrófilas. Já a floresta

submontana aparece em bordas ou interflúvios associados, formando mosaicos que refletem gradientes de drenagem e fertilidade natural.

Aqui, as aptidões econômicas são restritas e condicionadas a práticas que respeitem suas limitações naturais. Os neossolos quartzarênicos, por sua textura arenosa, baixa capacidade de troca catiônica (CTC) e pouca profundidade, oferecem baixa fertilidade natural e alta vulnerabilidade à erosão, o que limita fortemente o uso agrícola convencional. No entanto, há viabilidade de uso para pecuária extensiva de baixa densidade, com pastagens adaptadas a solos pobres, cultivos florestais adaptados a solos arenosos, como espécies nativas ou sistemas de produção agroflorestal e uso de gramíneas de cobertura para proteção do solo e incremento de matéria orgânica.

A vegetação nativa dominante — especialmente a floresta ombrófila densa aluvial — possui elevada importância ecológica e pode ser utilizada como base para projetos de restauração e manejo florestal sustentável, como exploração madeireira controlada, com planos de manejo florestal (PMFS), créditos de carbono e pagamento por serviços ambientais, em áreas com vegetação remanescente ou passíveis de regeneração.

A presença simultânea de geologia erodível, solos arenosos e vegetação higrófila em depressões formam uma paisagem de alta fragilidade ambiental, condições naturais limitantes e pressões antrópicas crescentes, conduzindo a um conjunto expressivo de riscos ambientais.

As depressões topográficas são áreas naturais de acumulação de água. Combinadas à presença de florestas aluviais, indicadoras de umidade e regime hídrico intenso, e solos arenosos altamente permeáveis, essas regiões são especialmente propensas a inundações sazonais, devido à baixa declividade e dificuldade de escoamento e alagamentos localizados, agravados pela supressão da vegetação ciliar e urbanização desordenada.

Os neossolos quartzarênicos, extremamente arenosos e mal estruturados, favorecem o carreamento de sedimentos pelas águas das chuvas, sobretudo em áreas com desmatamento ou manejo inadequado. Esse material se acumula em igarapés e canais de drenagem natural, reduzindo sua profundidade e vazão e áreas úmidas e várzeas, promovendo processos de soterramento de habitats aquáticos.

Devido à baixa coesão e ausência de estrutura nos solos quartzarênicos, essas áreas apresentam facilidade de remoção superficial do solo, formação de sulcos e ravinas em trechos mais inclinados, mesmo que levemente. A erosão é intensificada pela ausência de cobertura vegetal contínua e pela compactação do solo por atividades antrópicas, como pecuária extensiva ou abertura de vias vicinais.

Atividades como agricultura, pastagem ou extração mineral, em ambientes frágeis e próximos a corpos hídricos, aumentam o risco de introdução de fertilizantes, pesticidas e resíduos orgânicos no lençol freático e alteração da qualidade físico-química da água.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A abordagem geossistêmica proposta por Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017) mostrou-se apropriada para a interpretação das interações dinâmicas entre os elementos da paisagem. Através da combinação entre dados geológicos, geomorfológicos, pedológicos, hidrológicos e da cobertura vegetal, foi possível estruturar uma análise capaz de integrar aspectos estruturais e funcionais da paisagem. Essa leitura foi fundamental para a delimitação das unidades geoecológicas de Marabá, as quais foram descritas com base em atributos físicos, usos do solo, níveis de degradação e riscos ambientais associados.

As unidades identificadas como as depressões com argissolos e rochas cristalinas alteradas, patamares dissecados com solos rasos, serras cristalinas, planícies sedimentares e várzeas aluviais, além dos relevos mistos com formações complexas, revelam a diversidade e a complexidade ambiental do território marabaense. A metodologia adotada permitiu identificar como os condicionantes físicos, atuando em conjunto, exercem influência direta sobre os padrões de uso e ocupação do solo, determinando zonas de maior ou menor vulnerabilidade ambiental. A análise integrada demonstrou, por exemplo, que áreas de solos rasos em encostas íngremes estão associadas a elevados níveis de erosão, enquanto as várzeas e planícies, devido à baixa altitude e à proximidade dos cursos d'água, enfrentam pressões severas derivadas da ocupação urbana desordenada e da expansão agrícola sem planejamento.

A inter-relação entre as condicionantes naturais e os usos antrópicos do território revelou a atuação sinérgica de processos que promovem desequilíbrios ecológicos significativos. A mineração, a pecuária extensiva e o crescimento urbano acelerado, muitas vezes desprovido de critérios técnicos e ambientais, têm se consolidado como vetores predominantes de pressão sobre o meio físico, alterando a dinâmica natural das unidades paisagísticas. Tais processos ocasionam impactos cumulativos e complexos, como a compactação e a perda de solo, a fragmentação da vegetação nativa, a poluição de recursos hídricos e o aumento do risco de desastres ambientais, especialmente em áreas suscetíveis como encostas, margens fluviais e ambientes de transição.

Em termos de planejamento, os resultados obtidos evidenciam a importância da adoção de estratégias territorializadas que respeitem a diversidade ambiental do município. O mapeamento geoecológico gerado por esta pesquisa representa um instrumento valioso para orientar o zoneamento ecológico-econômico (ZEE) municipal, contribuindo para a definição de áreas prioritárias para a conservação, recuperação ambiental ou intensificação produtiva sob manejo adequado. Ao mesmo tempo, reforça a necessidade de políticas públicas articuladas entre os setores urbano, rural e ambiental, promovendo o uso racional dos recursos naturais e a valorização dos serviços ecossistêmicos prestados pelas paisagens marabaenses.

Outro aspecto relevante da pesquisa refere-se às disposições econômicas identificadas nas diferentes unidades geoecológicas. Enquanto certas áreas demonstram maior aptidão para atividades extrativas e agropecuárias, outras são mais adequadas à conservação ambiental ou ao turismo ecológico, desde que acompanhadas de manejo sustentável e programas de educação ambiental. A diversidade natural de Marabá, aliada a seu papel estratégico na dinâmica econômica do sudeste paraense, exige abordagens diferenciadas para o desenvolvimento territorial, com base em diagnósticos integrados e planejamento ambiental de longo prazo (Trombeta; Leal, 2016).

Ressalta-se ainda que os limites desta pesquisa se relacionam ao recorte metodológico e à escala de análise adotada. Embora tenha sido possível caracterizar as unidades paisagísticas de forma eficaz, novas investigações poderão aprofundar a análise da funcionalidade ecológica dessas unidades, sua conectividade, resiliência e capacidade de suporte às pressões antrópicas. Nesse sentido, abre-se a perspectiva para a continuidade do estudo em nível de doutorado, com a ampliação do escopo espacial e temático, incorporando, por exemplo, análises multitemporais com dados de sensoriamento remoto, modelagens de cenários futuros de uso do solo, avaliação de serviços ecossistêmicos e estudos de percepção ambiental das comunidades locais.

Além disso, recomenda-se o fortalecimento do diálogo entre o conhecimento técnico-acadêmico e os gestores públicos municipais. A transformação dos resultados desta dissertação em propostas efetivas de planejamento depende da articulação entre academia, poder público e sociedade civil. A inserção dos produtos cartográficos e das diretrizes apontadas na construção de planos diretores, programas de regularização fundiária e políticas de uso sustentável do território poderá promover avanços concretos rumo a um modelo de desenvolvimento ambientalmente equilibrado para Marabá.

Dessa forma, conclui-se que a Geoecologia das Paisagens não apenas se consolida como ferramenta teórica e metodológica robusta para a análise ambiental, mas também como

instrumento de mediação entre ciência e gestão, promovendo a leitura crítica e operativa do território. Os resultados aqui alcançados reafirmam a importância de uma abordagem integrada e geossistêmica na compreensão dos sistemas ambientais, destacando o papel da pesquisa geográfica na proposição de caminhos possíveis para a sustentabilidade socioambiental na Amazônia.

Não somente ser alvo para o mestrado, esta pesquisa espera, acima de tudo, efetivar a aplicação metodológica e obter os resultados esperados para que, ao final, possa integrar como base complementar o zoneamento municipal de Marabá, que será de extremo interesse da sociedade. É preciso que haja integração entre as concepções metodológicas desenvolvidas no âmbito acadêmico com a realidade que se esbarra no Poder Público e na aplicação de políticas públicas eficientes assim, as pesquisas acadêmicas não irão tornar-se apenas itens necessários para aquisição de uma titulação, mas sim ferramentas eficientes para o desenvolvimento.

REFERENCIAS

- AB'SÁBER, A. N. (2003). Os domínios de natureza no Brasil: **Potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial.
- ALBUQUERQUE, C. C. Análise geoecológica da paisagem de várzea na Amazônia Central: **um estudo estrutural e funcional no Paraná de Parintins-AM**. 2012. 224f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.
- ALMDEIDA, J. J. **A cidade de Marabá sob o impacto dos projetos governamentais**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em História Econômica do Departamento de História da FFLCH da USP. São Paulo. 2008.
- ALMEIDA, F. F. M.; TROSDTORF, R. (2007). **Geomorfologia e evolução das superfícies tropicais brasileiras**. São Paulo: USP.
- ALMEIDA, J. L. **Estudo do balanço hídrico climatológico e classificação climática de Marabá-PA**. 2019. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2019.
- ALMEIDA, J.; MARQUES, T.; MORAES, R.E.F.; BERNARDO, J. Planejamento Ambiental: **caminho para a participação popular e gestão ambiental para nosso futuro comum, um desafio**. 2. ed. - Rio de Janeiro: Thex Ed.: Biblioteca Estácio de Sá, 1999. 189p. ISBN 85-85575-38-7.
- ANDRADE, J. A. **As unidades de paisagem e os sistemas de produção agrícola no município de Florai-PR**. 2005. Dissertação (Mestrado em Geografia) Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2005.
- ARAÚJO FILHO, R. C. O Grupo Águas Claras da Serra dos Carajás, Paleoproterozoico do Cráton Amazônico: **fácies, litoestratigrafia e sequências deposicionais**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará, 2018. Disponível em: https://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/10448/6/Dissertacao_GrupoAguasClaras.pdf. Acesso em: 21 jan. 2025.
- ARAÚJO, D. S. et al. Dinâmica das florestas aluviais no Rio Tocantins: **Estrutura e composição florística em Marabá, PA**. Revista Brasileira de Ecologia, v. 35, n. 1, p. 55-68, 2017.
- BAILLY, A. **Les concepts de La Géographie Hamaine**. Paris, Masson, 1991.
- BALDIN, Rafael. **Sobre o conceito de paisagem geográfica**. PAISAGEME AMBIENTE, v. 32, p. e180223, 2021. <https://doi.org/10.11606/issn.2359-5361.paam.2021.180223>
- BALDWIN, J. H. **Environmental Planning and Management**. In: CHRISTOFOLETTI, A. Modelagem de Sistemas Ambientais. São Paulo: Edgar Blücher, 1999. Cap. 8, p. 162.
- BARBOSA, J. S. F. **Geologia e Petrologia dos Granitóides Arqueanos da Região de Carajás, Pará**. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade Federal do Pará, Belém, 1996. Disponível em: https://rigeo.sgb.gov.br/bitstream/doc/393/1/diss_jaime_barbosa.pdf. Acesso em: 22 jan. 2025.

BARROS, A. F.; SOUZA, R. T.; NUNES, L. M. **Impactos das enchentes sazonais no município de Marabá-PA.** Revista Brasileira de Geografia Física, v. 14, n. 2, p. 230-248, 2024.

BENJAMIN, A. H. de V. **Introdução ao Direito Ambiental Brasileiro.** Cadernos do Programa de Pós-Graduação em Direito – PPGDir/UFRGS, [S. l.], v. 2, n. 5, 2014. DOI: 10.22456/2317-8558.49540. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/ppgdir/article/view/49540>. Acesso em: 10 fev. 2023. <https://doi.org/10.22456/2317-8558.49540>

BERNI, R. F. **Geologia e alteração hidrotermal do depósito de Au-PGE de Serra Pelada, Província Mineral de Carajás.** Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Minas Gerais, 2009. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/MPBB-83PFQE/1/berni_2009_geologia.pdf. Acesso em: 22 jan. 2025.

BERTRAND, G. **Paisagem e geografia física global: um esboço metodológico.** Revista IGEOG/USP. Caderno de Ciências da Terra. São Paulo, USP, n. 13, 1971. pp. 1-27.

BIGARELLA, J. J., BECKER, R. D.; DELLA GIUSTINA, A. (1994). **Geomorfologia: Perspectivas atuais.** Florianópolis: UFSC.BRASIL. Mapa Geológico do Estado do Pará. Serviço Geológico do Brasil (CPRM), 2008. Disponível em: https://rigeo.sgb.gov.br/bitstream/doc/10443/2/mapa_para.pdf. Acesso em: 22 jan. 2025.

BRASIL. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil: **Folha Marabá.** Serviço Geológico do Brasil (CPRM), 2001. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/jspui/bitstream/doc/5664/1/Maraba.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2025.

CARVALHO, F. P. et al. Floresta ombrófila densa submontana: **Características e dinâmica em Marabá, PA.** Revista Brasileira de Geografia, v. 42, n. 2, p. 105-120, 2018.

CARVALHO, M. R. S. As centralidades em Marabá-PA: **análise dos rearranjos a partir dos supermercados.** 2020. 233 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) -Universidade Federal do Ceará, 2021.

CASTRO, C. R. **Planejamento ambiental.** Volume único / Cleber Marques de Castro, Clara Carvalho de Lemos. – Rio de Janeiro: Fundação Cecierj, 2016.

CAVALCANTI, L. C. S. Cartografia de paisagens: **fundamentos** / Lucas Costa de Souza Cavalcanti. -- 2. ed. rev. e atual. -- São Paulo: Oficina de Textos, 2018.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de sistemas em geografia.** São Paulo: Huitec, 1979. 106p

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia.** 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

COELHO, F. **Estudo minerográfico do minério de cobre da mina do Salobo, Província Mineral de Carajás, sudeste do Pará.** 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/355153574_ESTUDO_MINEROGRAFICO_DO_MINERIO_DE_COBRE_DA_MINA_DO_SALOBO_PROVINCIA_MINERAL_DE_CARAJAS_SUDESTE_DO_PARA. Acesso em: 21 jan. 2025.

COLLYER, T. A.; MÁRTIRES, R. A. C. **O depósito de ametista do Alto Bonito, Município de Marabá, Pará.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34., 1986, Goiânia. Anais... Goiânia: SBG, 1986. p. 2221-2228. Disponível em: <https://ppeggeo.igc.usp.br/portal/wp-content/uploads/tainacan-items/15906/42397/11010-13287-1-SM.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2025.

COSGROVE, D. E. **Landscape and landschaft. (lecture delivered at the “spatial turn in history” symposium)** German historical institute, february 19, 2004.

COSGROVE, D. E. **Prospect, perspective and the evolution of Landscape Idea.** In.: Transactions of the Institute of British Geographers, New Series, v. 10, n. 1, 1985. <https://doi.org/10.2307/622249>

COSTA, F. A.; LIMA, R. S. Microclima e a arborização: **o caso de duas áreas do Núcleo Marabá Pioneira, Marabá - Pará.** Revista Brasileira de Geografia, v. 85, n. 3, p. 167-180, 2020.

COSTA, M. A. M. Proveniência dos arenitos da Formação Águas Claras, Província Mineral de Carajás: **fácies, petrografia e química mineral.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará, 2012. Disponível em: https://www.ppgg.prosp.ufpa.br/ARQUIVOS/dissertacoes/2012_dissertacao_Maria_Costa.pdf. Acesso em: 21 jan. 2025.

COSTA, M. L. Laterização e bauxitização na Amazônia: **uma revisão.** Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1991.

COSTA, M. R.; MENDES, J. P. **Variação sazonal da precipitação e sua influência na hidrografia de Marabá-PA.** Boletim de Ciências Ambientais, v. 5, p. 112-129, 2019.

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Levantamento geológico da Folha Serra Pelada (SB.22-X-C).** Belém: CPRM, 1994. Escala 1:250.000.

CRUZ, K. A. C. da; SANTOS JÚNIOR, A. E. de A. **Análise de fácies sedimentares do Grupo Itapecuru no oeste da Bacia do Grajaú, trajeto Bom Jesus do Tocantins-Dom Eliseu, estado do Pará.** In: Seminário de Iniciação Científica da Unifesspa, 2015. Disponível em: <https://sic.unifesspa.edu.br/images/Artigos/KellyAparecidaCaldasdaCruz.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2025.

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

FARIAS, J. F. **Zoneamento geoecológico com o subsídio para o planejamento ambiental no âmbito municipal.** 2012. 193 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

FEARNSIDE, P. M. **A contribuição das florestas aluviais para o ciclo do carbono e a mitigação das mudanças climáticas na Amazônia.** Ecologia e Conservação, v. 34, p. 78-92, 2016.

FEARNSIDE, P. M. **O desmatamento na Amazônia Brasileira e os seus impactos sobre o clima e a biodiversidade.** Ecologia e Conservação, v. 34, p. 45-55, 2016.

FELIPE, S. S. Geologia e Recursos Minerais do Estado do Pará: **Sistema de Informações Geográficas – SIG: Texto Explicativo dos Mapas Geológico e Tectônico e de Recursos Minerais do Estado do Pará.** Belém: CPRM, 2012. Disponível em: https://geografia.unifesspa.edu.br/images/TCCs/TCCs_2019/THIAGO_ALVES_DOS_SANTOS_-_2019.pdf. Acesso em: 21 novembro. 2024.

FERREIRA, C. A.; OLIVEIRA, P. L.; MORAES, T. R. **Recursos hídricos subterrâneos e sua vulnerabilidade em áreas urbanas da Amazônia Oriental.** Revista de Hidrogeologia, v. 7, n. 1, p. 67-84, 2020.

FERREIRA, M. R.; LIMA, A. C.; COSTA, E. F. **A expansão das pastagens e seus impactos sobre a cobertura florestal no sudeste do Pará.** Revista Brasileira de Geografia Física, v. 7, n. 4, p. 123-134, 2014.

FERREIRA, R. M. et al. **Impactos da variabilidade climática na produção agrícola em Marabá.** Revista Brasileira de Meteorologia, v. 58, n. 4, p. 457-470, 2023.

FRANCO, M. A. R. **Planejamento Ambiental para a Cidade Sustentável.** 2ª ed. São Paulo: Annablume, 296 p., 2001.

GOIS, Djalma Villa. **Planejamento Ambiental e o Uso do Geoprocessamento no Ordenamento da Bacia Hidrográfica do Rio da Dona.** BAHIA – BRASIL. Tese de Doutorado em Geografia – Universidade Federal de Sergipe – UFS. Núcleo de Pós-Graduação em Geografia, 2010.

GONÇALVES BARBOSA, L.; GONÇALVES, D. A paisagem em Geografia: **diferentes escolas e abordagens.** Élisée - Revista de Geografia da UEG, v. 3, n. 2, p. 92-110, 29 jan. 2015.

GONÇALVES, J. C. et al. **Biodiversidade e conservação das florestas aluviais na região de Marabá, PA.** Boletim de Biologia, v. 23, n. 2, p. 112-125, 2018.

GONDOLO, G. C. F. Desafios de um sistema complexo à gestão ambiental: **Bacia do Guarapiranga, região metropolitana de São Paulo.** São Paulo: FAPESP, Annablume Editora, 1999. 162 p.

GUEDES, D. M. et al. **Estrutura e composição das florestas submontanas na Amazônia Oriental.** Boletim de Botânica, v. 18, n. 3, p. 201-214, 2020.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. Geomorfologia: **uma atualização de bases e conceitos.** 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia Ambiental.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

GUIMARÃES, M. F.; SILVA, C. F.; OLIVEIRA, T. S. Solos tropicais: **características e manejo.** Viçosa, MG: Ed. UFV, 2013.

HOLZER, W. Paisagem, imaginário, identidade: **alternativas para o estudo geográfico**. In: ROSENDAHL, Z; CORRÊA, R. L. Manifestações da cultura no espaço. Rio de Janeiro: EdUERJ, 1999.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Base Cartográfica Contínua do Brasil ao Milionésimo – Geologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://geoftp.ibge.gov.br/>. Acesso em: 17 jun. 2025.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Dados meteorológicos de Marabá**. Disponível em: <https://www.inmet.gov.br>. Acesso em: 02 fev. 2025.

JICA. **Condições Naturais**. Disponível em: https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/11673977_06.pdf. Acesso em: 22 jan. 2025.

JUCIUS, M. J.; SCHLENDER, W. E. **Introdução à Administração**. 3a ed. São Paulo, Atlas, 1972. 560 p.

JULYARD, E. **Região, tentativa de definição**. Boletim Paulista de Geografia, n.186, Rio de Janeiro, IBGE, 1965.

LANNA, A.E. Instrumentos de Planejamento e Gestão Ambiental para a Amazônia, Cerrado e Pantanal: demandas e propostas: **metodologia de gerenciamento de bacias hidrográficas**. Brasília: Ed. IBAMA, 59 p., 2001.

MACHADO, N.; et al. **U-Pb geochronology of Archean magmatism and basement reactivation in the Carajás area, Amazon Shield, Brazil**. Precambrian Research, v. 49, p. 329-354, 1991. [https://doi.org/10.1016/0301-9268\(91\)90040-H](https://doi.org/10.1016/0301-9268(91)90040-H)

MARENGO, J. A.; ESPINOZA, J. C. Extreme seasonal droughts and floods in Amazonia: **causes, trends and impacts**. *International Journal of Climatology*, v. 36, n. 3, p. 1033-1050, 2016. <https://doi.org/10.1002/joc.4420>

MARTINS, E. F.; SOUZA, G. P. Hidrelétricas e impactos socioambientais no Tocantins: **estudo de caso em Marabá-PA**. Caderno de Estudos Amazônicos, v. 11, n. 3, p. 55-74, 2021.

MARTINS, P. L. G. **Petrologia e geoquímica dos basaltos da Formação Parauapebas, Serra Norte, Carajás, PA**. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, 2017. Disponível em: https://icts.unb.br/jspui/bitstream/10482/23921/1/2017_PedroLuizGomesMartins.pdf. Acesso em: 21 jan. 2025.

MAXIMIANO, L. A. **Considerações sobre o conceito de paisagem**. Revista Rae'Ga, Curitiba, 2004. <https://doi.org/10.5380/raega.v8i0.3391>

MENDEZ, E. **Planificación y Gestión Ambiental para el Desarrollo Sostenible**. CIDIA, Mérida, Venezuela, 1999.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MENDONÇA-SANTOS, M. de L.; SANTOS, H. G. **Caracterização pedológica de solos amazônicos**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, MG, v. 44, p. e0180063, 2020.

MINERAÇÃO BURITIRAMA. **Rejeitos da exploração de manganês em Marabá (PA) alcançam rios**. Disponível em: <https://verbetes.cetem.gov.br/verbetes/ExibeVerbete.aspx?verid=77>. Acesso em: 21 jan. 2025.

MIRANDA, E. E. de; MATTOS, C.; CARVALHO, C. A. de. **Evolução da Cobertura Vegetal e Uso da Terra na Área do Projeto de Assentamento 26 de Março, Sudeste do Pará**. EMBRAPA Monitoramento por Satélite, 2000. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/373247/1/BoletimPD36AMAZORIENTAL.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2025.

MONTEIRO, M. de A.; ROLIM, L. F.; MASCARENHAS, A. L. dos S. Aquecimento global e limites para a reversão de padrões deletérios de uso e ocupação do solo urbano na Amazônia: o caso da cidade de Marabá. Novos Cadernos NAEA, v. 27, n. 3, p. 103-138, 2024. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/ncn/article/view/17616/0>. Acesso em: 6 fev. 2025. <https://doi.org/10.18542/ncn.v27i3.17616>

MUSTAFA, M. M., SOUZA, E. P. P.; SENA, A. B. Menopausa precoce no Brasil: uma revisão bibliográfica integrativa. **Research, Society and Development**, v. 10, n.14, 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i14.22323>

NOBRE, C. A. et al. **Amazon deforestation and climate change**. Science Advances, v. 9, n. 4, p. 1-10, 2009.

NOBRE, C. A.; MARENGO, J. A.; SELUCHI, M. E. **Climate change and Amazonian climate**. **GeoJournal**, v. 82, p. 665-675, 2016.

NUNES, J. R. S. et al. **Identificação dos impactos socioambientais nas áreas de extração de argila em Marabá-PA**. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 35., 2015, Natal. Anais... Natal: SBCS, 2015. Disponível em: <https://eventosolos.org.br/cbcs2015/arearestrita/arquivos/184.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2025.

OLIVEIRA, D. P. P. **Aspectos geológicos, geomorfológicos e econômicos do depósito de ametista de Alto Bonito, Marabá, SE do estado do Pará**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Marabá, 2014. Disponível em: https://repositorio.unifesspa.edu.br/bitstream/123456789/337/1/TCC_Aspectos%20geol%C3%B3gicos%2C%20geomol%C3%B3gicos%20e%20econ%C3%B4micos.pdf. Acesso em: 21 jan. 2025.

OLIVEIRA, F. T.; NASCIMENTO, R. J.; ALBUQUERQUE, L. R. **Caracterização dos rios da bacia hidrográfica do Itacaiúnas**. Revista Amazônica de Recursos Hídricos, v. 9, n. 2, p. 88-103, 2021.

OLIVEIRA, M. P.; SANTOS, R. P. Aquecimento global e limites para a reversão de padrões deletérios de uso e ocupação do solo urbano na Amazônia: **o caso da cidade de Marabá**. Revista de Urbanismo e Meio Ambiente, v. 26, n. 2, p. 225-240, 2022.

PARTIDÁRIO, M. do R. **Introdução ao ordenamento do território**. Manual no.177, Universidade Aberta, Lisboa, 1999.

PELLEGRINO, P. R. M. Pode-se planejar a paisagem? Paisagem e Ambiente: **ensaios**. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, n. 13, 2000. <https://doi.org/10.11606/issn.2359-5361.v0i13p159-179>

PEREIRA, H. S.; LIMA, C. A.; FERREIRA, D. L. **Mudanças climáticas e sua influência nos regimes hidrológicos do sudeste do Pará**. Anais do Congresso Nacional de Meio Ambiente, 2022.

PETROCCHI, M. Turismo: **planejamento e gestão**. São Paulo: Futura, 1998.

PHILIPPI JR., A. **Gestão de recursos hídricos e meio ambiente**. São Paulo: Manole, 2001.

PONTE, P. **Ver, ser e estar nas paisagens: trajetórias de um conceito em abertura**. GEOTEXTOS (ONLINE), v. 15, p. 217-238, 2019. <https://doi.org/10.9771/geo.v15i2.33878>

QUESADA, C. A.; LLOYD, J.; ANDERSON, L. O.; et al. **Soils of Amazonia with particular reference to the RAINFOR sites**. Biogeosciences, Göttingen, v. 8, n. 6, p. 1415-1440, 2011. <https://doi.org/10.5194/bg-8-1415-2011>

REIS, S. Pesquisa em letramento crítico no Brasil: um levantamento de dissertações e teses de 1987 a 2006. In: Reflexões sobre o ensino de línguas estrangeiras. **Edição: Adja Balbino de Amorim Barbieri**, Otávio Góes de Andrade e Simone Reis. Londrina: Uel, 2008.

RIO DOCE GEOLOGIA E MINERAÇÃO S.A. (DOCEGEO). **Caracterização geológica da jazida polimetálica do Salobo 3A**. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 2., 1988, Belém. Anais [...]. Belém: SBG/Núcleo Norte, 1988. p. 1-15. Disponível em: https://sbg.sitepessoal.com/anais_digitalizados/1988-BELEM/1988Província%20Mineral%20de%20Carajás.pdf. Acesso em: 21 jan. 2025.

RODRÍGUEZ, J. M. **Geoecologia das Paisagens**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. DA; CAVALCANTI, A. P. B. Geoecologia das Paisagens: **uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Fortaleza: BNB/UFC. 2016.

RODRIGUEZ, J. M. M; SILVA, Edson Vicente da. Planejamento e gestão ambiental: **subsídios da geoecologia das paisagens e da teoria geossistêmica**. Fortaleza: Edições UFC, 2013.

RODRÍGUEZ, M. A. M. **Fundamentos teórico-metodológicos da geoecologia das paisagens**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

RODRIGUEZ, M. M.; SILVA, E. V. Planejamento e gestão ambiental: **subsídios da geoecologia das paisagens e da teoria geossistêmica**. 3. ed. Fortaleza: Edições UFC, 2018. 370

RODRIGUEZ, M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geoecologia das paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. 5. ed. Fortaleza: Edições UFC, 2017.

Ross, J. L. S. (1992). **O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo**. Revista do Departamento de Geografia, v. 6, p. 17-29. <https://doi.org/10.7154/RDG.1992.0006.0002>

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. São Paulo: Contexto, 1990. Coleção Repensando a Geografia.

ROSS, J. L. S. **O registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo**. Revista do Instituto Geológico, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 1-7, 1992. <https://doi.org/10.7154/RDG.1992.0006.0002>

ROUGERIE, G.; BEROUTCHACHVILI, N. **Geosystèmes et paysages: bilan e méthodes**. Paris: Armand Colin Éditeur, 1991.

SALATI, E.; VAREJÃO-SILVA, M. A. **Amazônia e a mudança global do clima**. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 16, n. 1, p. 1-10, 2001.

SALVI, R. F. **A questão pós-moderna e a Geografia**. Geografia. Londrina, v. 9, n. 2, p. 95-111, jul./dez. 2000.

SANTOS, A. D. **Geologia da região sul da Serra Norte e depósitos de ferro associados, Carajás, PA**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, 2008. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/MPBB-86VK8K/2/geologia_da_regiao.pdf. Acesso em: 21 jan. 2025.

SANTOS, A. F. dos. **Contribuição para a geologia da região SW da folha Marabá (SB.22-X-D)**. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Pará, 2006. Disponível em: <https://bdm.ufpa.br/jspui/handle/prefix/2116>. Acesso em: 22 jan. 2025.

SANTOS, A. P.; OLIVEIRA, M. L.; SILVA, R. R. **Caracterização da Floresta Ombrófila Aberta Submontana na Rebio Guaporé, Amazônia Ocidental, Brasil**. Revista Natureza on line, v. 18, n. 2, p. 123-130, 2020. Disponível em: <https://sustenere.inf.br/index.php/nature/article/download/6161/3132/14259>. Acesso em: 20 jan. 2025.

SANTOS, A. S. **Mapeamento geomorfológico na escala de 1:25.000 na região de Marabá, Pará**. Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, 2015. Disponível em: https://spc.unifesspa.edu.br/images/Resumos_SPC/ARTHURSANTOSDASILVA.pdf. Acesso em: 21 jan. 2025.

SANTOS, D. P. Planejamento ambiental e políticas públicas: **programa município verde azul em Franca (SP)**. 2016. 128 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2016.

SANTOS, J. O. S. et al. **Geologia da região sul da Serra Norte e Serra do Buriti, Província Mineral de Carajás**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Minas Gerais, 2008. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/MPBB-86VK8K/2/geologia_da_regiao.pdf. Acesso em: 22 jan. 2025.

SANTOS, J. O. S. et al. O greenstone belt Sapucaia, município de Água Azul do Norte, Pará: **litoestratigrafia, geoquímica e geocronologia**. Dissertação de Mestrado – Universidade de São Paulo, 2014. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44137/tde-26092014-095956/publico/Dissertacao_Mestrado_Final.pdf. Acesso em: 23 jan. 2025.

SANTOS, J. O. S.; et al. **Geology and metallogeny of the Carajás Mineral Province, southern Amazon Craton, Brazil**. In: Geology of South America. Springer, 2020. p. 205-254.

SANTOS, J. R.; ALMEIDA, V. C. Degradação ambiental na bacia do rio Itacaiúnas: **desafios e perspectivas**. Revista Brasileira de Estudos Ambientais, v. 18, n. 1, p. 45-62, 2023.

SANTOS, L. C.; SILVA, G. F.; OLIVEIRA, A. B. Caracterização climática do município de Marabá: **Estudo de precipitação e temperatura**. Revista de Climatologia e Meteorologia, v. 32, n. 4, p. 113-125, 2024.

SANTOS, M. **Metamorfoses do espaço habitado**. São Paulo: Hucitec, 1988.

SANTOS, R. F. Planejamento Ambiental: **teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SANTOS, R. V. **A Formação Couto Magalhães, Neoproterozóico da Faixa Araguaia**. Universidade de São Paulo, 1996. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/directbitstream/08582819-5696-4cb7-983b-e4ea5f4ecb46/1522914.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2025.

SANTOS, T. A. dos. **Análise da Vulnerabilidade Socioambiental no Núcleo Cidade Nova, Marabá-PA**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia) – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Marabá, 2019. Disponível em: https://geografia.unifesspa.edu.br/images/TCCs/TCCs_2019/THIAGO_ALVES_DOS_SANTOS_-_2019.pdf. Acesso em: 21 jan. 2025.

SANTOS, T. A. S. dos et al. **Avaliação das condições meteorológicas observadas nos últimos anos em Marabá-PA**. In: CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS, 2024, Poços de Caldas. Anais... Poços de Caldas: [Editora do Evento], 2024. Disponível em: <https://meioambientepocos.com.br/Anais2024/Avaliação%20Das%20Condições%20Meteorol>

ógicas%20Observadas%20Nos%20Últimos%20Anos%20Em%20Marabá-Pa.pdf. Acesso em: 6 fev. 2025.

SANTOS, T. A. S. dos et al. **Correlação das variáveis meteorológicas com os casos de internações por doenças do aparelho respiratório no município de Marabá (PA)**. Revista Brasileira de Climatologia, v. 36, p. 74-99, 2025. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/rbclima/article/view/18721>. Acesso em: 6 fev. 2025. <https://doi.org/10.55761/abclima.v36i21.18721>

SAUER, C. O. **A morfologia da paisagem**. 1925. In: ROSENDAHL, Z.; CORRÊA, Roberto Lobato. Paisagem, tempo e cultura. Rio de Janeiro: Ed. UERJ, 1998. pp.12-74.

SEMAS. **Relatório de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais do Estado do Pará**. Belém: Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade, 2020. Disponível em: https://www.semas.pa.gov.br/hidromet/webroot/relatorio_qualiagua/RelQualAguaPA_NMH_SEMAS.pdf. Acesso em: 21 novembro. 2024.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM). **Aquífero Itapecuru no estado do Pará**. Disponível em: https://rigeo.sgb.gov.br/bitstream/doc/22244/1/aquifero_itapecuru_para.pdf. Acesso em: 22 jan. 2025.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM). Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil: **Folha Marabá**. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/jspui/bitstream/doc/5664/1/Maraba.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2025.

SILVA, A. C. **Estudo do balanço hídrico climatológico e classificação climática para a cidade de Marabá-PA**. 2014. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2014. Disponível em: https://www.repositorio.ufpa.br/bitstream/2011/6857/1/Dissertacao_EstudoObservacionalEventos.pdf. Acesso em: 6 fev. 2025.

SILVA, A. S. et al. **Mapeamento geomorfológico na escala de 1:25.000 na região de Marabá-PA**. In: Simpósio de Pesquisa Científica, 7., 2016, Marabá. Anais... Marabá: UNIFESSPA, 2016. Disponível em: https://spc.unifesspa.edu.br/images/Resumos_SPC/ARTHURSANTOSDASILVA.pdf. Acesso em: 23 jan. 2025.

SILVA, A. S. **Geologia e petrografia do Complexo Cajazeiras, Domínio Bacajá, sudeste do Pará**. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, 2021. Disponível em: https://icts.unb.br/jspui/bitstream/10482/42023/1/2021_ArthurSantosdaSilva.pdf. Acesso em: 21 jan. 2025.

SILVA, C. R., & Medeiros, A. A. (2019). O papel da tectônica na formação das serras amazônicas: **Estudo de caso no sudeste paraense**. Geografia e Ambiente, 14(2), 89-101.

SILVA, E. V.; RODRIGUEZ, J. M. M. . Planejamento e Zoneamento de Bacias Hidrográficas: **A Geoecologia das Paisagens como Subsídio para uma Gestão Integrada**. Caderno Prudentino De Geografia, V. Especial, P. 4-17, 2014.

SILVA, J. A.; SOUZA, M. R. Pecuária extensiva e o uso do capim *Brachiaria brizantha* em Marabá-PA: **desafios e perspectivas**. Cadernos de Agroecologia, v. 10, n. 2, p. 45-58, 2018.

SILVA, J. F., et al. (2021). **Configuração geomorfológica e paleoambientes de Marabá**. Anais do Congresso Brasileiro de Geografia, 58-72.

SILVA, M. L. et al. **Caracterização das coberturas de alteração desenvolvidas sobre rochas máficas e ultramáficas na região de Marabá, PA**. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.EMBRAPA.br/alice/bitstream/doc/397622/1/Caracterizacao-das-coberturas.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2025.

SILVA, R. F.; LIMA, M. A. **Aspectos geográficos e hidrográficos do município de Marabá-PA**. Revista de Geografia e Meio Ambiente, v. 6, n. 1, p. 101-117, 2020.

SILVA, R. L.; OLIVEIRA, J. P. **Caracterização da vegetação no município de Marabá, no sudeste do estado do Pará**. Revista Amazônica, v. 41, n. 5, p. 314-326, 2021.

SILVA, R. R.; SANTOS, A. P.; OLIVEIRA, M. L. **Ocorrência e etnobotânica de palmeiras (Arecaceae) no sudeste do Pará**. Anais do Seminário de Iniciação Científica da UNIFESSPA, 2020. Disponível em: https://sic.unifesspa.edu.br/images/SIC2020/Artigos/submissao_16022920166521602698264947.pdf. Acesso em: 20 jan. 2025.

SILVA, S. A. R. **Mapeamento geológico em escala de 1:25.000 na região de Marabá, Pará**. Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, 2015. Disponível em: https://spc.unifesspa.edu.br/images/Resumos_SPC/SILVIOANGELORABELO.pdf. Acesso em: 21 jan. 2025.

SIQUEIRA, J. L. et al. **A vegetação submontana e suas interações com o ambiente em Marabá, PA**. Estudos Ambientais, v. 29, p. 98-112, 2015.

SISTEMA DE PROTEÇÃO DA AMAZÔNIA (SIPAM). **Mapa de Vegetação** - Estado do Pará. Disponível em: <https://panorama.sipam.gov.br/geonetwork/srv/api/records/04f7978a-8747-4822-ace7-66c61becf5a1/attachments/para.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2025.

SLOCOMBE, D.S. **Environmental planning, ecosystem science and ecosystem approaches for integrating environment and development**. Environmental Management. New York, N° 17, N.º 3, 1993. <https://doi.org/10.1007/BF02394672>

SOARES, J. P. R.; AQUINO, C. M. S. Análise sistêmica: **contribuição teórico e metodológica e aplicações no estado do Piauí**. ACTA GEOGRAFICA, v. 6, p. 239-255, 2012. <https://doi.org/10.5654/actageo2012.0613.0014>

SOEIRO, I. C. M. Movimento espiral do conceito de paisagem: **algumas aproximações e a estreita relação com o binômio natureza-cultura**. Revista Movimentos Sociais e Dinâmicas Espaciais, Recife, v. 04, n. 02, 2015, p. 232-244

SOTCHAVA, V. B. O estudo de geossistemas. Métodos em Questão, n. 16, IGEOG-USP, 1977.

SOTIRAKIS, D. L. **Análise estrutural das rochas metassedimentares da Formação Buritirama, da mina de Buritirama, Marabá – Pará**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, 2018. Disponível em: <https://repositorio.unifesspa.edu.br/handle/123456789/1188>. Acesso em: 21 jan. 2025.

SOUTO-MAIOR, J. (org.). **Planejamento estratégico e participativo para o desenvolvimento sustentável do Município de Rancho Queimado, Santa Catarina**. Florianópolis, UFSC/Swedish International Development Authority/Prefeitura Municipal de Rancho Queimado, 1994. 70 p.

SOUZA, A. M.; COSTA, F. P.; LIMA, D. S. **Correlação das variáveis meteorológicas com os casos de internações por doenças do aparelho respiratório no município de Marabá (PA)**. Revista Brasileira de Saúde Pública, v. 59, n. 1, p. 51-61, 2025.

SOUZA, M. G. et al. Florestas ombrófilas densas aluviais: **Características estruturais e ecológicas em Marabá, PA**. Revista de Ciências Ambientais, v. 11, n. 4, p. 190-204, 2019.

SOUZA, M. L. Planejamento integrado e desenvolvimento: **verdades e limites**. Geografia, espaço e memória, São Paulo, Terra Livre, A.G.B., n. 10. 1992, p. 123-139

SOUZA, M. V. M. O projeto Alpa e a produção do espaço urbano em Marabá (PA): **a cidade-mercadoria e as desigualdades socioespaciais**. Tese. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia. 2015.

SOUZA, M. J. N et al. Diagnóstico Geoambiental do Município de Fortaleza: **Subsídio ao Macrozoneamento Ambiental e à Revisão do Plano Diretor Participativo – PDPFor**. Fortaleza: Prefeitura Municipal de Fortaleza, 2009.

SUERTEGARAY, D. M. A. **Notas sobre a epistemologia da geografia**. Cadernos Geográficos, Florianópolis: Imprensa Universitária, 2005. 63 p.

SUGUIO, K. (2003). **Introdução à sedimentologia**. São Paulo: Edusp.

SUMMERFIELD, M. A. **Global Geomorphology**. Harlow: Longman, 1991.

TAVARES, G. R., et al. (2010). **Formação Barreiras e seus reflexos na morfologia do sudeste do Pará**. Boletim Geocientífico, 25(3), 215-232.

TEIXEIRA, J. B. G. Serra dos Carajás. In: HASUI, Y.; CARNEIRO, C. D. R.; ALMEIDA, F. F. M.; BARTORELLI, A. (Eds.). **Geologia do Brasil**. São Paulo: Beca, 2012. p. 176-182. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/317497776_10b_-_SERRA_DOS_CARAJAS. Acesso em: 23 jan. 2025.

TRICART, J. (1977). **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: IBGE.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 1977.

TRICART, J.; CAILLEUX, A. **Traité de Géomorphologie**. Paris: Société d'édition d'enseignement supérieur, 1972.

TROMBETA, L. R.; LEAL, A. C. Planejamento Ambiental e Geoecologia das Paisagens: **Contribuições para a Bacia Hidrográfica do Córrego Guaíçarinha, Município de Álvares Machado**. São Paulo, Brasil. Revista Formação (Online), v. 3, p. 187-216, 2016. <https://doi.org/10.33081/formacao.v3i23.4026>

VALE. Mapa geológico e geofísico da Província Mineral de Carajás: **integração de dados**. Brasília: Serviço Geológico do Brasil, 2001. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br>. Acesso em: 23 jan. 2025.

VICENTE, E. D. et al. Geoecologia das Paisagens: **abordagens e aplicações**. São Paulo: Contexto, 2010.

VICENTE, E. J. Mapeamento geoecológico e análise da sustentabilidade ambiental no Brasil central: **bacia do rio das Almas – GO**. 2018. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

VITTE, A. C. **O desenvolvimento do conceito de paisagem e sua inserção na geografia física**. Mercator - Revista de Geografia da UFC, Fortaleza, n. 11, p. 71-78, 2007.