

DIAGNÓSTICO

MEIO FÍSICO

Visando a Criação de Unidade de
Conservação da Natureza Estadual
Ilha Tucundeua - São João de Pirabas



2025

**DIAGNÓSTICO DO MEIO FÍSICO VISANDO A CRIAÇÃO DE
UNIDADE DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA ESTADUAL NA ILHA
TUCUNDEUA NO MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO DE PIRABAS/PA**



GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ
INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL E DA BIODIVERSIDADE
Diretoria de Gestão da Biodiversidade

Helder Zahluth Barbalho
Governador do Estado do Pará

Hana Ghassan Tuma
Vice-Governadora

Nilson Pinto de Oliveira
Presidente do IDEFLOR-Bio

Crisomar Lobato
Diretor de Gestão da Biodiversidade

Lena Pinto
Assessora de Gestão

Thiago Valente Novaes
Assessor Técnico

Belém - Pará
2025



IDEFLOR-Bio

Instituto de Desenvolvimento Florestal e da Biodiversidade do Estado do Pará

Governo do Estado do Pará
Instituto de Desenvolvimento Florestal e da Biodiversidade do Estado do Pará
Diretoria de Gestão da Biodiversidade

COORDENAÇÃO

Crisomar Lobato

Diretor de Gestão da Biodiversidade/DGBio/IDEFLOR-Bio

Jocilete de Almeida Ribeiro

Socióloga/Gerente de Sociobiodiversidade/GSBio

TÉCNICO RESPONSÁVEL

Bruno José Ferreira da Silva Martinez

Engenheiro Agrônomo/Especialista em geoprocessamento e georreferenciamento de imóveis rurais/ Analista Ambiental/IDEFLOR-Bio/ FADESP

EQUIPE AUXILIAR

Alacid Caldas da Silva

Assistente Social/ Secretário de Diretoria

Sindomar Cardoso

Design/ Assistente Administrativo

AGRADECIMENTOS

Ao Ilmo. Senhora, **Kamily Maria Ferreira Araújo Gomes**, Prefeita Municipal de São João de Pirabas.

Ao Secretário Municipal de Meio Ambiente de São João de Pirabas o Sr. **Claudio Junior Saldanha Araújo** e sua equipe técnica pelo apoio logístico, acompanhamento e contribuições nos trabalhos de campo.

Ao Secretário municipal de Turismo o Sr. **Wellington da Silva Cunha** pelo apoio logístico e o todo o empenho durante os trabalhos de campo.

Belém/PA
2025

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa da Região de Integração Rio Caeté.	13
Figura 2 - Localização do município de São João de Pirabas.	14
Figura 3 - Mapa mudo do município de São João de Pirabas.	15
Figura 4 - Mapa administrativo do município de São João de Pirabas.	16
Figura 5 - Mapa de uso e ocupação do solo do município de São João de Pirabas.....	17
Figura 6 - Mapa de desmatamento acumulado até 2021.	17
Figura 7 - Mapa de Categorias e Unidades de Conservação do Estado do Pará.	19
Figura 8 - Proposta de criação da Unidade de Conservação da Natureza.	20
Figura 9 - Mapa pedológico do Estado do Pará.	24
Figura 10 - Levantamento Gleissolo Tiomórfico.	27
Figura 11 - Levantamento Neossolo.	27
Figura 12 - Mapa pedológico do município de São João de Pirabas.....	28
Figura 13 - Mapa pedológico da área proposta para a criação de UC.....	29
Figura 14 - Levantamento Neossolo Quartzarênico.....	29
Figura 15 - Mapa hipsométrico do município de São João de Pirabas.	31
Figura 16 - Mapa hipsométrico da área de interesse ambiental.	31
Figura 17 - Mapa Planialtimétrico da área proposta para a unidade de conservação.....	32
Figura 18 - Perfil de elevação longitudinal e transversal da área de interesse ambiental.	32
Figura 19 - Condições climáticas do Estado do Pará.	34
Figura 20 - Clima do Estado do Pará de acordo com a classificação de Köppen.	35
Figura 21 - Mapa climatológico do município de São João de Pirabas, segundo a classificação de Köppen.	36
Figura 22 - Mapa climatológico do Estado do Pará, segundo a classificação de Thornthwaite no período de 1981-2020.	37
Figura 23 - Normal climatológica da precipitação acumulada anual.	40
Figura 24 - Normal climatológica da temperatura máxima anual.	41
Figura 25 - Normal climatológica da temperatura média compensada anual.	42
Figura 26 - Normal climatológica da temperatura mínima anual.....	43
Figura 27 - Normal climatológica da umidade relativa.....	44
Figura 28 - Dados Meteorológicos da Estação Convencional de Traquateua para a Temperatura Máxima, Temperatura Média, Temperatura Mínima, Evaporação e precipitação acumulada.....	45

Figura 29 - Dados Meteorológicos da Estação Automática de Bragança ano base 2024, para os parâmetros de temperatura, precipitação, umidade e pressão.	46
Figura 30 - Dados Meteorológicos da Estação Bragança (A226), ponto de orvalho, radiação e velocidade do vento.....	47
Figura 31 - Mapa geológico das províncias estruturais do Estado do Pará.....	50
Figura 32 - Mapa geológico das subprovíncias estruturais do Estado do Pará.	50
Figura 33 - Escala do tempo geológico para o município de São João de Pirabas.	55
Figura 34 - Mapa geológico do município de São João de Pirabas.....	55
Figura 35 - Mapa geológico da área de interesse ambiental.	56
Figura 36 - Domínios geomorfológicos propostos para o Estado do Pará.....	57
Figura 37 - Mapa geomorfológico da Região de Integração Rio Caeté.....	60
Figura 38 - Mapa geomorfológico do município de São João de Pirabas.....	61
Figura 39 - Mapa geomorfológico da área de interesse ambiental.....	61
Figura 40 - Mapa da hidrografia do Estado do Pará.....	63
Figura 41 - Mapa das Regiões Hidrográficas do Estado do Pará.....	64
Figura 42 - Mapa hidrográfico do município de São João de Pirabas.....	66
Figura 43 - Mapa hidrográfico da área proposta para a UC.....	68
Figura 44 - Ranchos na praia do Tucundeua.....	70
Figura 45 - Praia do Tucundeua.	71
Figura 46 - Ranchos praia do Tucundeua.....	71
Figura 47 - Praia do Tucundeua.	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Associações de Solo do município de São João de Pirabas até o 3º nível categórico.	27
Tabela 2 - Chave inicial da classificação climática, segundo Thornthwaite e Mather (1955), baseados no índice de umidade.	38
Tabela 3 - Segunda chave de classificação climática, segundo Thornthwaite e Mather (1955), baseados no índice de aridez (Ia) e umidade (Iu).	38
Tabela 4 - Terceira chave da classificação climática, segundo Thornthwaite e Mather (1955), baseados no índice térmico anual.	38
Tabela 5 - Quarta chave da classificação climática, segundo Thornthwaite e Mather (1955), baseados na relação entre a ETP de verão e anual.....	39

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANA - Agência Nacional de Águas

BDIA - Banco de Dados de Informações Ambientais

CDB - Convenção sobre a Diversidade Biológica

CFB - Constituição Federal do Brasil

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente

COEMA - Conselho Estadual de Meio Ambiente

DGBio - Diretoria de Gestão da Biodiversidade

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FAPESPA - Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICM-Bio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

IDEFLOR - Instituto de Desenvolvimento Florestal do Pará

IDEFLOR-Bio - Instituto de Desenvolvimento Florestal e da Biodiversidade

IDESP - Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Pará

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

OMN - Organização Meteorológica Mundial

ONU - Organização das Nações Unidas

PEUC - Política Estadual de Unidades de Conservação

PMSJP - Prefeitura Municipal de São João de Pirabas

SiBCS - Sistema Brasileiro de Classificação de Solos

SCC - Sistemas de Classificações Climáticas

SEUC - Sistema Estadual de Unidades de Conservação

SGB - Serviço Geológico do Brasil

SiBCS - Sistema Brasileiro de Classificação de Solos

SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação

STF - Supremo Tribunal Federal

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVOS	12
2.1. OBJETIVO GERAL	12
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA	12
3.1. ASPECTOS GERAIS DO MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO DE PIRABAS	12
3.1.1. Localização e Acesso	12
3.1.2. Histórico	14
3.1.3. Aspectos Naturais.....	16
4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	18
4.1. LOCALIZAÇÃO	20
5. CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL - MEIO FÍSICO.....	21
5.1. METODOLOGIA.....	21
5.2. SOLOS.....	22
5.3. TOPOGRAFIA	29
5.4. CLIMA.....	33
5.4.1. Classificação climática segundo Köppen e Thornthwaite	33
5.4.2. Dados Meteorológicos e Climáticos da Estação Automática de Bragança	39
5.5. GEOLOGIA.....	49
5.6. GEOMORFOLOGIA.....	56
5.7. HIDROGRAFIA E HIDROLOGIA	62
5.7.1. Município de Pirabas	65
5.7.2. Área de Interesse Ambiental	67
6. CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES	72
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74

1. INTRODUÇÃO

As áreas protegidas mundialmente começaram a receber atenção somente a partir do final do século XIX, no Brasil a percepção ambiental sobre a importância da preservação e seus efeitos na disponibilidade hídrica, resultou na criação de um esboço de um mosaico de unidades de conservação em 1861, denominadas de Florestas Protetoras na Tijuca, localizadas no Rio de Janeiro (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2023).

A Convenção sobre a Diversidade Biológica - CDB foi aprovada no âmbito da segunda Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, Rio de Janeiro, 1992 (Rio92), que estabeleceu o conceito de que uma área protegida é “uma área definida geograficamente que é destinada, ou regulamentada, e administrada para alcançar objetivos específicos de conservação”. Os objetivos da CDB são a “conservação da diversidade biológica, a utilização sustentável de seus componentes e a repartição dos benefícios derivados da utilização dos recursos genéticos” (Organização das Nações Unidas, 1992).

A Constituição Federal do Brasil - CFB de 1934 foi pioneira no quesito proteção da natureza do ponto de vista dos entes federativos, onde a natureza passa a ser considerado patrimônio público e emergem vários códigos de proteção, regras de uso, questões de dominialidade relacionada à água, mineração e floresta (Medeiros et. al, 2007).

Com o Código Florestal de 1965 e o advento da Lei Complementar nº 141/2011, a responsabilidade de proteção da natureza passa a ser oficialmente compartilhada, compatibilizada e com o somatório dos entes federais na responsabilidade da fiscalização/monitoramento (Pureza, 2016).

A Constituição Federal do Brasil de 1988 estabelece claramente a importância do meio ambiente na carta magna, onde se dedicou o Capítulo VI e artigo 225 que versa sobre “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem 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 a presente e futura geração.”

As leis a seguir passam a recepcionar o meio ambiente como usufruto de todos, estabelece responsabilidades de proteção que vão muito além de apenas um direito para as atuais gerações e torna-se um direito difuso que transcende gerações (Manetta et. al, 2015).

Dentro do §1º do Artigo 225 da Constituição Federal - CF entre os sete incisos destaca-se os que atribuem responsabilidades ao poder público, quatro apontam para a necessidade de proteção, recuperação dos recursos naturais e de criação de áreas protegidas, a saber:

I - preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas, II - preservar a diversidade e a integridade do patrimônio genético do País e fiscalizar as entidades dedicadas à pesquisa e manipulação de material genético; III - definir, em todas as unidades da Federação, espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, sendo a alteração e a supressão permitidas somente através de lei, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção; VII - proteger a fauna e a flora, vedadas, na forma da lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica e provoquem a extinção de espécies ou submetam os animais à crueldade.

Os incisos supracitados foram regulamentados posteriormente por intermédio da Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC, além de ser um divisor de águas para a criação e gestão de unidades de conservação, estabelece uma metodologia coerente e unificada, que distingue categorias, definiu conceitos e objetivo (BRASIL, 2007).

O Decreto Federal nº 4.340, de 22 de agosto de 2002 regulamenta o SNUC, coadunando com o conceito mais usual de unidade de conservação que é o “espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituídos pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção” (BRASIL, 2002).

As categorias de unidades de conservação são definidas e divididas em dois grupos, o primeiro grupo trata das Unidades de Proteção Integral, onde não se admite o consumo direto dos recursos naturais, consequentemente possui regras mais restritivas, pertencem a esse grupo as categorias de Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque Nacional, Refúgio de Vida Silvestre e Monumento Natural.

O grupo das Unidades de Uso Sustentável possui regras de conservação dos recursos naturais que conciliam o uso sustentável com a manutenção de práticas sustentáveis desenvolvidas por povos e comunidades tradicionais.

O processo criação de unidades de conservação baseia-se no Capítulo IV do SNUC, Art.22, onde o processo é precedido de estudos técnico e consulta pública que permitam identificar a localização, a dimensão e os limites mais adequados para a unidade e a categoria.

A Lei Estadual nº 10.306/2023, do Estado do Pará, institui a Política Estadual de Unidades de Conservação da Natureza (PEUC) e organiza o Sistema Estadual de Unidades de Conservação da Natureza (SEUC). Essa legislação tem como objetivo principal fortalecer a

proteção e a gestão das áreas naturais do estado, garantindo a conservação da biodiversidade e dos ecossistemas para a presente e futura geração. A lei define os princípios, objetivos, instrumentos e mecanismos para a criação, gestão e proteção dessas unidades, além de estabelecer diretrizes para a participação da sociedade civil nesse processo.

A proposta de criação da unidade de conservação da natureza, além de ser baseada anteriormente pelo SNUC, passa também a ser recepcionada pela Lei 10.306/2023, sendo este um marco legal fundamental para a conservação ambiental no Pará, promovendo a criação de um sistema mais eficiente e integrado de gestão das áreas protegidas do estado.

Os estudos supracitados devem utilizar critérios científicos e métodos apropriados, visando dar subsídios para o planejamento da localização espacial geográfica adequada e tomada de decisão acerca da categoria apropriada para cada caso. A consulta pública deve fornecer informações inteligíveis e inequívocas às populações locais, órgãos públicos e demais interessados.

O Instituto de Desenvolvimento Florestal (IDEFLOR) criado pela Lei Estadual Nº. 6.963, de 16 de abril de 2007 (PARÁ, 2007), alterado para Instituto de Desenvolvimento Florestal e da Biodiversidade do Estado do Pará (IDEFLOR-Bio) por meio da Lei Estadual Nº 8.096 de 01/01/2015 (PARÁ, 2015) passa assumir, além da gestão das Concessões das Florestas Públicas e da gestão do Desenvolvimento da Cadeia Produtiva do estado, assume, também, a competência de criação e gestão das Unidades de Conservação, no âmbito do Estado do Pará, por meio da Diretoria de Gestão da Biodiversidade (DGBio), que definiu no Plano Plurianual (PPA/2024/2027) as metas e as atividades a serem executadas pelo Programa Gestão Socioambiental e Ordenamento Territorial Sustentável, cuja ação Elaboração de Estudo e Instrumento para Conservação e Monitoramento de Biodiversidade tem por objetivo principal de promover estudos visando à criação de unidades de conservação da natureza a níveis estaduais.

Este relatório faz referência aos estudos do Meio Físico para subsidiar a criação de uma Unidade de Conservação da Natureza sob gestão estadual na área de interesse ambiental denominada de Ilha Tucundéua.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Realização do levantamento e caracterização dos aspectos do Meio Físico, a fim subsidiar as ações referentes ao processo de criação de (01) uma Unidade de Conservação da Natureza (UC) sob gestão estadual, em conformidade com o SNUC e SEUC.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Realizar o levantamento e a caracterização dos aspectos do meio físico como solos, topografia, clima, geomorfologia, hidrografia e hidrologia.

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

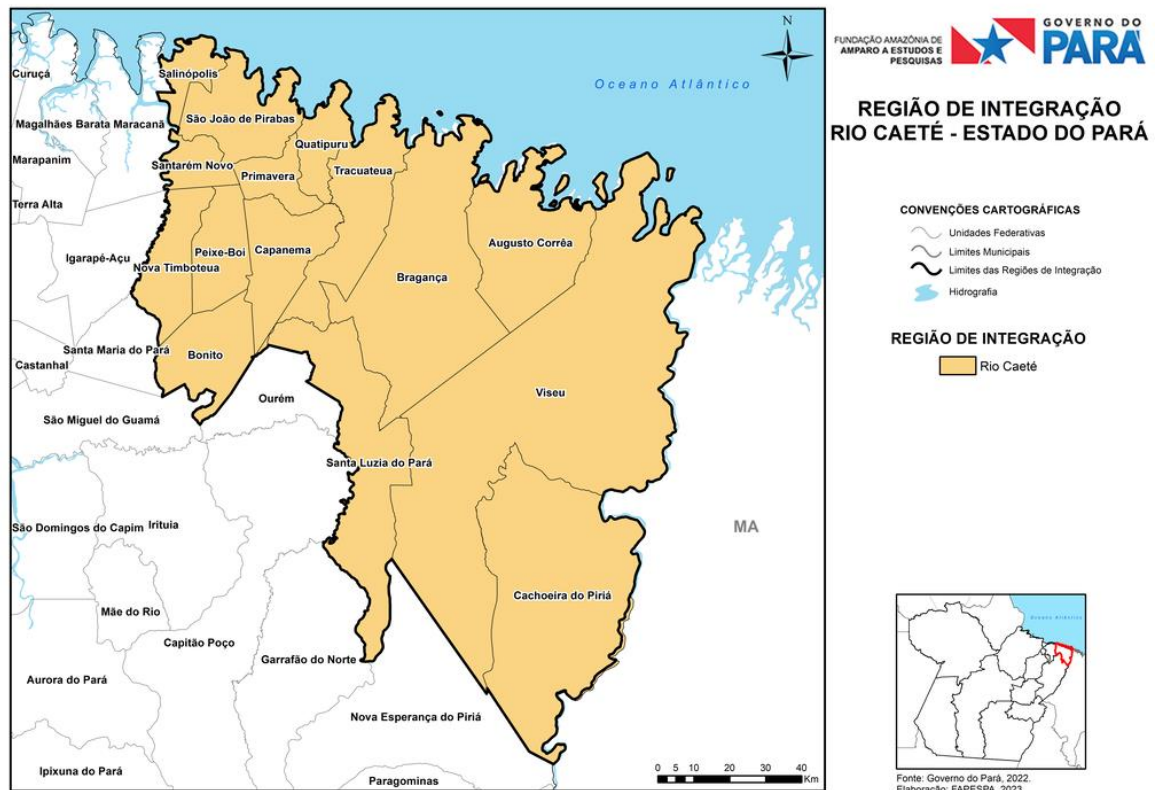
3.1. ASPECTOS GERAIS DO MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO DE PIRABAS

3.1.1. Localização e Acesso

O município de São João de Pirabas fica localizado aproximadamente 192 km de Belém por via terrestre, localizado no Estado do Pará, integra a Mesorregião do Nordeste Paraense, Região de Integração Rio Caeté e Microrregião do Salgado.

É a 102ª cidade mais populosa do Estado do Pará, o 1658º município mais populoso do Brasil e 3º município mais populoso da região geográfica imediata de Capanema (Instituto Brasileiro de Estatística e Geografia, 2024). O município, por sua vez, possui uma área de aproximadamente 668,058 km², onde 8,46 km² se localizam em área urbanizada, conta com uma população estimada de 20.689 habitantes e densidade demográfica de 30,95 habitantes por quilometro quadrado (Instituto Brasileiro de Estatística e Geografia, 2022).

Figura 1 - Mapa da Região de Integração Rio Caeté.

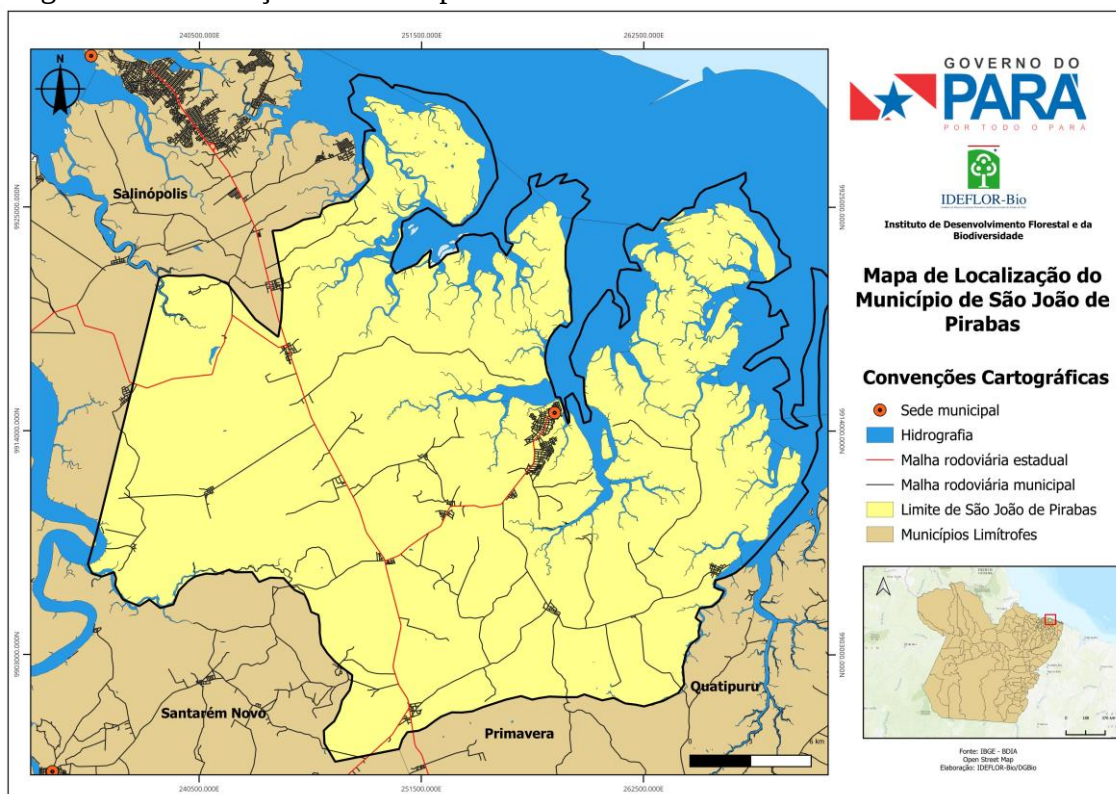


Fonte: FAPESPA (2022).

A sede municipal tem as seguintes coordenadas geográficas: S 00° 46' 08" de latitude e W 47° 10' 26" de longitude. Sua localização geográfica pode ser visualizada na Figura 2.

Os limites de São João de Pirabas são os seguintes: Ao Norte, com o Oceano Atlântico; a Leste, com o município de Quatipuru; ao Sul, com o município de Santarém Novo e Primavera; e a Oeste, com o município de Salinópolis.

Figura 2 - Localização do município de São João de Pirabas.



Fonte: IBGE, 2022. Elaboração IDEFLOR-Bio/DGBio (2025).

A modalidade terrestre é o meio de transporte mais importante, utilizado com maior frequência para o transporte de cargas e passageiros, sendo a carga de maior relevância os produtos e subprodutos provenientes da pesca. A linha rodoviária de transporte de passageiros utilizada com maior frequência são as linhas Belém-Salinópolis.

3.1.2. Histórico

Acredita-se que a fundação de São João de Pirabas, na segunda metade do século XIX, deve-se ao estabelecimento de duas famílias. Uma era composta pelos sobrenomes Florêncio e Matos Muniz, e a outra era de um português conhecido como Barbado.

O município de São João de Pirabas tem um nome que reflete tanto a fauna local quanto a devoção religiosa de seus primeiros habitantes. A primeira parte, "Pirabas", deriva de um peixe comum na região, a piaba (também conhecida como pirabas), que é encontrada em abundância nos rios de água doce locais. Já a adição de "São João" é uma homenagem à forte fé que os moradores tinham em São João Batista, padroeiro celebrado com grande devoção.

De acordo com os historiadores Theodoro Braga e Palmaz Muniz, o reconhecimento de São João de Pirabas como povoado de Salinópolis ocorreu em 6 de junho de 1895, pela Lei

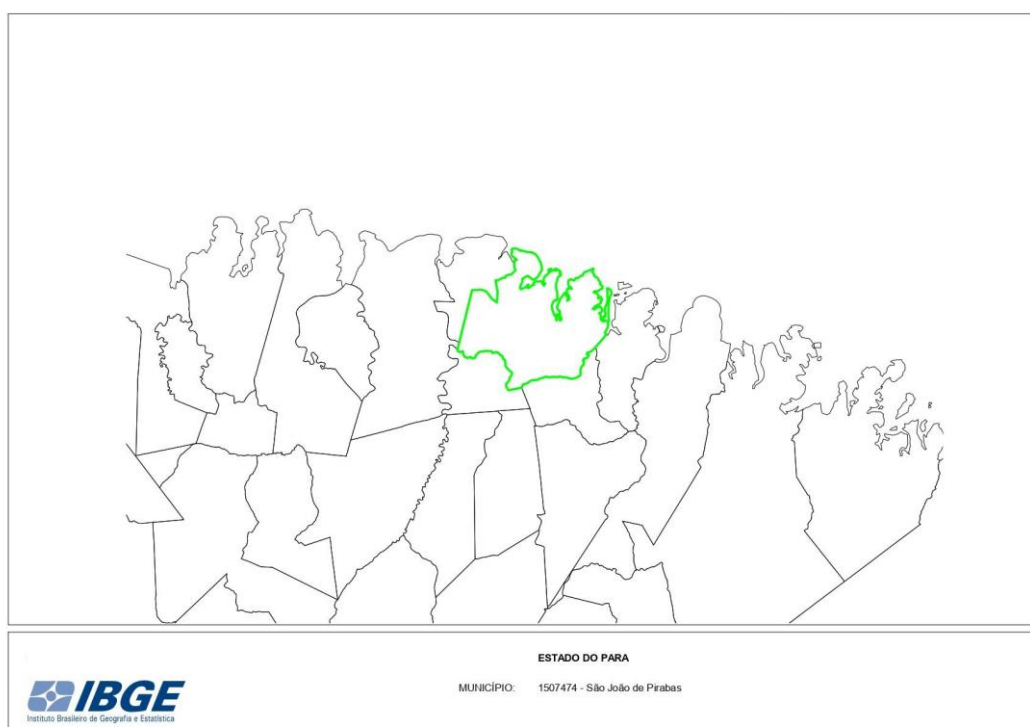
nº 342, embora a promulgação oficial só tenha acontecido em 16 de janeiro de 1896, via Decreto nº 166.

A elevação de São João de Pirabas à categoria de município de Salinópolis foi consolidada em 1901, conforme a Lei nº 697 de 22 de outubro daquele mesmo ano. Nessa nova condição, São João de Pirabas se destacou como um distrito de Salinópolis, funcionando como um importante terminal de navegação a vapor para a *Amazon River Company* na Região do Salgado. Essa posição estratégica impulsionou um significativo crescimento urbano no local.

Em 1930, Salinópolis foi extinto como município, e toda a sua área foi anexada a Maracanã. No entanto, essa situação durou pouco, em 30 de junho de 1933, com a promulgação do Decreto Estadual nº 1002, Salinópolis foi novamente elevado à categoria de município.

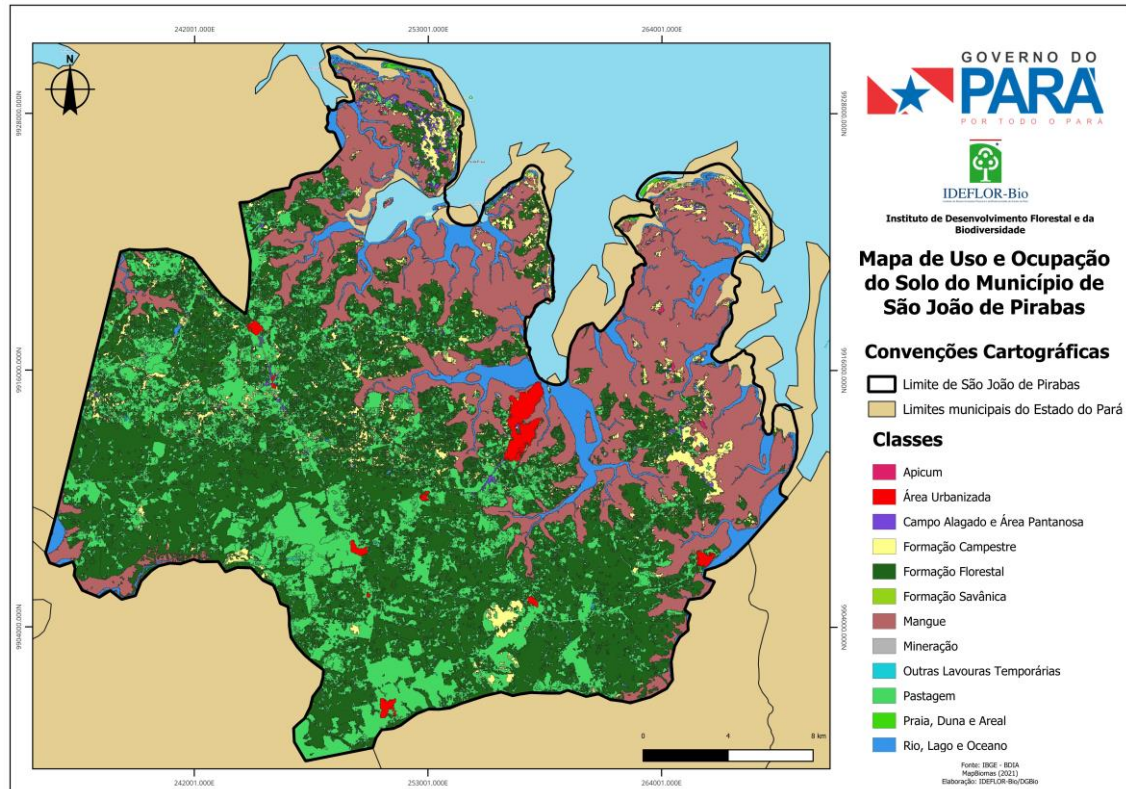
São João de Pirabas deixou de fazer parte de Salinópolis em 11 de fevereiro de 1962. Naquela data, com a criação do município de Primavera, a área de Pirabas foi anexada ao novo município. No entanto, foi somente em 1988 que São João de Pirabas alcançou sua tão esperada autonomia. Em 10 de maio daquele ano, com a aprovação da Lei nº 5453, o município foi oficialmente reconhecido, garantindo sua independência política e administrativa

Figura 3 - Mapa mudo do município de São João de Pirabas.



Fonte: IBGE (2025).

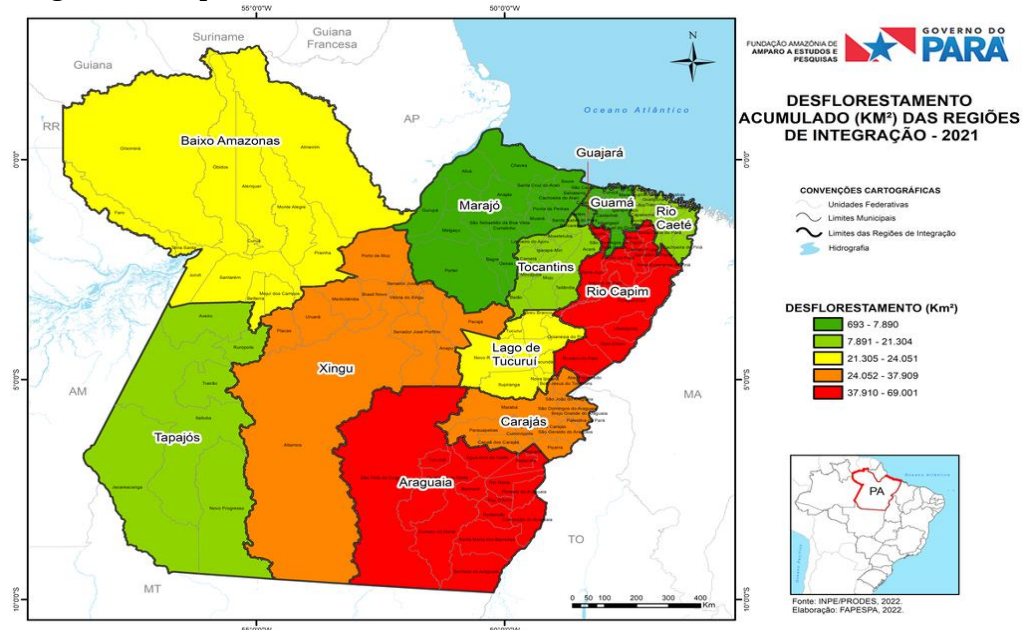
Figura 5 - Mapa de uso e ocupação do solo do município de São João de Pirabas.



Fonte: MapBiomas, 2022. Elaboração IDEFLOR-Bio/DGBio (2025).

Segundo a Fundação de Amparo a Pesquisa do Pará (FAPESPA) o mapa de desmatamento acumulado (Figura 06), demonstra que a Região de Integração Rio Caeté possui uma das menores taxas de desmatamento acumulado até 2021.

Figura 6 - Mapa de desmatamento acumulado até 2021.



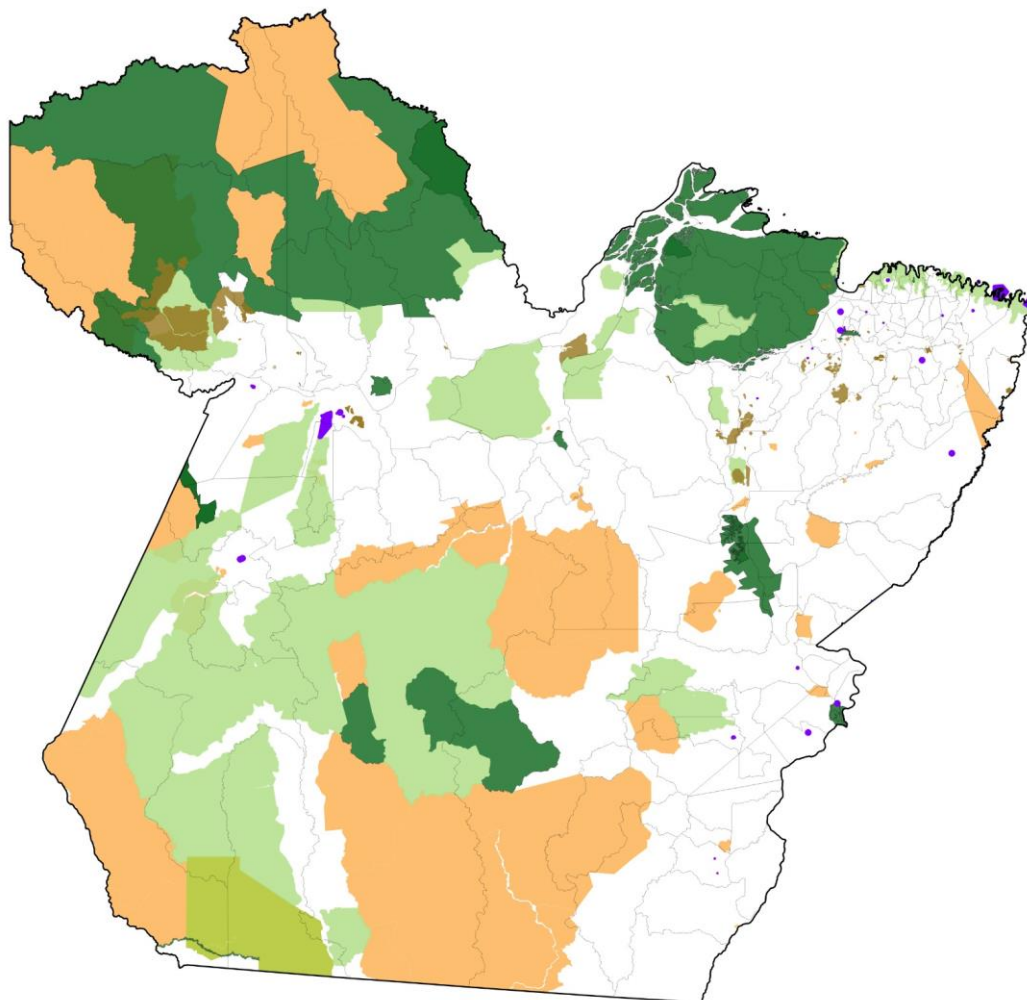
Fonte: FAPESPA (2022).

4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

No estado do Pará existem 113 Unidades de Conservação criadas legalmente. Sob a gestão do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), na esfera do governo Federal, existem 51 UCs, sendo 11 (onze) UCs do grupo de Proteção Integral totalizando 7.259.931,64 hectares que corresponde a 5,82% do território do Estado do Pará e 40 (quarenta) UCs do grupo de Uso Sustentável totalizando uma área de 12.921.471,11 hectares que corresponde a 10,35% do território do Estado do Pará, na gestão do Instituto de Desenvolvimento Florestal e da Biodiversidade do Estado do Pará (IDEFLOR-Bio), na esfera Estadual existem 29 Unidades de Conservação, sendo 13 (treze) UCs do grupo de Proteção Integral e 16 (dezesesseis) UCs do grupo de Uso Sustentável), juntas as categorias totalizam 21.162.928,62 hectares que corresponde a 16,98% do território do Estado do Pará.

Existem ainda 06 (seis) Unidades de Conservação na categoria de manejo Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN), sob a gestão de particulares (Figura 7) e unidades de conservação municipais, juntas possuem área total de 88.212,56 hectares. A área total ocupada pelas áreas de conservação no Estado do Pará é de aproximadamente 41.432.543,93, o que equivale a 33,25% da área territorial do estado.

Figura 7 - Mapa de Categorias e Unidades de Conservação do Estado do Pará.

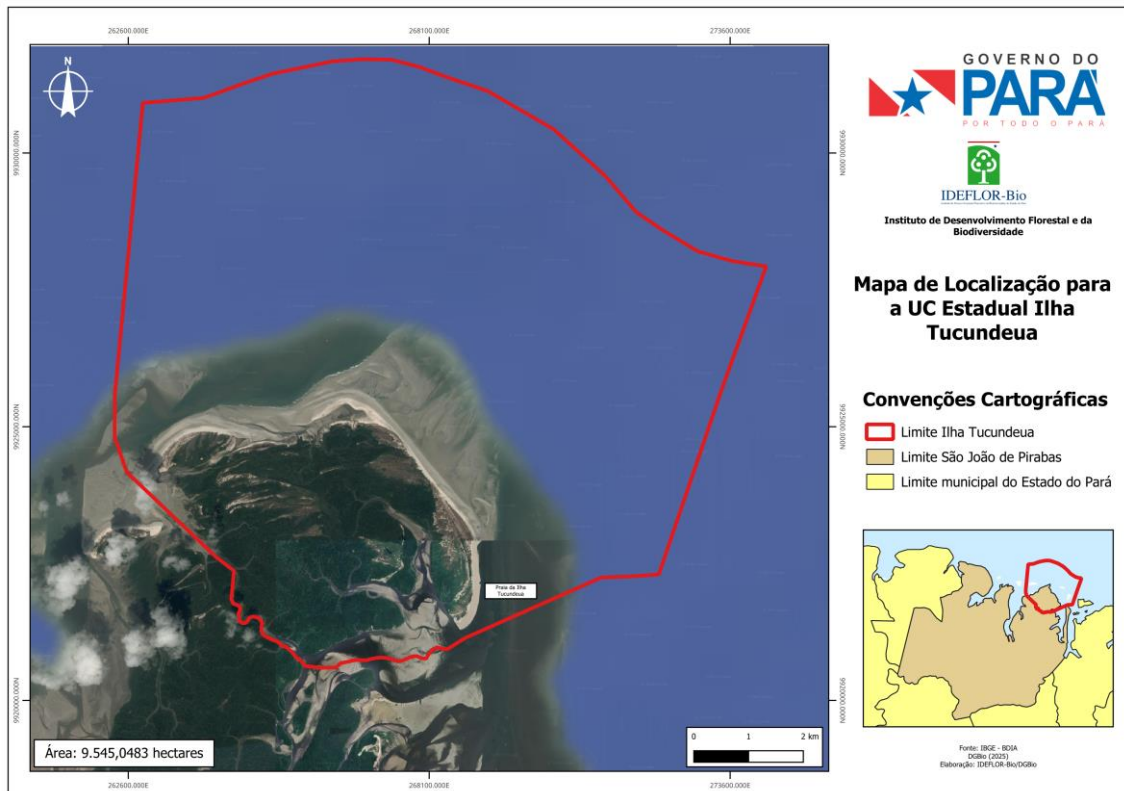


Fonte: SNUC, 2024. Elaboração IDEFLOR-Bio/DGBio (2025).

A área proposta para a criação de uma unidade de conservação da natureza sob gestão estadual denominada até então somente de Ilha Tucundeuá.

A área de interesse ambiental denominada de Ilha Tucundeuá possui área de 9.545,0483 hectares, localizada na direção nordeste do município de São João de Pirabas, no limite com o município de Quatipuru. A Ilha Tucundeuá se destaca como uma complexa rede estuarina, onde a interação de rio, igarapé e o Oceano Atlântico cria um ambiente propício para a formação de manguezais. Esses ecossistemas costeiros são de extrema importância ambiental, abrigando uma fauna e flora características e singulares, moldadas pelas peculiares condições físicas da região. A Figura 08 ilustra a área designada para a criação da Unidade de Conservação (UC) Ilha Tucundeuá, um testemunho da riqueza natural e da necessidade de preservação desse valioso bioma.

Figura 8 - Proposta de criação da Unidade de Conservação da Natureza.



Fonte: Diretoria de Gestão da Biodiversidade, 2025. Elaboração IDEFLOR-Bio/DGBio (2025).

Para a correta definição da categoria da área indicada para a criação de UC da Natureza torna-se necessário, após a conclusão dos demais estudos de flora, fauna, vegetação, socioeconômico, fundiário, dimensionar a infraestrutura relacionada com a ocupação humana dentro da área de interesse ambiental e no seu entorno, para garantir o cumprimento dos objetivos propostos.

4.1. LOCALIZAÇÃO

A área de interesse ambiental fica localizada nas coordenadas geográficas 0° 41' 49,23" S e 47° 4' 42,54" W, está situada ao norte do município de São João de Pirabas, Estado do Pará, distante aproximadamente 192 km da capital Belém, a referida área faz divisa na sua porção nordeste do município de São João de Pirabas.

5. CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL - MEIO FÍSICO

5.1. METODOLOGIA

Os procedimentos metodológicos desenvolvidos para a realização do presente trabalho compreenderam as seguintes etapas:

- Levantamento bibliográfico, cartográfico, bases vetoriais e de imagens de satélite relacionadas à temática em curso;
- Trabalhos de campo com observações *in loco* da área de estudo;
- Registro fotográfico e georreferenciamento dos principais aspectos da paisagem e dos limites da área da UC;
- Elaboração do Diagnóstico.

A elaboração do diagnóstico foi esquematizada em 03 (três) fases. A primeira fase se estabeleceu com a coleta de informações existentes sobre os temas relacionados com o meio físico no município de São João de Pirabas, foi possível constatar que os estudos direcionados especificamente para os atributos do meio físico são bastante reduzidos ou incipientes, principalmente no que diz respeito à hidrografia e hidrologia dos igarapés e nascentes na área de interesse ambiental.

Dentro dessa mesma etapa, foi realizado também o levantamento cartográfico, de imagens de satélites e bases de referências como: estradas, hidrografia, hidrologia, solos, geologia, geomorfologia e topografia. O objetivo da ampla base de dados é permitir que a equipe técnica fosse a campo com conhecimento prévio e validar as informações vetoriais como sendo realidade terrestre.

O Instituto Nacional de Metrologia - INMET e seu banco de dados sobre a caracterização climática foi a base de informações para os dados de temperatura do ar, precipitação, evaporação etc., de acordo com a disponibilidade de dados a partir da estação automática de Bragança (A226).

Para a classificação climática utilizou-se os estudos propostos por Köppen e Thornthwaite, que relaciona basicamente o clima com a vegetação, considerando esquemas de sazonalidade, os valores médios anuais, mensais da temperatura do ar e de precipitação (Yoade, 2007; Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos, 2023).

O levantamento da hidrografia primeiramente foi realizado por intermédio das bases vetoriais da Agência Nacional de Água - ANA, Banco de Dados de Informações Ambientais do IBGE (BDIA-IBGE) e os dados cartográficos foram complementados com a vetorização em campo.

A geologia e geomorfologia foram baseadas primeiramente nas bases vetoriais do banco de dados do Serviço Geológico do Brasil - SGB e Banco de Dados de Informações Ambientais do IBGE (BDIA-IBGE), com complementação por observações *in loco* e a descrição apoiada nos estudos contidos no Projeto RADAM Brasil e em outros dados apontados na literatura específica.

Os solos foram analisados primeiramente por intermédio das bases vetoriais do Banco de Dados de Informações Ambientais do IBGE (BDIA-IBGE), posteriormente em campo por intermédio de pontos de sondagem, as informações foram validadas com a abertura de perfis para a correta classificação.

Para a execução da segunda etapa que correspondeu aos trabalhos de campo, percorreu-se o perímetro da área de interesse ambiental, onde se realizou os registros topográficos, abertura de horizontes no solo e georreferenciamento da paisagem, o objetivo é registrar todas as características relacionadas aos temas do meio físico. Os registros focam principalmente nos igarapés e cursos d'água formadores da drenagem e nas classes de solos, foi realizado também o georreferenciamento de alguns pontos de interesse e os limites da área de estudo.

A terceira e última etapa, consiste na sistematização dos dados levantados, produção de mapas, tabelas e figuras, em detrimento também das discussões pertinentes sobre o meio físico.

5.2. SOLOS

O solo é um aglomerado de corpos naturais, constituído de parte sólida, líquida e gasosa, com caráter tridimensional, dinâmico, formado por parte mineral e orgânica, ocupam grandes partes da porção continental do planeta, contém ainda matéria viva e pode ser vegetado naturalmente ou eventualmente por interferência antrópica (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2018).

O Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - (SiBCS) é a organização sistemática e hierárquica, com a consolidação dos grupos taxonômicos, que expressa o conhecimento inerente para a classificação dos solos identificados neste país. O sistema padroniza conceitos como os de horizonte e existem classes categóricas como: ordem, subordem, grande grupo, subgrupo, família e série (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2018).

O sistema de classificação hoje vigente é uma modificação do sistema americano proposto por Baldwin (1938) e modificado por Thorp e Smith (1949). A base do sistema brasileiro é composta centralmente pelo sistema americano, porém de forma complementar os

conceitos e elucidações ocorreram por intermédio de contribuições de diversas pesquisas, algumas consideradas obras-chave, exemplarmente Kellog e Davol (1949) para os Latossolos.

A estrutura de trabalho é composta por um Comitê-Executivo Nacional assessorado por colaboradores regionais e núcleos locais de discussão para as áreas de gênese, morfologia e classificação de solos (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2018).

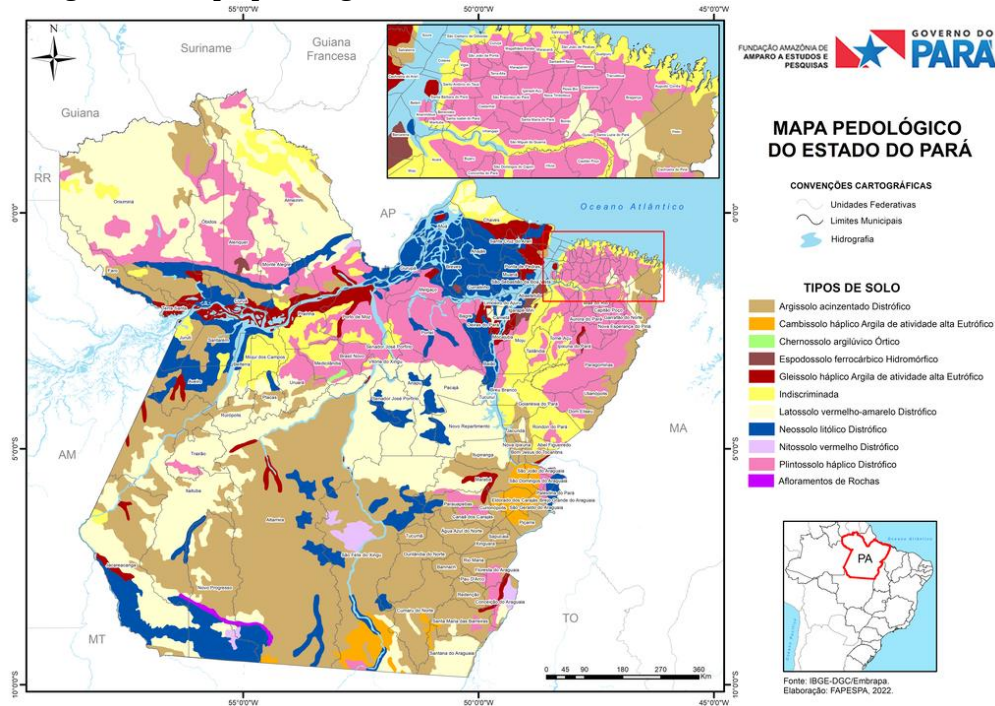
A parte tridimensional que representa o solo é determinada de *pedon*, o *pedon* que vai da superfície ao contato com o material de origem é o perfil do solo. O perfil do solo é a unidade básica de estudo do SiBCS, perfazendo uma área mínima que possibilite estudar a variabilidade de atributos.

Os níveis categóricos adotados no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) são seis: 1º nível categórico (ordens), 2º nível categórico (subordens), 3º nível categórico (grandes grupos), 4º nível categórico (subgrupos), 5º nível categórico (famílias) e o 6º nível categórico (séries), este último ainda carecendo de definição de conceitos.

Existem 13 classes de solos de 1º nível categórico (ordem), a saber: Argissolo com elemento formativo ARG1 (conotação para o processo de acumulação de argila), Cambissolo com prefixo formativo CAMBI (solo em processo formativo e horizonte B incipiente), Chernossolo com prefixo CHERNO (solo rico em matéria orgânica), Espodossolo com prefixo ESPODO (horizonte de acumulação iluvial de matéria orgânica associada à presença de alumínio), Gleissolo com prefixo GLEI (solo pastoso e excesso de água), Latossolo com prefixo LATO (muito intemperizado), Luvisolo com prefixo LUVI (translocação de argila e lavado), Neossolo com prefixo NEO (pouco desenvolvimento pedogenético), Nitossolo com prefixo NITO (brilhante, superfícies brilhantes nas unidades estruturais), Organossolo com prefixo ORGANO (solos com maior expressão da constituição orgânica), Planossolo com prefixo PLANO (solos desenvolvidos em planícies ou depressões com encharcamento estacional), Plintossolo com prefixo PLINTO (materiais argilosos coloridos que endurecem quando expostos ao ar) e Vertissolo com prefixo VERTI (movimento de material de solo na superfície e que atinge a subsuperfície em expansão/contração).

A Figura 09 evidencia o panorama dos solos do Estado do Pará de acordo com o SiBCS.

Figura 9 - Mapa pedológico do Estado do Pará.



Fonte: FAPESPA (2022).

O município de São João de Pirabas possui grande parte de seu território formado por solos predominantes, denominados de: Latossolo Amarelo Distrófico, Gleissolo Tiomórfico Órtico, Neossolo Quartzarênico Hidromórfico e Neossolo Quartzarênico Órtico. O levantamento dos dados foi realizado de acordo com o Manual de Classificação de Solos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2018).

Em São João de Pirabas, a classe de solo mais comum e amplamente distribuída é a dos Latossolos Amarelos. Esses solos podem apresentar características tanto hidromórficas (influenciadas pela água) quanto não-hidromórficas, adaptando-se às diversas condições do terreno.

Os Latossolos são solos formados no processo denominado de “latolização” que consiste basicamente na retirada da sílica e das bases do perfil (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+} etc.), após transformação dos minerais primários constituintes. São solos minerais, profundos com horizonte A superior a 2 metros e horizonte B muito espesso acima de 50 cm, com horizonte A, B e C pouco diferenciados. Os latossolos possuem a peculiaridade de formar crostas superficiais, possivelmente devido à floculação da argila que passa a se comportar como silte e areia fina.

Os Latossolos Amarelos Distróficos encontrados geralmente são de natureza não hidromórfica, profundos, bastante envelhecidos, ácido e de boa drenagem, a ocorrência é comum em São João de Pirabas, relevo geralmente plano ou suave ondulado.

Nos Latossolos, o acréscimo de argila do horizonte A para o B é pouco expressivo e os relevos são plano e suave ondulado.

Da classe dos solos considerados halomorfos foram encontradas associações de Gleissolo Háptico Tb Eutrófico nas bordas dos igarapés e Gleissolos Tiomórfico Órtico nos mangues.

Os Gleissolos são solos minerais que se formam em áreas com alagamento permanente ou temporário, uma das suas principais características é a presença do horizonte glei nos primeiros 50 cm de profundidade, facilmente identificável pela sua cor acinzentada. Essa tonalidade é resultado da oxirredução do ferro, um processo químico que ocorre em ambientes com pouca oxigenação. Devido à presença desse cátion metálico, o horizonte glei (que pode ser encontrado como Eg, Bg, Cg e até Ag) frequentemente apresenta mosqueados, ou até mesmo plintita ou petroplintita. É importante notar que a quantidade de plintita e mosqueados nesses solos não é suficiente para classificá-los como um horizonte plíntico ou concrecionário.

Entre os solos considerados halomórficos, aqueles influenciados por sais, encontramos em São João de Pirabas os Gleissolos Tiomórficos Órticos. Esses solos se formam em áreas litorâneas com alta saturação de sódio e desenvolvem-se sob condições de excesso de umidade, seja ela permanente ou temporária, geralmente devido à proximidade do lençol freático à superfície. É comum encontrá-los em baixadas litorâneas, áreas de várzea e manguezais.

O termo "Tiomórfico" em solos indica a presença de sulfeto de ferro, que se forma em condições de saturação por água e matéria orgânica, especialmente em ambientes ricos em enxofre, como os mangues, quando esses solos são drenados e expostos ao oxigênio, o sulfeto de ferro (pirita) oxida e produz ácido sulfúrico. Essa reação leva a uma acidificação extrema (pH muito baixo), tornando o ambiente tóxico para a maioria das plantas devido aos altos níveis de alumínio trocável e sais. É por isso que áreas de mangue podem ter um cheiro característico de "ovo podre", causado pelo gás sulfídrico.

A designação "Órtico" em Gleissolos Tiomórficos indica um subgrupo que não apresenta outras características restritivas em níveis mais detalhados de classificação. Isso significa que, embora possuam as propriedades tiomórficas (como a formação de sulfetos e o potencial de acidificação extrema ao serem drenados), eles não contêm teores excessivos de sódio (que os classificaria como sódicos) ou de sais solúveis em quantidades tóxicas para a maioria das culturas (que os classificaria como sálidos), nem altos teores de matéria orgânica (que os tornaria organossódicos), em outras palavras, a característica tiomórfica é a principal

limitação desses solos, sem a ocorrência simultânea de outras particularidades de sódio ou salinidade que pudessem levar a uma classificação diferente.

Os Neossolos são solos novos, com pouca diferenciação entre suas camadas. Isso quer dizer que eles não passaram por processos intensos de desgaste ou formação de horizontes distintos. Geralmente, são solos rasos ou de pouca profundidade.

O termo "Quartzarênico" refere-se a solos com predominância de areia de quartzo em sua composição mineralógica, esses solos são formados principalmente a partir de sedimentos arenosos, apresentando uma textura muito arenosa com mais de 70% de areia na fração terra fina.

Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos são comumente encontrados em:

- Planícies costeiras: Áreas de restinga e dunas costeiras, como as que existem nas bordas da Ilha Tucundeuá, onde o lençol freático é superficial e o material de origem é arenoso;
- Áreas de baixada: Locais com drenagem deficiente;
- Veredas e áreas de nascentes: Em regiões com proximidade do lençol freático, por exemplo, onde afloramentos de água criam condições de saturação.

O termo "Órtico" é crucial para diferenciar este Neossolo Quartzarênico de outros subtipos. Ele indica que o solo não possui características químicas ou morfológicas limitantes adicionais que o classificariam em outro grande grupo. Em outras palavras, não há:

- Excessiva acidez ou alcalinidade: O pH não é extremamente ácido ou alcalino;
- Altos teores de sais: Não é um solo salino (com acúmulo excessivo de sais solúveis);
- Excesso de sódio: Não é um solo sódico (com altos teores de sódio trocável);
- Hidromorfismo: É a principal diferença em relação ao Neossolo Quartzarênico Hidromórfico. O Órtico não exibe as características de drenagem deficiente, como cores acinzentadas ou mosqueados que indicam a influência de um lençol freático elevado. Ele possui drenagem boa a excessiva.

As classes de solos do município de São João de Pirabas e suas associações de solo estão representadas na Tabela 1 e Figura 10.

Tabela 1 - Associações de Solo do município de São João de Pirabas até o 3º nível categórico.

	Latossolos
LAd	Latossolo Amarelo Distrófico. Textura média e areia, quartzoso. Relevo plano a suave ondulado.
	Gleissolo
GJo	Gleissolo Tiomórfico Órtico. Textura argilosa, solo aluvial. Relevo plano.
	Neossolo
RQg	Neossolo Quartzarênico Hidromórfico. Textura arenosa. Relevo Plano.
	Neossolo
RQo	Neossolo Quartzarênico Órtico. Textura arenosa. Relevo Plano.

Figura 10 - Levantamento Gleissolo Tiomórfico.



Fonte: IDEFLOR-Bio/DGBio (2025).

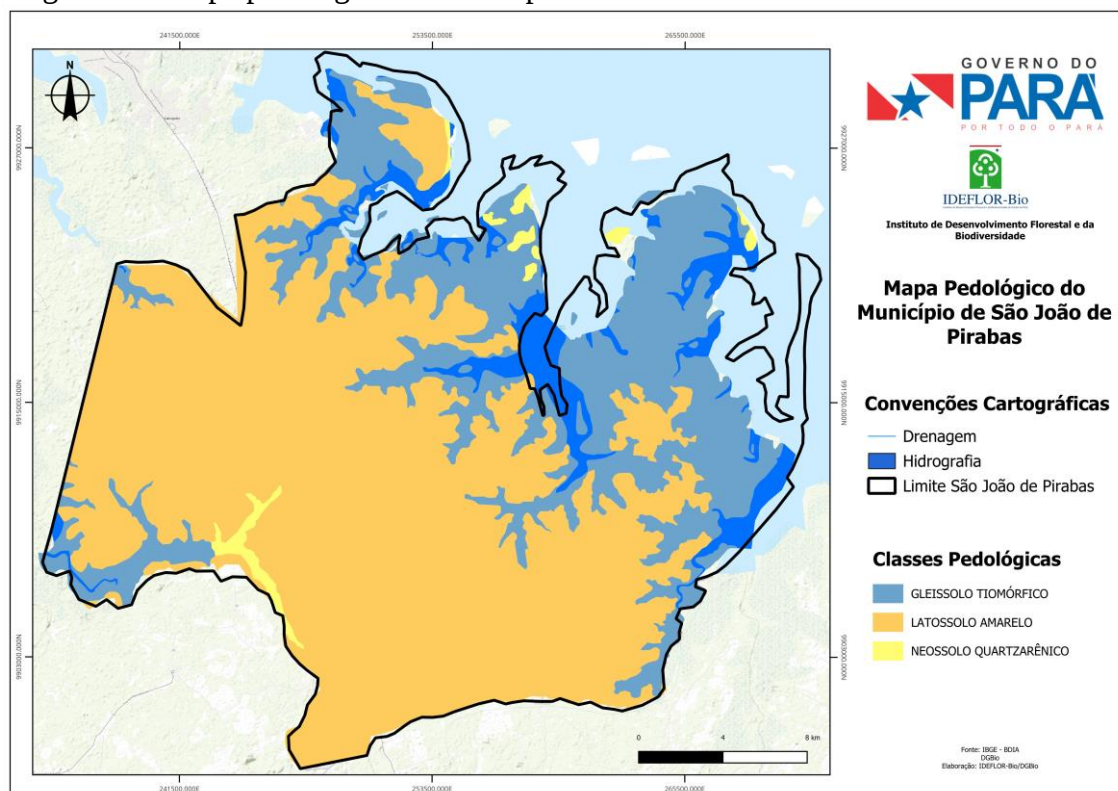
Figura 11 - Levantamento Neossolo.



Fonte: IDEFLOR-Bio/DGBio (2025).

Os mapas pedológicos do município de São João de Pirabas e da área proposta para a criação da unidade de conservação da natureza foram elaborados com base nos levantamentos do IBGE e seu respectivo Banco de Dados de Informações Ambientais - BDIA com confirmação dos dados no levantamento de campo. O mapa apresentado na Figura 12 mostra as classes de solos e a distribuição destes no município de São João de Pirabas.

Figura 12 - Mapa pedológico do município de São João de Pirabas.

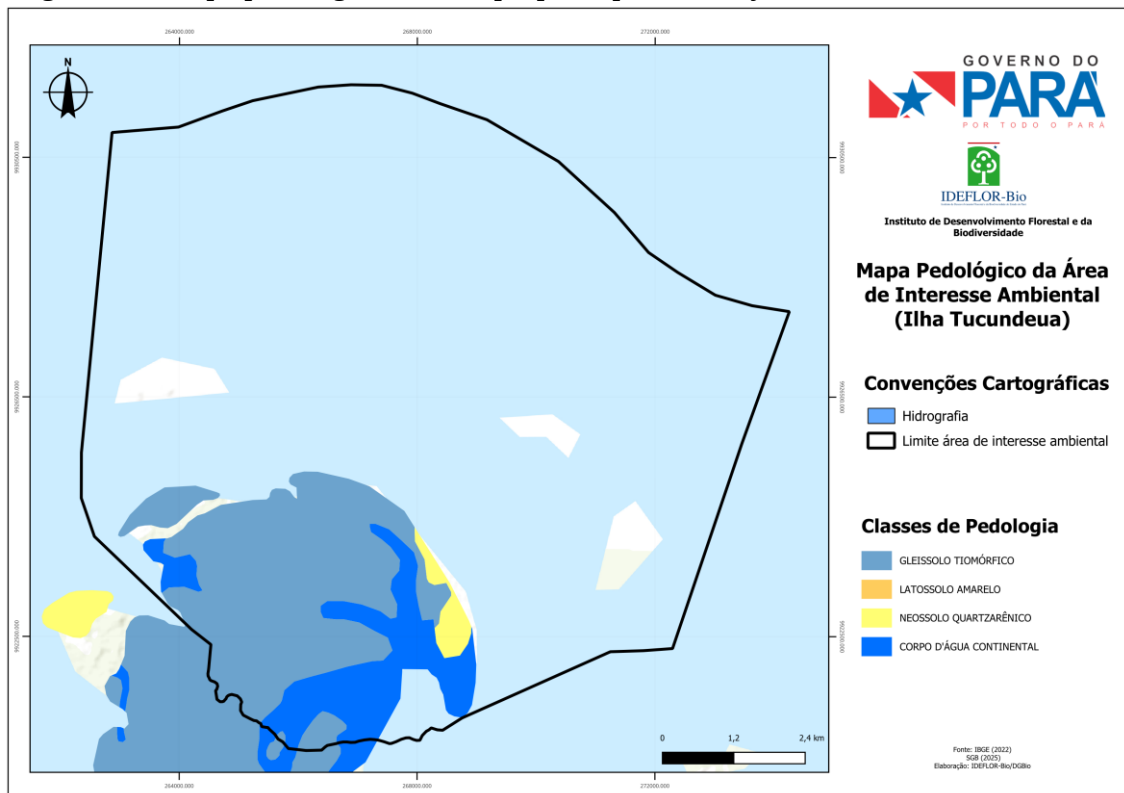


Fonte: BDIA-IBGE, 2025. Elaboração IDEFLOR-Bio/DGBio (2025).

De acordo com as bases de dados do Banco de Informações Ambientais do IBGE, para a escala de amostragem foram detectadas a presença de solos da Ordem dos Latossolos Amarelos, Gleissolos Tiomórficos e Neossolos Quartzarênicos.

Segundo o levantamento, foi possível detalhar que na área proposta para criação da unidade de conservação predomina o Gleissolo Tiomórfico Órtico, com textura muito argilosa e presente em relevo plano, em segundo lugar está presente porções de Neossolo Quartzarênico nas bordas onde estão concentradas as praias e em menor concentração foram encontradas pequenas manchas de Latossolo Amarelo Distrófico (Figura 13).

Figura 13 - Mapa pedológico da área proposta para a criação de UC.



Fonte: BDIA-IBGE, 2025. Elaboração IDEFLOR-Bio/DGBIO (2025).

Figura 14 - Levantamento Neossolo Quartzarênico.



Fonte: IDEFLOR-Bio/DGBio (2025).

5.3. TOPOGRAFIA

A hipsometria fornece dados essenciais para a compreensão da morfologia do terreno, ao criar curvas hipsométricas, gráficos ou modelos digitais é possível visualizar a distribuição das elevações, essas ferramentas de análise permitem classificar a bacia hidrográfica em diferentes estágios de desenvolvimento, por exemplo, o que ajuda a entender as forças que atuam sobre a paisagem.

A importância do estudo hipsométrico se estende a diversas aplicações práticas, no planejamento urbano, o conhecimento da hipsometria de uma área pode auxiliar na escolha de locais adequados para a construção de infraestruturas, evitando áreas de risco. Na gestão de recursos hídricos, a análise hipsométrica de uma bacia hidrográfica é crucial para calcular a capacidade de armazenamento de água em reservatórios e para prever o comportamento do escoamento superficial, além disso, na agricultura, a hipsometria pode ajudar a determinar a viabilidade de certas culturas em diferentes altitudes, considerando as variações de clima e solo.

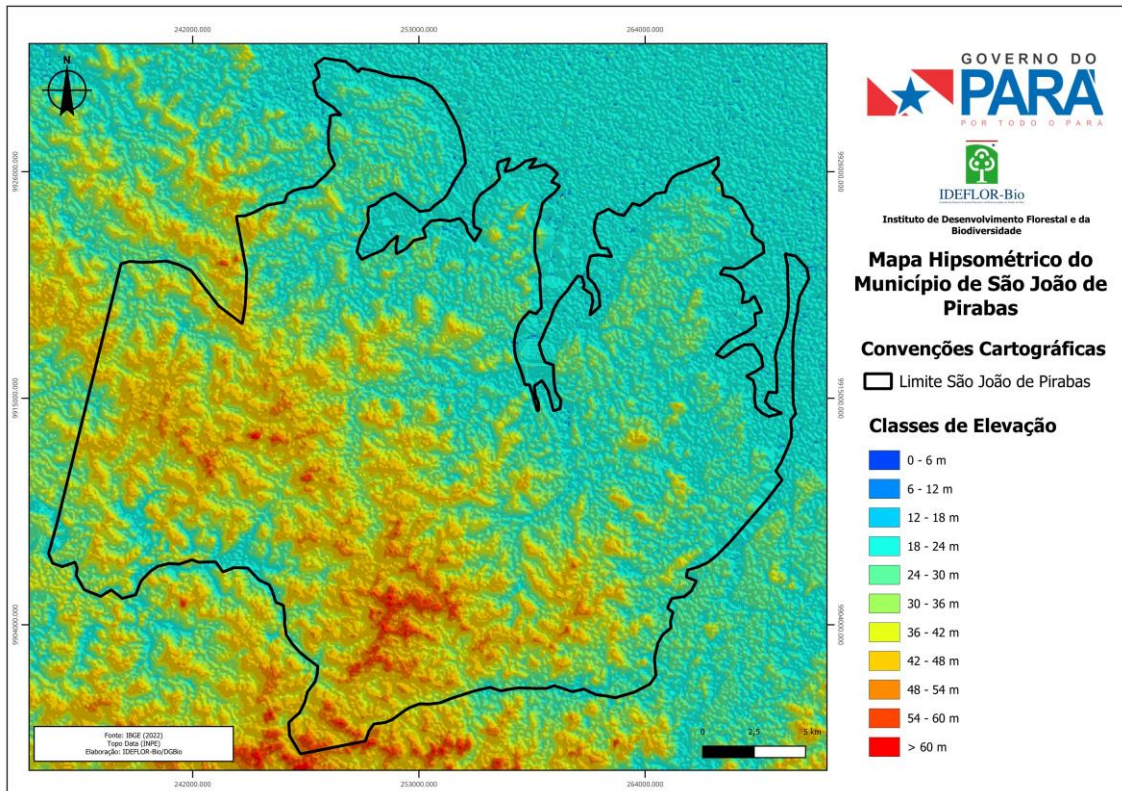
Os mapas hipsométricos (Figuras 15 e 16) mostram as classes de altimetria do município de São João de Pirabas e da área proposta para a criação da unidade de conservação. Os mapas foram elaborados a partir dos dados da *United States Geological Survey* (USGS, 2025).

O município de São João de Pirabas apresenta uma hipsometria com cotas altimétricas que variam de 0 m a 65 m, sendo que a parte mais elevada do relevo na bacia se localiza no centro-oeste e na porção sul, onde se encontra respectivamente os limites com os municípios de Salinópolis, Santarém Novo e Primavera, nestas áreas estão concentrados a maior parte da vegetação de terra firme (Figura 15).

As cotas altimétricas mais baixas do município de São João de Pirabas de 0 a 24 m estão localizadas na porção norte, leste e bordas, já próximo da sede da cidade, a maior parte dessas áreas é destinada para a pesca e turismo. As cotas de altitude aumentam a partir da localização da sede administrativa do município de São João de Pirabas.

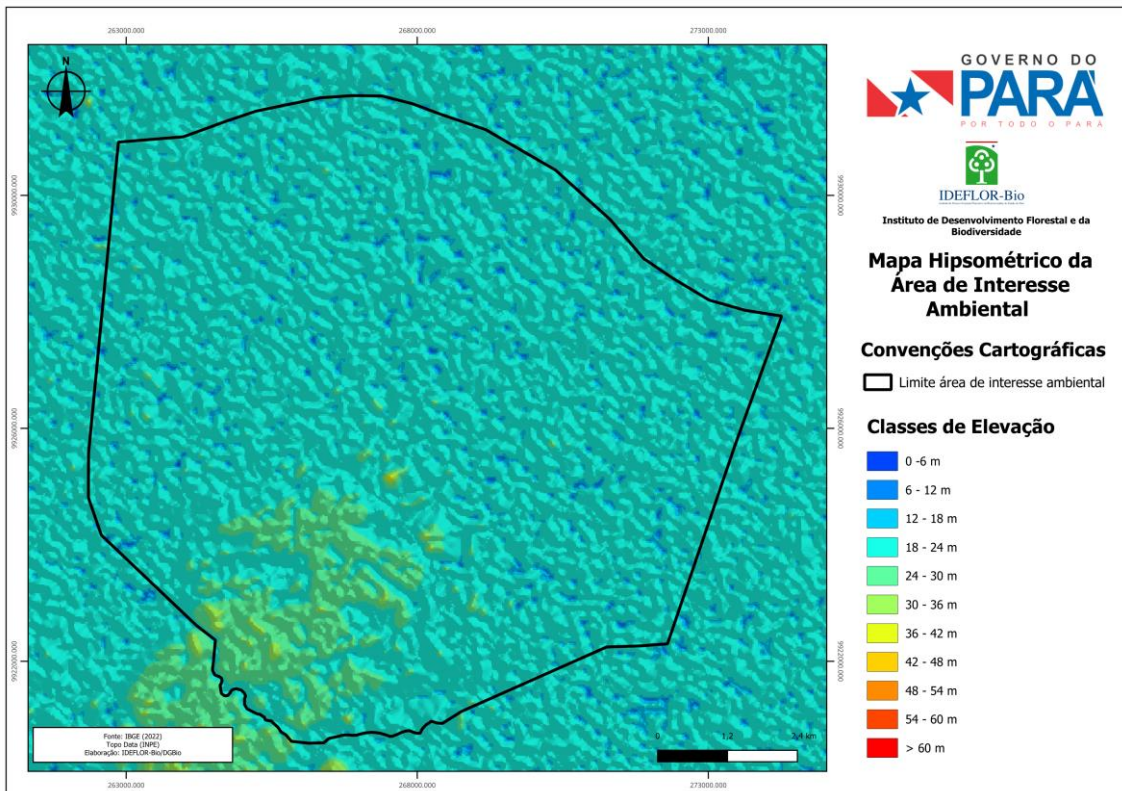
Na área de interesse ambiental (Figura 16) predominam as menores cotas de 0 a 18 m, e de forma escalonada a altitude aumenta em direção ao sul, onde se encontram as cotas superiores de 18 a 42 m.

Figura 15 - Mapa hipsométrico do município de São João de Pirabas.



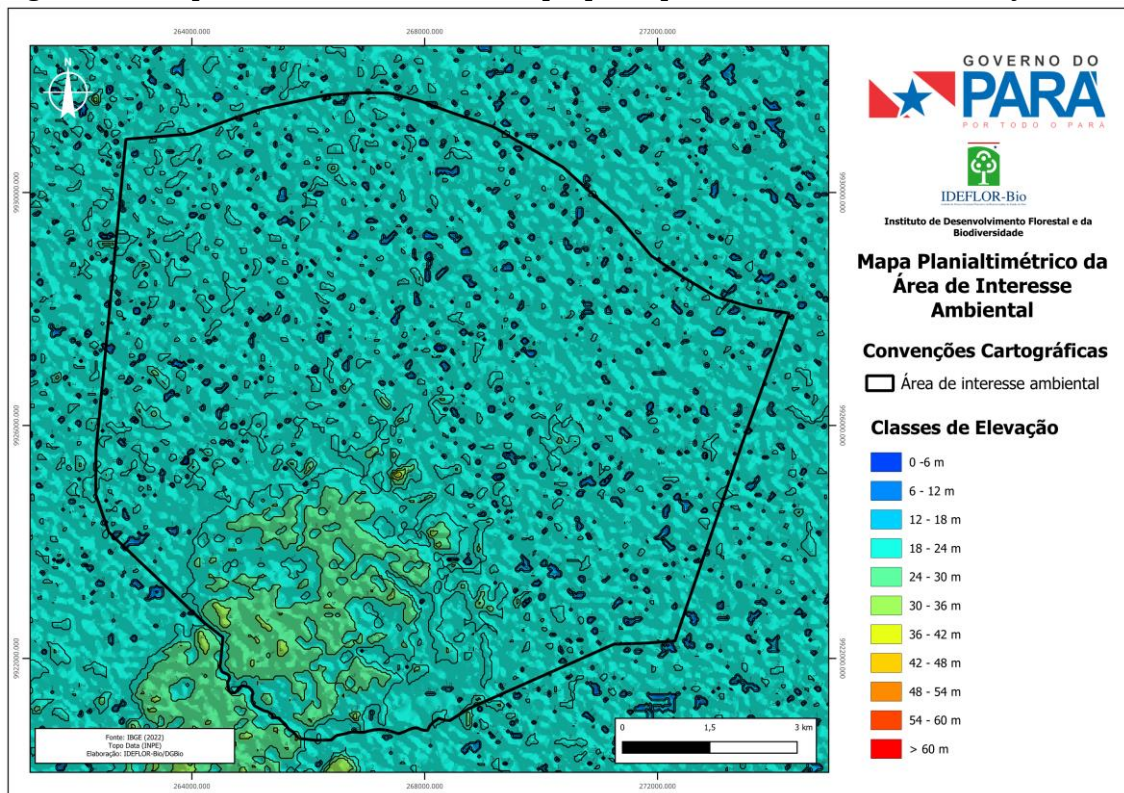
Fonte: United States Geological Survey - USGS, 2025. Elaboração DGBIO/IDEFLOR-Bio, 2025.

Figura 16 - Mapa hipsométrico da área de interesse ambiental.



Fonte: United States Geological Survey - USGS, 2025. Elaboração DGBIO/IDEFLOR-Bio, 2025.

Figura 17 - Mapa Planialtimétrico da área proposta para a unidade de conservação.

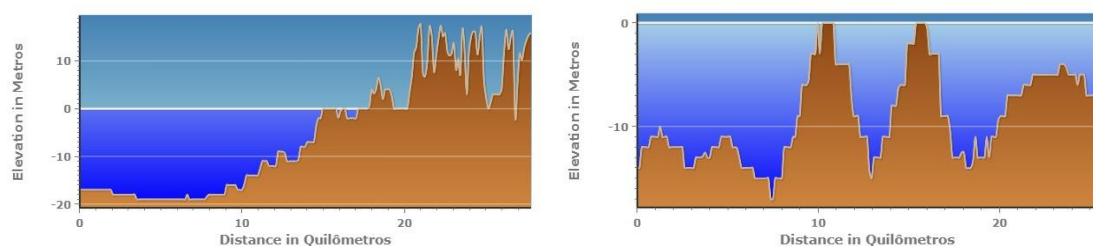


Fonte: United States Geological Survey - USGS, 2025. Elaboração DGBIO/IDEFLO-Bio, 2025.

Um perfil de elevação é uma representação gráfica essencial para entender o relevo de uma área. Sua principal função é auxiliar na análise da morfometria do terreno e na sua interpretação. Pense nele como uma seção transversal do horizonte do solo, que foca em mostrar as variações do relevo, com um perfil de elevação, é possível calcular facilmente o desnível, a altitude máxima e a mínima de uma determinada paisagem.

O perfil de elevação do município de São João de Pirabas foi extraído primeiramente no sentido longitudinal e posteriormente no sentido transversal. Os dados foram retirados do Serviço Geológico do Brasil - SGB.

Figura 18 - Perfil de elevação longitudinal e transversal da área de interesse ambiental.



Fonte: Serviço Geológico do Brasil (2025).

5.4. CLIMA

5.4.1. Classificação climática segundo Köppen e Thornthwaite

Os Sistemas de Classificações Climáticas (SCC) são ferramentas essenciais para descrever as condições médias da atmosfera terrestre. Mesmo com as variações diárias, mensais e sazonais, a representação climática é feita por faixas que expressam um padrão de oscilação média razoavelmente uniforme. No entanto, um desafio reside em identificar os parâmetros climáticos mais relevantes para uma distinção precisa. Para lidar com a complexidade multivariada da natureza do clima, foram desenvolvidos esquemas de classificação que utilizam a cobertura vegetal natural como um importante indicador das condições climáticas predominantes.

O clima de uma área não é determinado apenas por padrões gerais. Fatores do meio físico, como a topografia e a classe do solo, juntamente com os efeitos da atividade humana (como desmatamento, degradação, exploração florestal e atividade agrícola), exercem um controle significativo sobre as condições climáticas locais.

A classificação climática de Wladimir Peter Köppen (1846-1940) busca caracterizar grandes regiões ou áreas em zonas com características climáticas e biogeográficas homogêneas. Dentre as classificações existentes, a proposta por Köppen é a mais amplamente utilizada. Ela se baseia nas características térmicas e na distribuição sazonal da precipitação. Seus critérios são descritos a seguir: A 1ª letra - maiúscula, representa a característica geral do clima de uma região:

- A - Clima tropical chuvoso;
- B - Clima seco;
- C - Clima temperado chuvoso;
- D - Clima frio;
- E - Clima polar.

A 2ª letra - minúscula, representa as particularidades do regime de precipitação:

- f - sempre úmido, sem estação seca;
- m - monção, com breve estação seca;
- w - chuvas de verão.

A 3ª letra - minúscula, representa as particularidades em função da temperatura:

- a - verão quente, temperatura do mês mais quente maior que 22°C;
- b - verão morno, temperatura do mês mais quente menor que 22°C, com pelo menos 4 meses com temperatura maior que 10°C;
- c - verão curto e fresco, apenas 1 a 4 meses com temperatura maior que 10°C;

d - inverno muito frio, o mês mais frio tem temperatura menor que -38°C .

A 4ª letra - minúscula em regiões áridas, representa a temperatura média, característica de uma região:

h - quente, temperatura média anual maior que 18°C ;

k - moderadamente frio, temperatura média anual menor que 18°C .

De acordo com Alvares (2012) o Estado do Pará baseado na classificação de Köppen possui as classes climáticas predominantes Af, Am e Aw, descritas como:

I. “A - clima tropical chuvoso”;

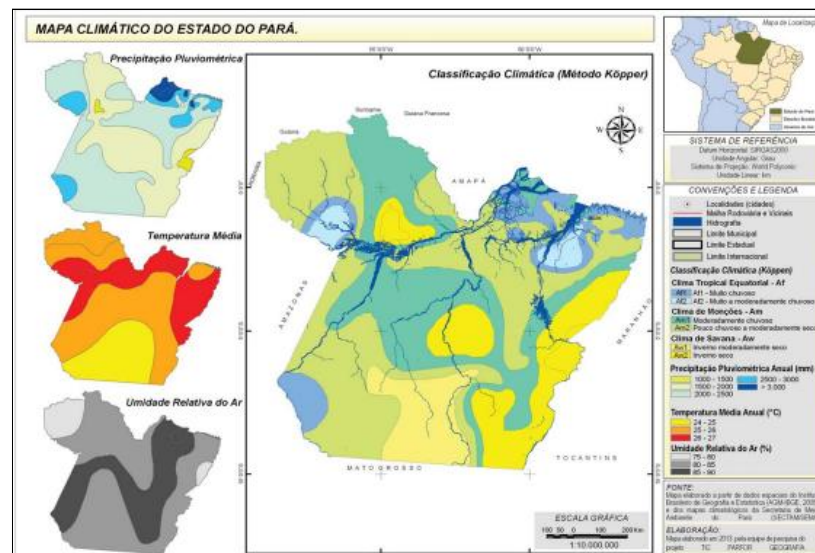
II. “Af - clima tropical chuvoso de floresta”;

III. “Am - clima tropical de monção”;

IV. “Aw - Clima de savana, clima tropical com estação seca”.

O Estado do Pará segundo a classificação de Köppen concentra cerca de 70% de seu território caracterizado pelo tipo de clima Am (clima tropical de monção) e 30% do Estado do Pará é do tipo Af (clima tropical chuvoso de floresta). O clima Am é caracterizado por uma curta estação de seca e precipitação no mês mais seco abaixo de 60 mm e o clima Af não ocorre estação seca com a precipitação no mês menos chuvoso maior que 60 mm (Alvares et al., 2013).

Figura 19 - Condições climáticas do Estado do Pará.



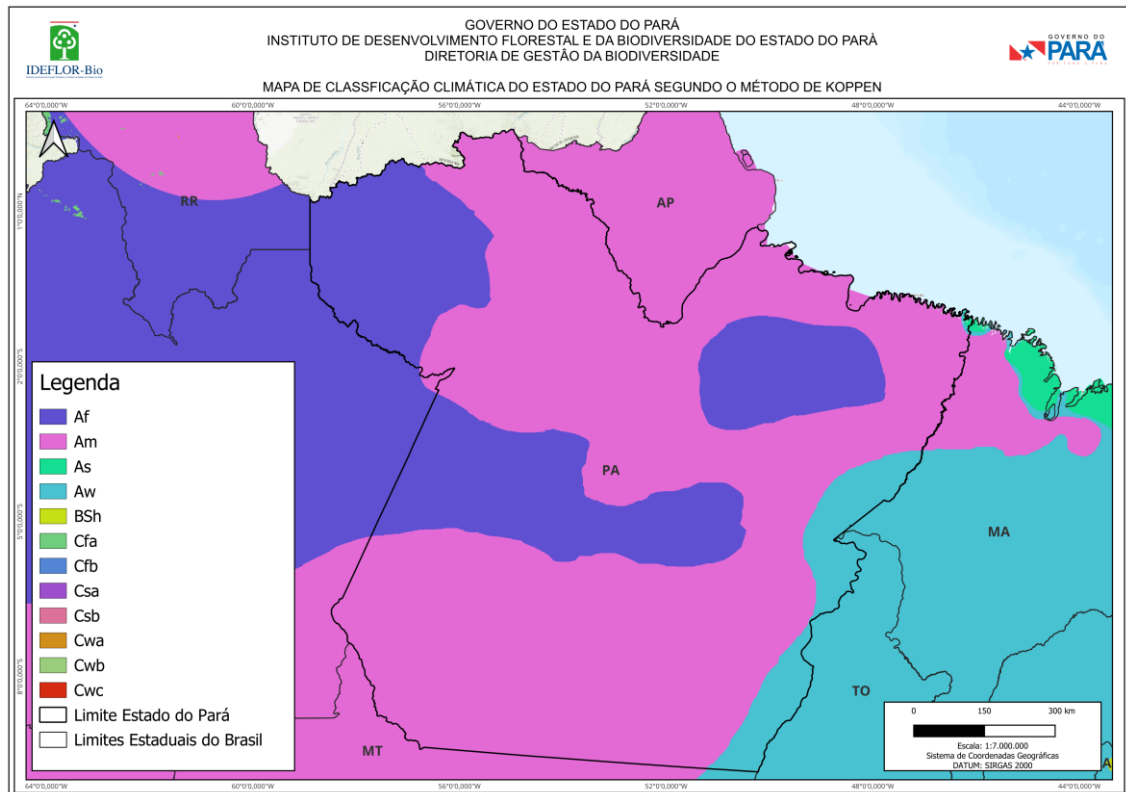
Fonte: Luz et al., (2013).

A classificação de Köppen categoriza os climas com base na temperatura anual, na temperatura média do mês mais frio e na precipitação anual. De acordo com estudos de Alvares et al. (2013), a Região de Integração Rio Caeté apresenta a subclasse Am.

Especificamente no município de São João de Pirabas, o tipo climático predominante é o Am, que corresponde ao clima tropical úmido de monções.

O clima de monções ou clima tropical úmido de monções tem como principal característica a alternância entre uma estação seca e outra chuvosa, essa alternância se dá pela mudança na direção dos ventos denominados de monções ou ventos monçônicos.

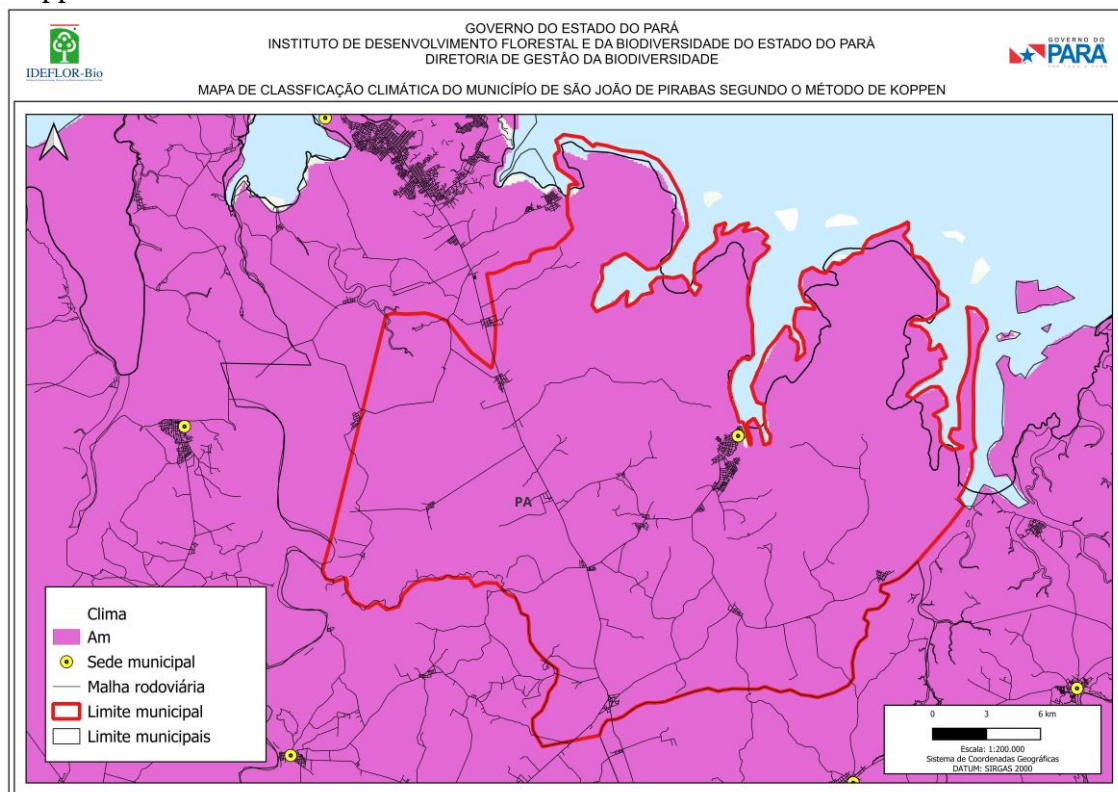
Figura 20 - Clima do Estado do Pará de acordo com a classificação de Köppen.



Fonte: Alvares et al., 2013. Elaboração IDEFLOR-Bio/DGBio (2025).

A área que apresenta clima de monções tem os verões com temperaturas superiores a 26°C com estiagem da chuva e invernos mais amenos, com temperaturas que não ficam abaixo de 18°C. O município de São João de Pirabas registra uma pluviosidade anual média de 2.430,2 mm (1991-2020), o inverno concentra cerca de 70% da pluviosidade anual esperada.

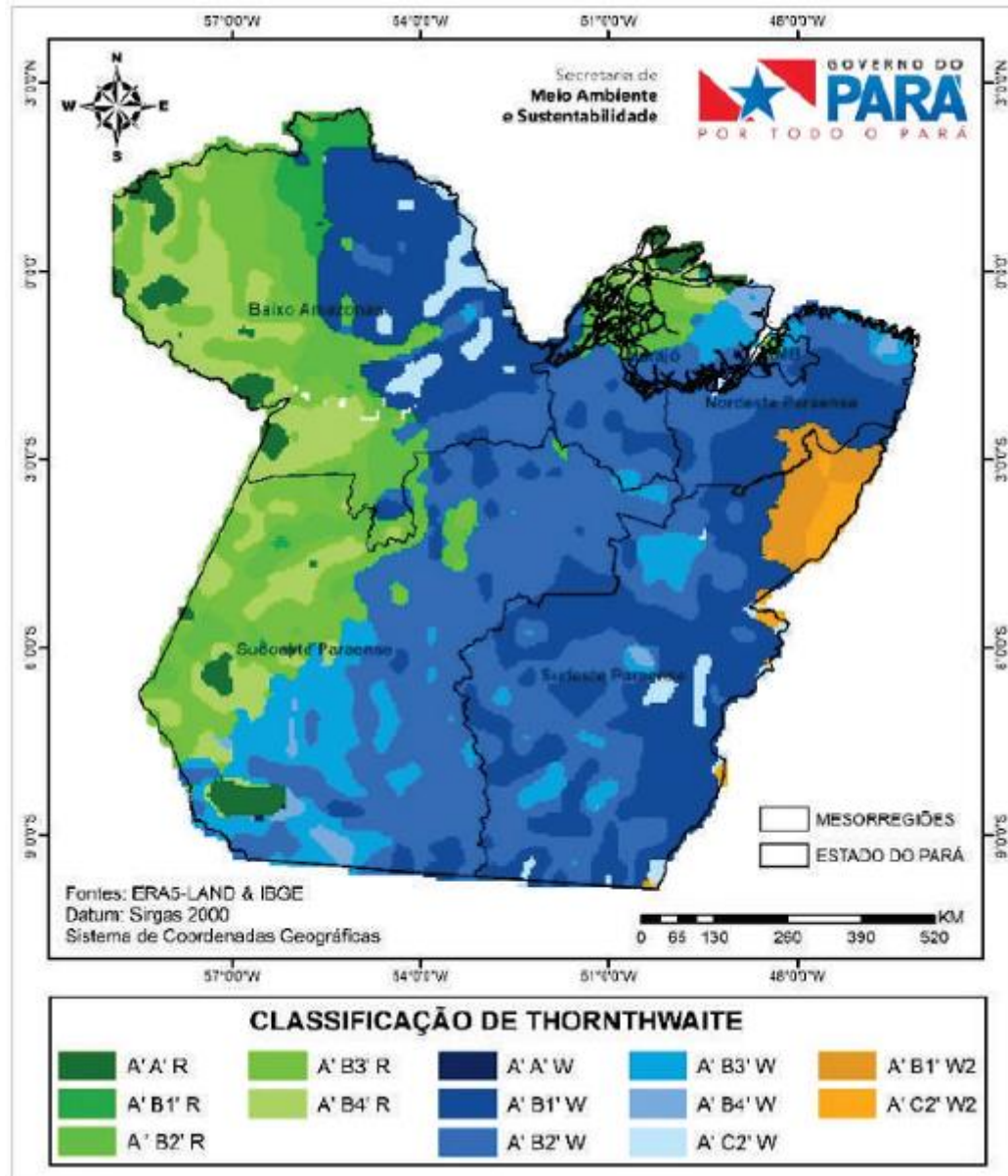
Figura 21 - Mapa climatológico do município de São João de Pirabas, segundo a classificação de Köppen.



Fonte: Alvares et al., 2013. Elaboração IDEFLOR-Bio/DGBIO (2025).

A classificação do clima segundo o método de Thornthwaite (1948) e o balanço hídrico proposto por Thornthwaite e Matter (1955) como demonstra a Figura 22, é baseada com os índices de umidade, aridez e eficiência térmica, que são produtos diretos da precipitação e temperatura. No município de São João de Pirabas o tipo climático é $A'B_2'W$ é a representação do clima superúmido, moderada deficiência no inverno, mesotérmico com concentração de verão entre 56,3 - 61,6%.

Figura 22 - Mapa climatológico do Estado do Pará, segundo a classificação de Thornthwaite no período de 1981-2020.



Fonte: SEMAS (2022).

A classificação climática foi baseada em variações do índice de umidade (Tabela 2), índice de aridez e umidade (Tabela 3), índices térmicos (Tabela 4) e nas variações das evapotranspirações potenciais de verão e anual (Tabela 5), de acordo com a proposta metodológica de Souza et al. (2013).

Tabela 2 - Chave inicial da classificação climática, segundo Thornthwaite e Mather (1955), baseados no índice de umidade.

Tipos Climáticos	Índice de Umidade (Iu)
A - superúmido	$100 \leq Iu$
B ₄ - úmido	$80 \leq Iu \leq 100$
B ₃ - úmido	$60 \leq Iu \leq 80$
B ₂ - úmido	$40 \leq Iu \leq 60$
B ₁ - úmido	$20 \leq Iu \leq 40$
C ₂ - subúmido	$0 \leq Iu \leq 20$
C ₁ - subúmido seco	$-33,33 \leq Iu \leq 0$
D - semiárido	$-66,7 \leq Iu \leq -33,33$
E - árido	$-100 \leq Iu \leq -66,7$

Fonte: Souza et al., 2013. Elaborado por IDEFLOR-Bio/DGBio (2023).

Tabela 3 - Segunda chave de classificação climática, segundo Thornthwaite e Mather (1955), baseados no índice de aridez (Ia) e umidade (Iu).

Climas Úmidos (A, B₁, B₂, B₃, B₄ e C₂)	(Ia)	Climas Secos (C₁, D e E)	(Iu)
r - Pequena ou nenhuma deficiência hídrica	0-16,7	D - pequeno ou nenhum excesso hídrico	0-10
s - Moderada deficiência no verão	16,7-33,3	s - moderado excesso no inverno	10-20
w - Moderada deficiência no inverno	16,7-33,3	w - moderado excesso no verão	10-20
s ₂ - Grande deficiência no verão	>33,3	s ₂ - grande excesso no inverno	20
w ₂ - Grande deficiência no inverno	>33,3	w ₂ - grande excesso no verão	20

Fonte: Souza et al., 2013. Elaborado por IDEFLOR-Bio/DGBio (2023).

Tabela 4 - Terceira chave da classificação climática, segundo Thornthwaite e Mather (1955), baseados no índice térmico anual.

Tipos Climáticos	Índice térmico (It) (ETP Anual)
A - megatérmico	≥ 1140
B' ₄ - mesotérmico	997-1140
B' ₃ - mesotérmico	855-997
B' ₂ - mesotérmico	712-855

B' ₁ - mesotérmico	570-712
C' ₂ - microtérmico	427-570
C' ₁ - microtérmico	285-427
D' - tundra	142-285
E - gelo perpétuo	<142

Fonte: Souza et al., 2013. Elaborado por IDEFLOR-Bio/DGBio (2023).

Tabela 5 - Quarta chave da classificação climática, segundo Thornthwaite e Mather (1955), baseados na relação entre a ETP de verão e anual.

Concentração da ETP no verão (%)	Sub - tipo climático
<48%	a'
48 - 51,9	b' ₄
51,9 - 56,3	b' ₃
56,3 - 61,6	b' ₂
61,6 - 68,0	b' ₁
68,0 - 76,3	c' ₂
76,3 - 88,0	c'
>88,0	d'

Fonte: Souza et al., 2013. Elaborado por IDEFLOR-Bio/DGBio (2023).

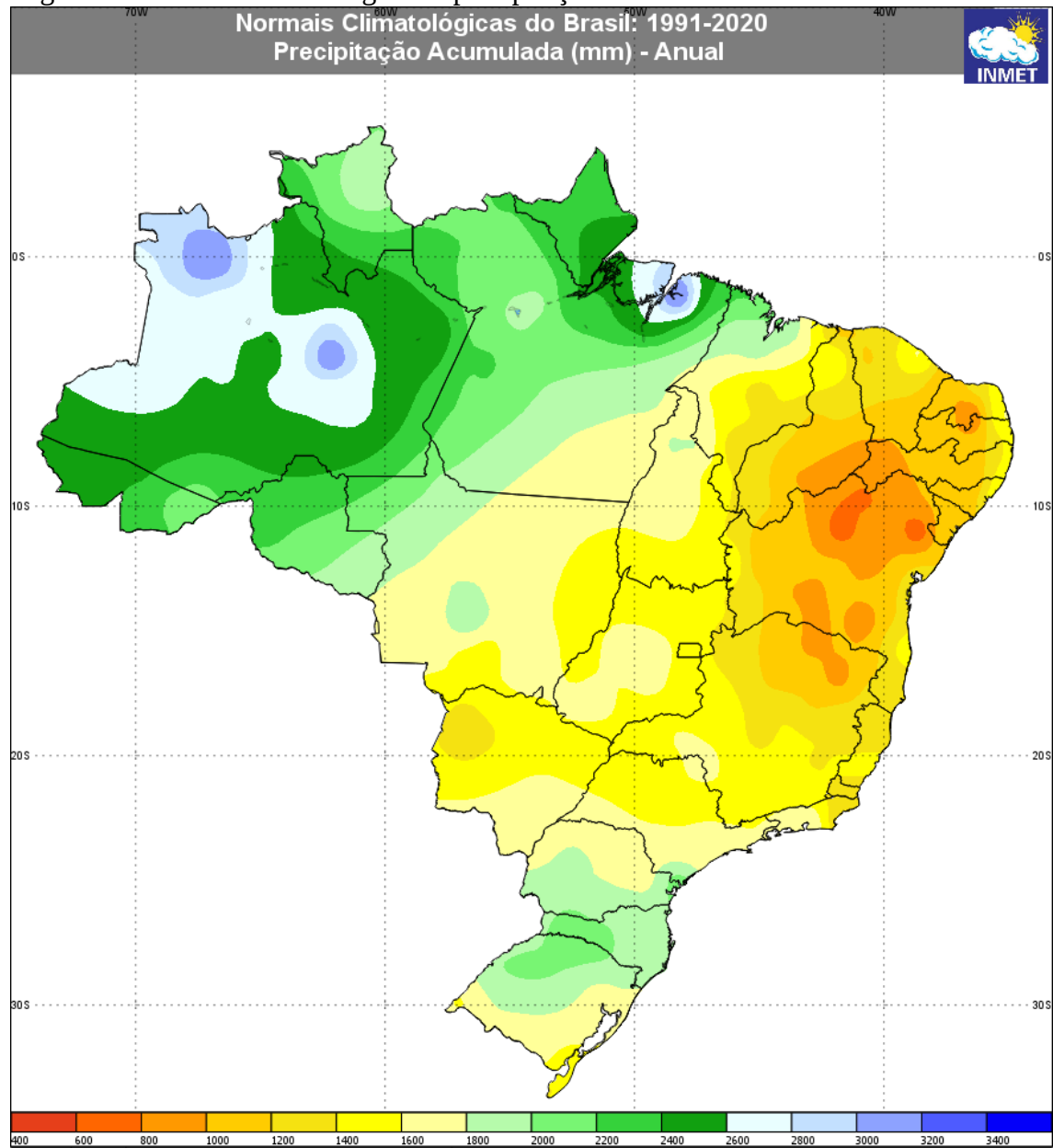
O IBGE utiliza um padrão de subdivisão do clima a partir da integração e computo de todas as variáveis, este padrão é definido como agressividade climática, que é dividido entre as classes Alta (A), Média (M) e Baixa (B), combinadas com os graus 1, 2 e 3 dos seguintes elementos: 1) Excesso de umidade; 2) Deficiência de umidade e 3) Ocorrência de ambos os fatores.

5.4.2. Dados Meteorológicos e Climáticos da Estação Automática de Bragança

Foram realizadas tentativas de obtenção dos dados climatológicos nas estações mais próximas a São João de Pirabas, sendo Bragança o município mais próximo e devido à ausência de dados de operação em alguns anos, não foi possível obter a Normal Climatológica exclusivamente para o município de Bragança, pois segundo a Organização Meteorológica Mundial - OMN, os valores médios dos dados climatológicos devem ser calculados com base em coletas consecutivas de 30 anos.

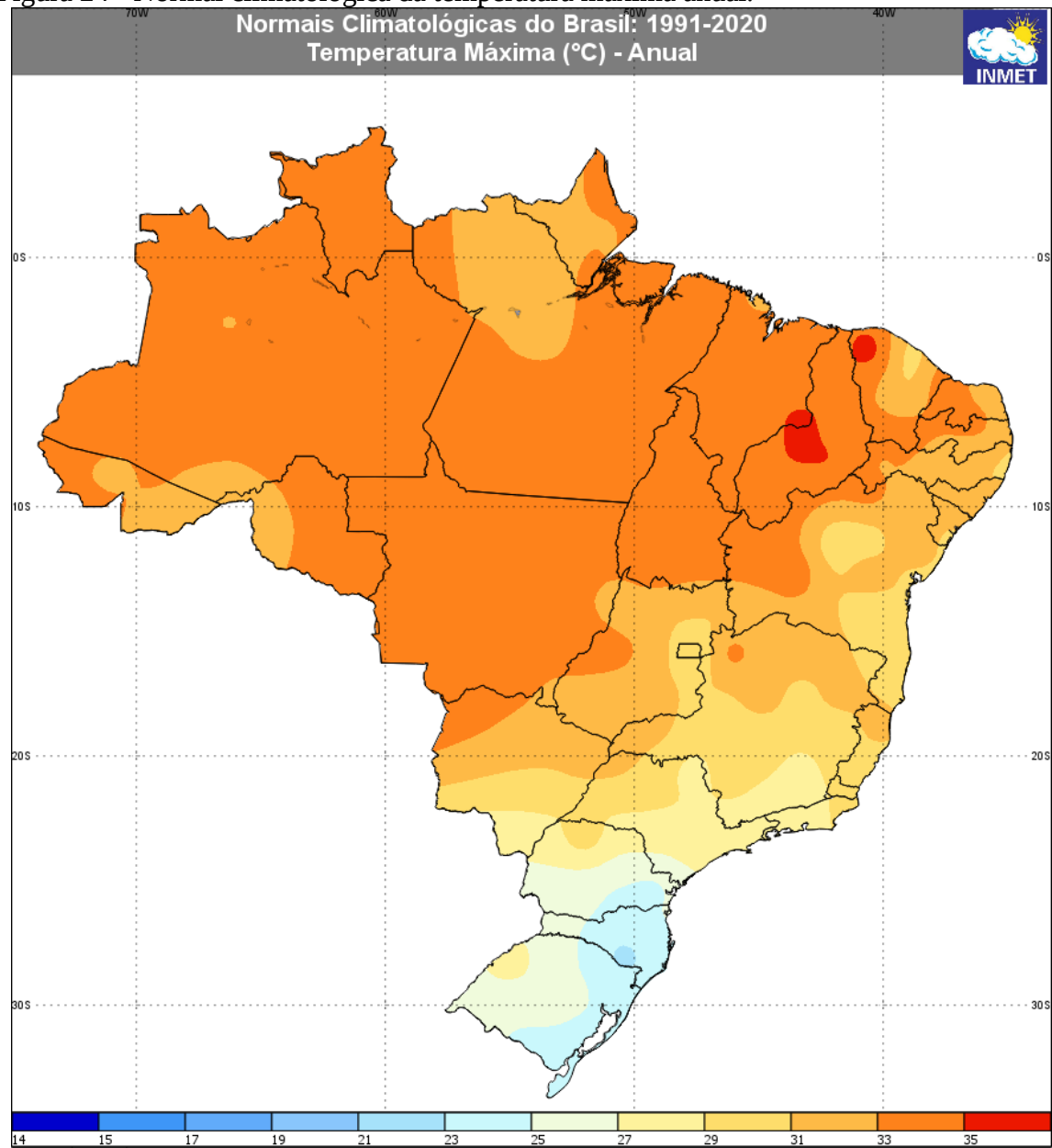
Só foi possível obter a Normal Climatológica para o intervalo de 1991-220, os dados encontram-se sistematizados nas Figuras 23 a 27.

Figura 23 - Normal climatológica da precipitação acumulada anual.



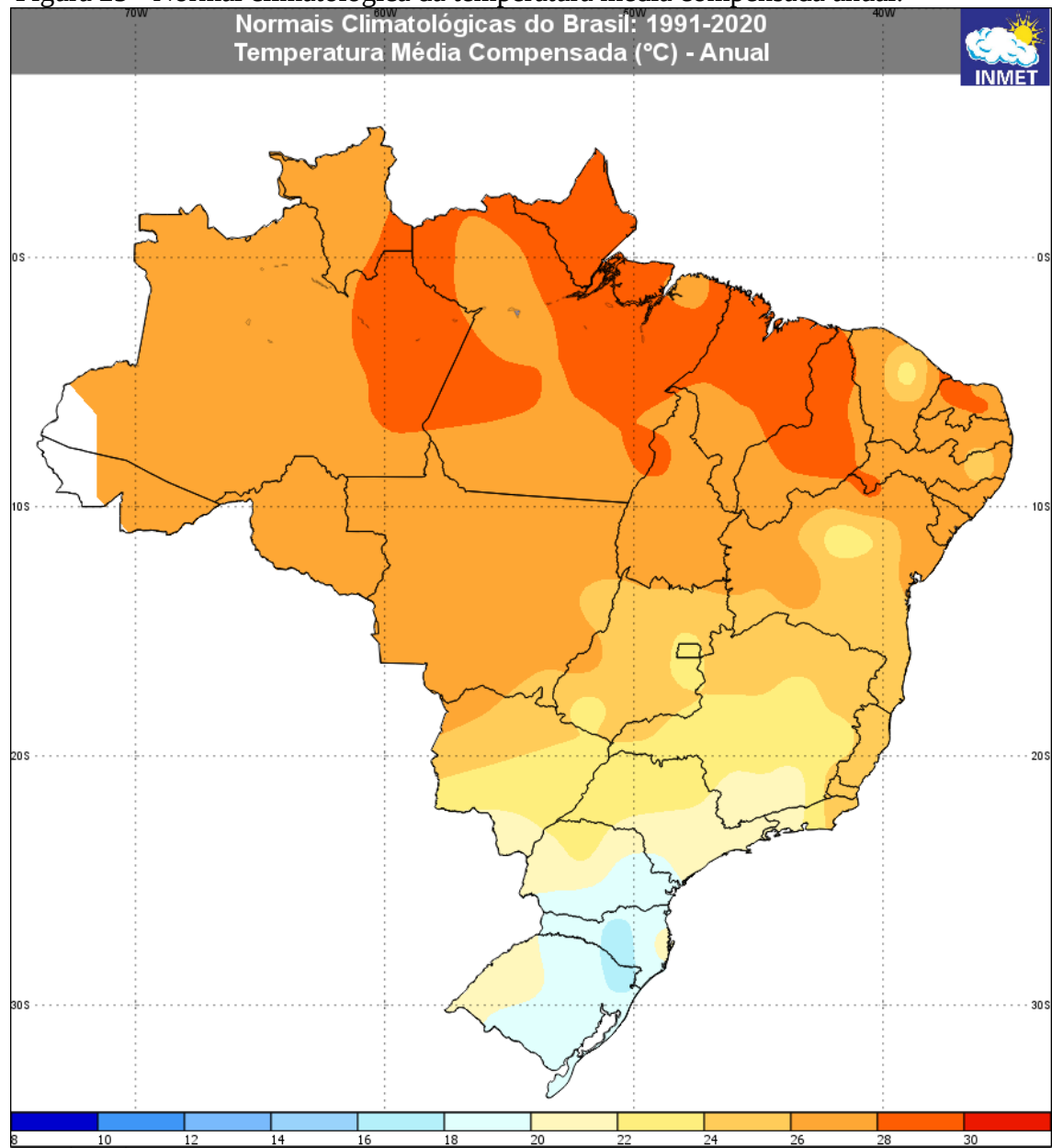
Fonte: INMET (2020).

Figura 24 - Normal climatológica da temperatura máxima anual.



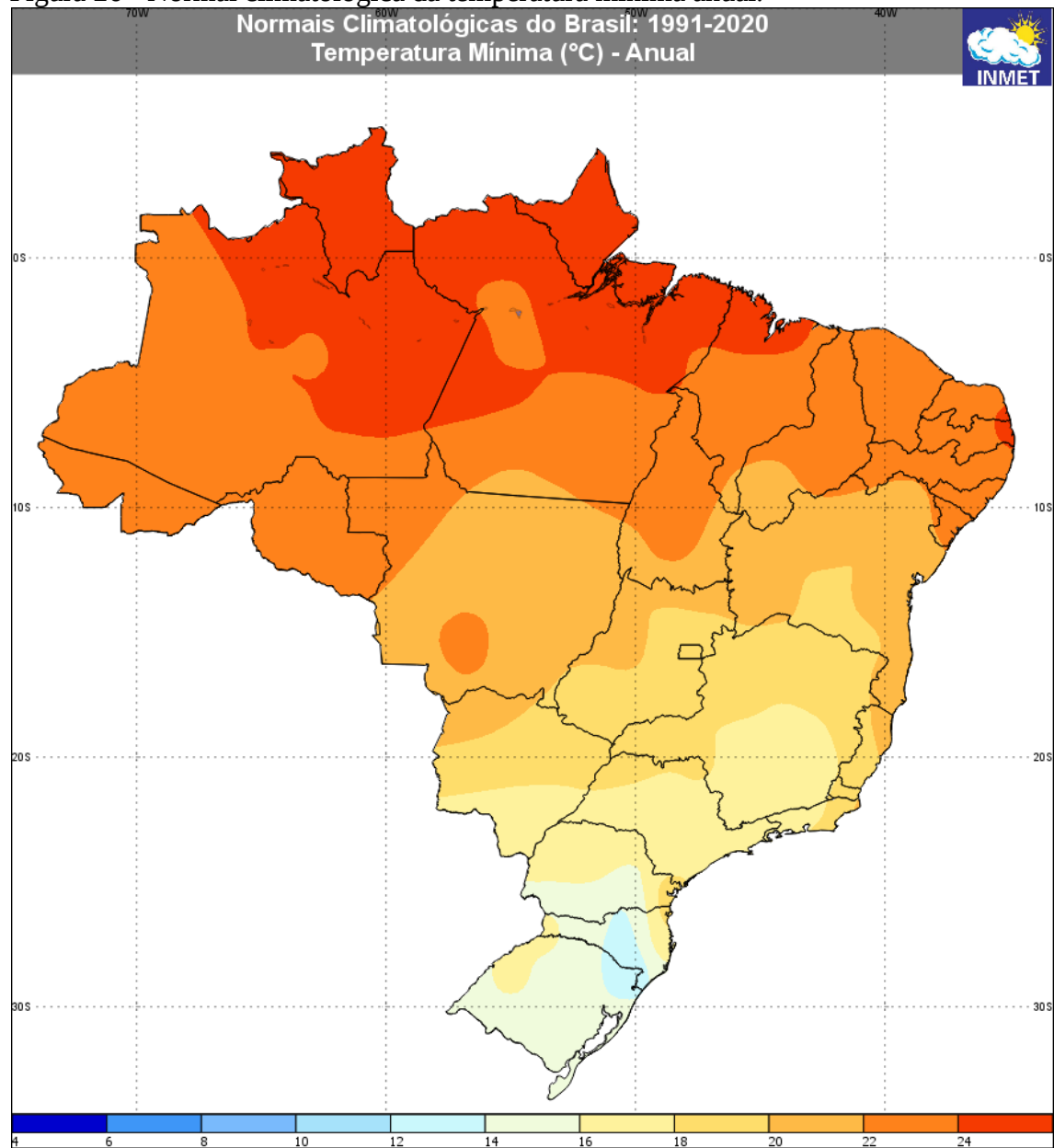
Fonte: INMET (2020).

Figura 25 - Normal climatológica da temperatura média compensada anual.



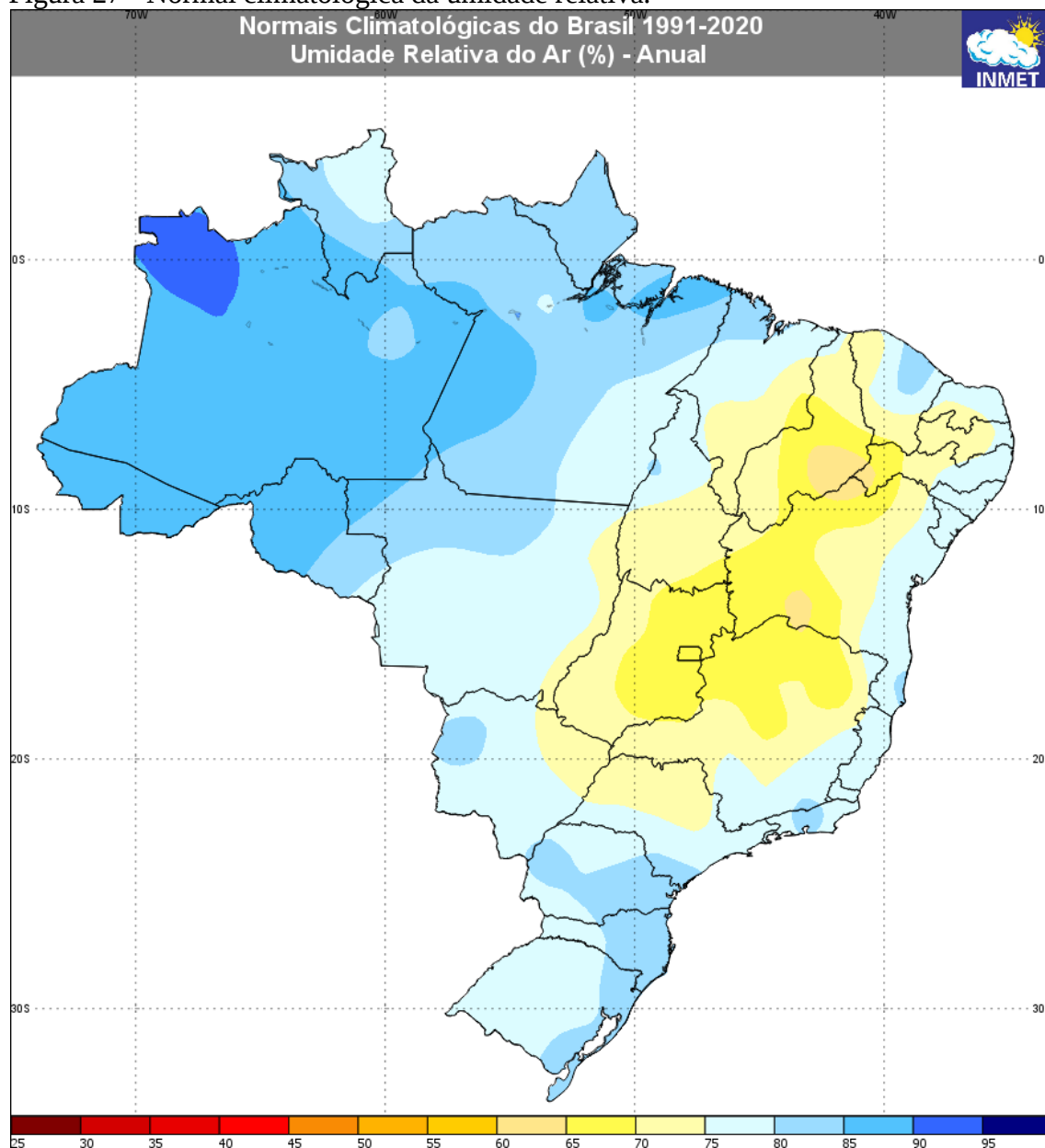
Fonte: INMET (2020).

Figura 26 - Normal climatológica da temperatura mínima anual.



Fonte: INMET (2020).

Figura 27 - Normal climatológica da umidade relativa.



Fonte: INMET (2020).

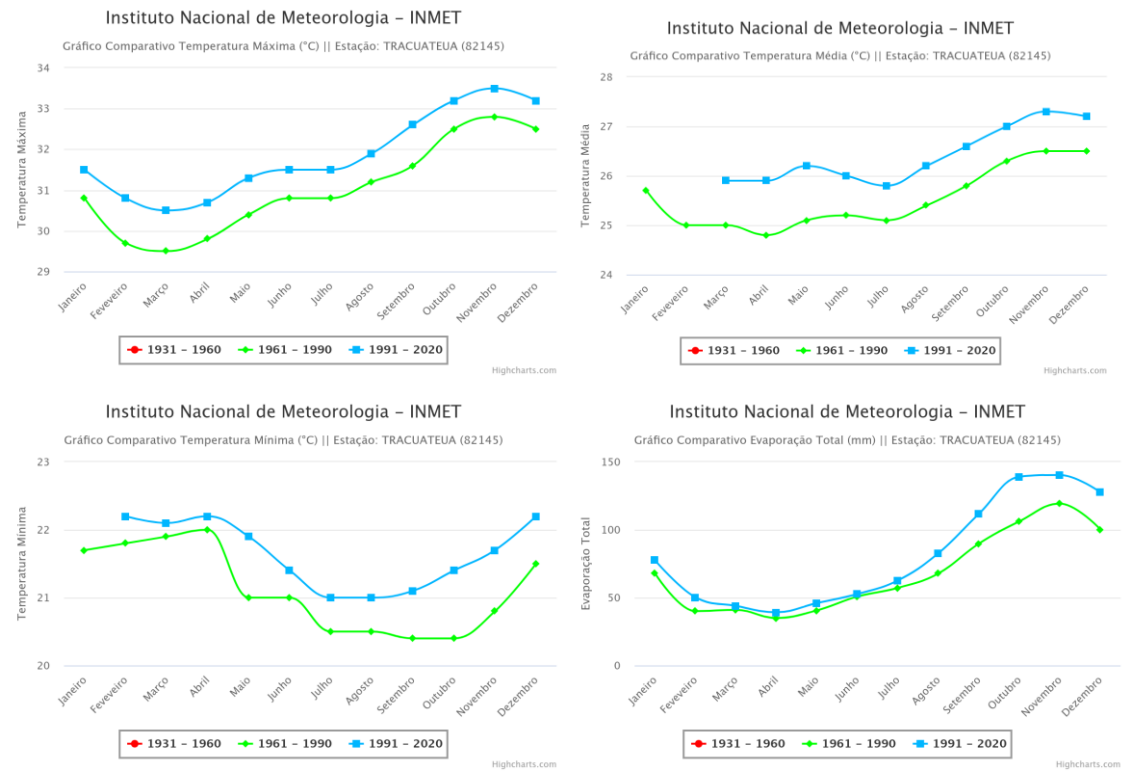
Todos os dados e informações apresentadas a seguir foram extraídos do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, por intermédio de sua Estação Meteorológica Convencional de Traquateua (82145) e a Estação Automática de Bragança (A226), dada a inexistência dentro do próprio município, os parâmetros coletados podem ser utilizados com precisão aproximada.

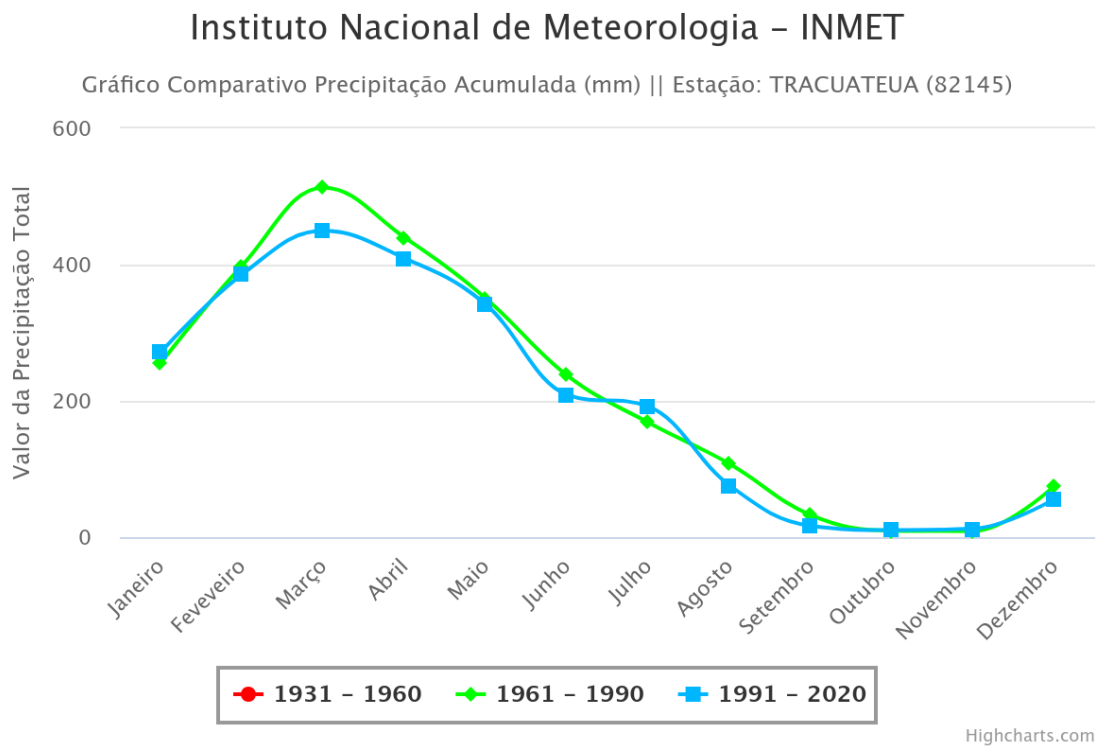
A estação meteorológica (82145) possui registro de operação que abrange o período de 01/01/1961 a 31/12/1990 e 01/01/1991 a 31/12/2020, registra-se que foram coletados os parâmetros meteorológicos disponíveis até 2020 e incluem todos os parâmetros

meteorológicos em forma de gráfico (Figura 28). A ausência de dados em determinadas sessões do gráfico é proveniência da ausência de monitoramento para a estação solicitada.

Visando os estudos dos parâmetros meteorológicos mais recentes, a estação (A226) só apresenta valores anuais completos do ano 2024, portanto este ano será utilizado como parâmetro meteorológico.

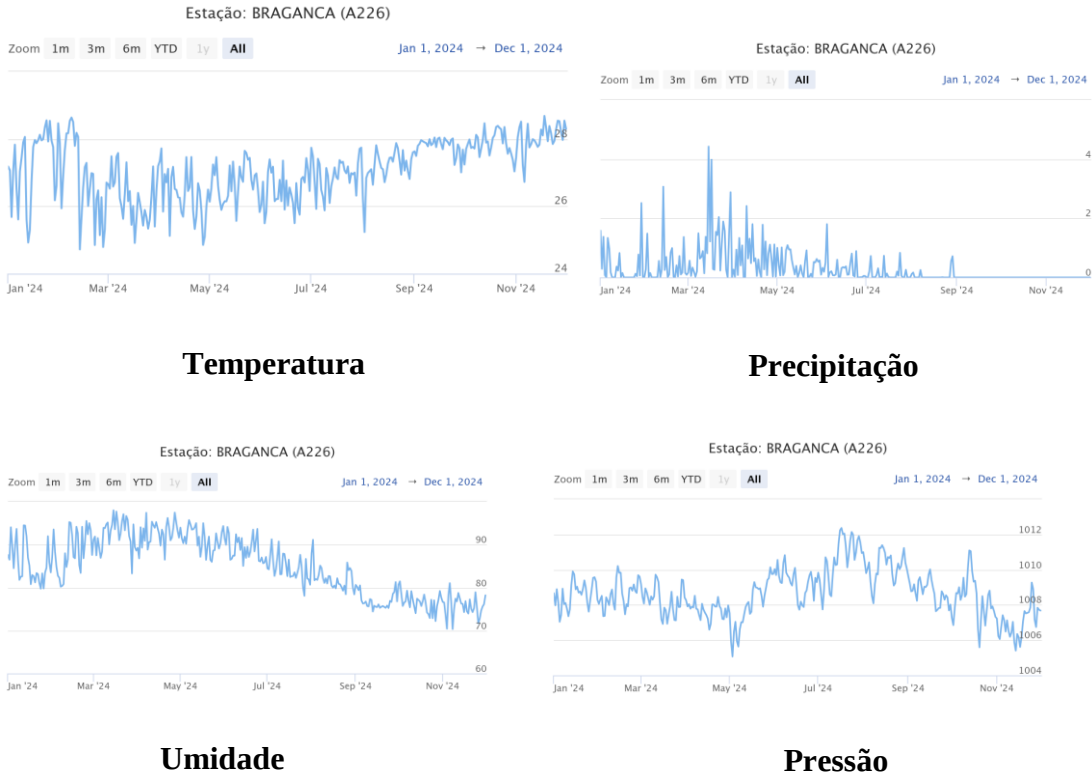
Figura 28 - Dados Meteorológicos da Estação Convencional de Traquateua para a Temperatura Máxima, Temperatura Média, Temperatura Mínima, Evaporação e precipitação acumulada.





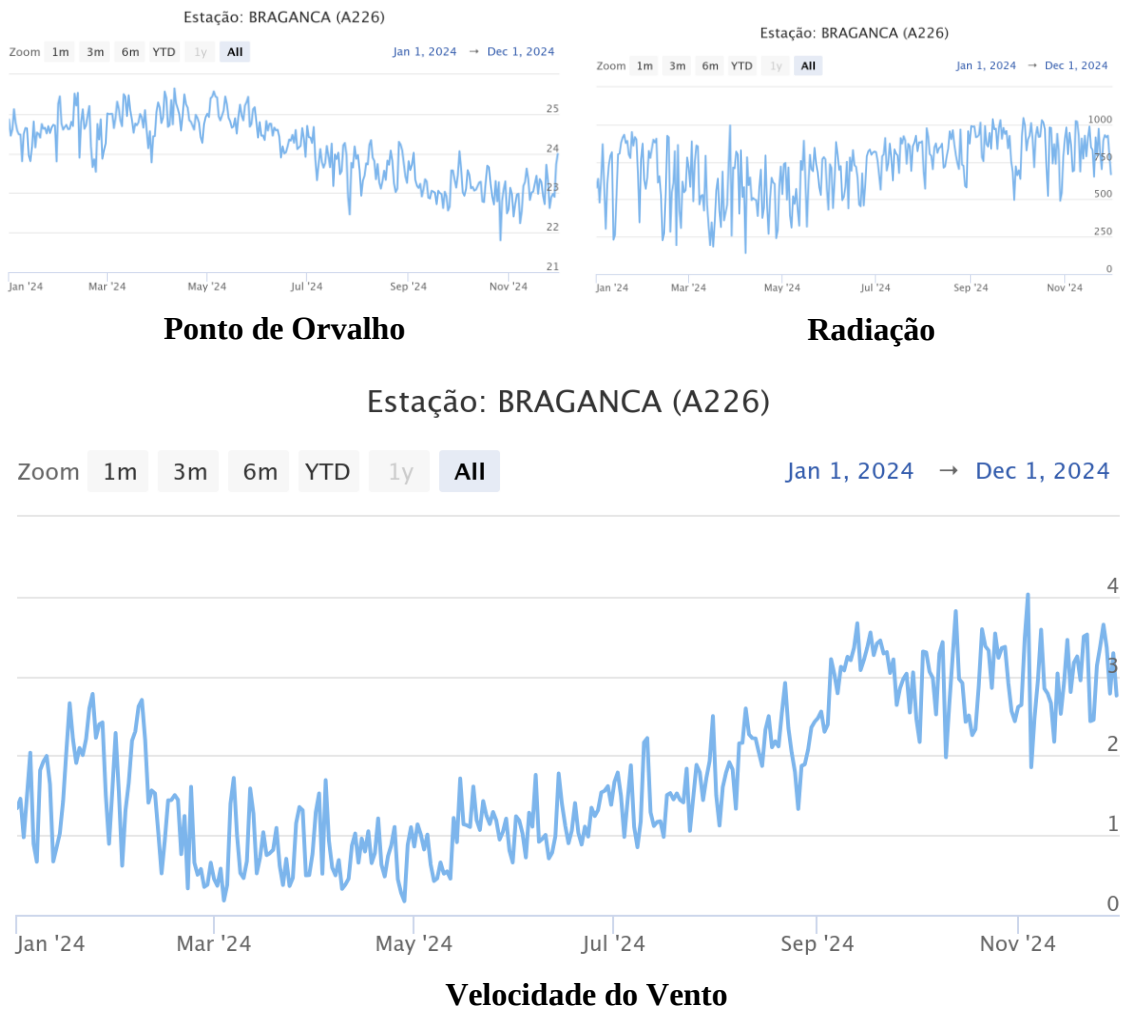
Fonte: INMET, 2020. Elaboração IDEFLOR-Bio/DGBio (2024).

Figura 29 - Dados Meteorológicos da Estação Automática de Bragança ano base 2024, para os parâmetros de temperatura, precipitação, umidade e pressão.



Fonte: INMET, 2024. Elaboração IDEFLOR-Bio/DGBio (2025).

Figura 30 - Dados Meteorológicos da Estação Bragança (A226), ponto de orvalho, radiação e velocidade do vento.



Fonte: INMET, 2024. Elaboração IDEFLOR-Bio/DGBio (2025).

As Figuras 28, 29 e 30 em conjunto servem de subsídio para as discussões a seguir.

5.4.2.1. Pluviometria

A pluviometria do município de São João de Pirabas pode ser observada através da normal climática para o período de 1991 a 2020 (Figura 28) e dados específicos para o ano de 2024 (Figura 29).

Registrou-se uma precipitação anual acumulada de 2.430,2 mm. O mês de março apresentou a maior variação, com 449,5 mm, seguido por abril com 409,6 mm. O menor índice, de apenas 10,3 mm, foi registrado em outubro.

A estação mais chuvosa, conhecida como inverno amazônico, ocorre entre dezembro e maio, caracterizada por chuvas persistentes em praticamente todos os dias. Já o período com

os menores índices, o verão amazônico, vai de junho a novembro, com as menores chuvas concentradas em setembro, outubro e novembro.

É comum entre as estações haver um período de transição, onde pode ocorrer o retardo ou antecipação das chuvas, com menor ou maior intensidade, tal fenômeno é atribuído à própria variação atmosférica.

O regime de chuvas e sua distribuição podem ser afetados pela interação atmosfera-oceano conhecida como *El Niño Oscilação Sul-Enos* (GRIMM, 1998). Os estudos de De Moraes (2013) e Rodrigues et al. (2011) corroboram que dentro dos padrões normais o mês de março concentra a maior quantidade de chuva com índice de precipitação de 18,50% e o mês de outubro se apresenta como o de menor distribuição pluvial com 0,42%.

5.4.2.2. Temperatura do Ar

Dados da estação de Traquateua (Figura 28) indicam que a temperatura média em São João de Pirabas, de acordo com a normal climatológica é de aproximadamente 22,0°C. Essa temperatura apresenta pouca variação mensal e anual, com os limites médios mensais oscilando entre 25,8°C e 27,3°C. No entanto, é importante notar as variações diárias significativas, especialmente a queda de temperatura durante a noite.

As temperaturas mais baixas são registradas em áreas com maior cobertura vegetal, enquanto as mais altas ocorrem em locais com pouca vegetação. A estação automática A226 (Bragança), apresenta valores anuais com referência específica para 2024 (Figura 29), a temperatura máxima registrada para o período é de 28,2°C no mês novembro e mínima de 25,5°C no mês de março.

5.4.2.3. Evaporação

A evaporação em São João de Pirabas, conforme a Figura 28, mostra um padrão crescente ao longo do ano. Os maiores valores de evaporação se concentram nos meses de estiagem e diminuem durante o chamado inverno amazônico.

As taxas mais elevadas de evaporação são observadas em áreas sem cobertura vegetal, diminuindo à medida que a presença de mata aumenta. A vegetação pode, inclusive, provocar uma variação de até 800 mm ao ano na evaporação.

De acordo com a normal climatológica para o período de 1991 a 2020 (Figura 28), os índices médios de evaporação são de 81,6 mm. O mês de novembro registra a máxima, com 140,4 mm, enquanto abril apresenta a mínima, com 39,2 mm.

5.4.2.4. Vento

De acordo com a Figura 30, o município de São João de Pirabas registra velocidades do vento de superfície que variam de 0,2 m/s a 4,0 m/s. A velocidade máxima dos ventos é observada em áreas sem cobertura vegetal, diminuindo significativamente nas zonas de matas e manguezais. Isso sugere que os ventos mais fortes, provenientes do Oceano Atlântico e do Rio Pirabas, encontram na vegetação uma barreira natural, o que resulta em queda de velocidade. A direção predominante desses ventos é Norte-Sul e Leste-Oeste.

5.4.2.5. Umidade Relativa

Conforme a Figura 29, em 2024, a umidade relativa do ar em São João de Pirabas foi muito alta durante todo o ano. Os maiores índices se concentraram nos meses do inverno amazônico, com médias acima de 90%. O pico foi em março, atingindo 98%, e o menor índice, de 70%, foi registrado em outubro. A vegetação exerce uma grande influência na umidade, com índices mais elevados nas áreas de mata densa e menores nas zonas de transição entre a mata e o campo.

Em comparação com a normal climatológica para o intervalo de 1991 a 2020 (Figura 28), os índices médios de umidade relativa do ar para o período são de 85,22%, com variação máxima de 91,2% em abril e mínima de 77,3% em outubro/novembro.

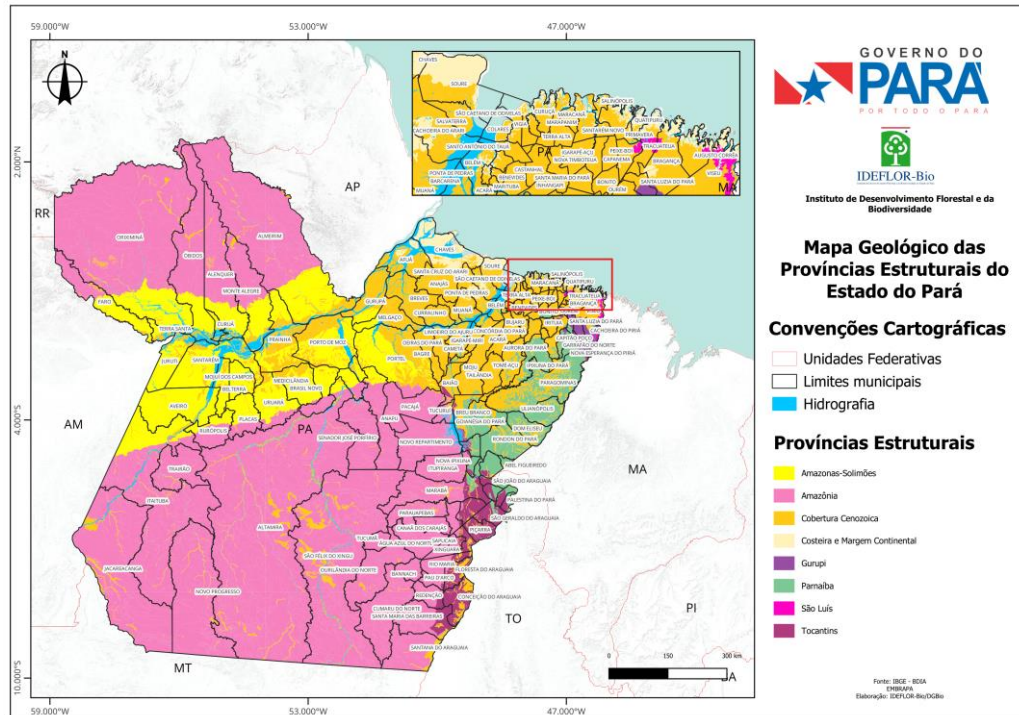
5.5. GEOLOGIA

As Províncias Geológicas reúnem terrenos de mesmas características em relação à formação das rochas. As diversas províncias geológicas são definidas por características como estratigrafia, magmatismo, metamorfismo, tectônica e idade das rochas. Província é um tipo de divisão territorial de nível superior utilizada dentro de muitos países ou de estados.

O estado do Pará pode ser dividido geologicamente em províncias estruturais (Figura 31), a saber: Amazônia-Solimões, Amazônia, Cobertura Cenozoica, Costeira e Margem Continental, Gurupi, Parnaíba, São Luís e Tocantins.

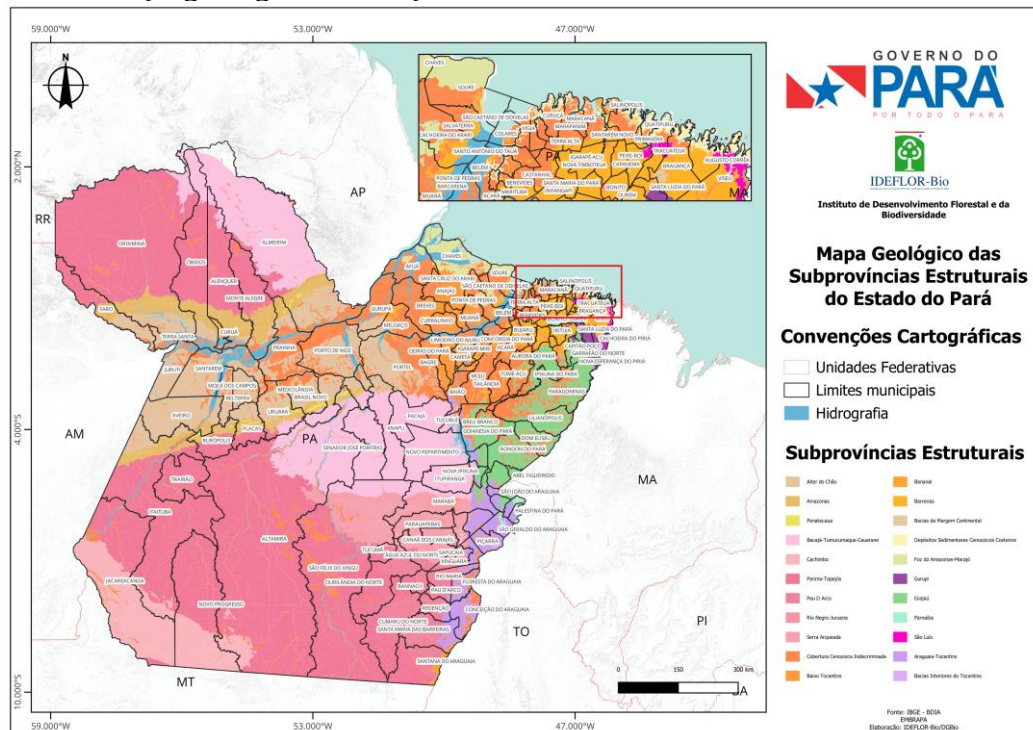
As subprovíncias estruturais (Figura 32) são: Parima-Tapajós, Pau D'arco, Serra Arqueada, Baixo Tocantins, Barreiras, Cobertura Cenozoica Indiscriminada, Foz do Amazonas-Marajó, Gurupi, Grajaú, Parnaíba, Araguaia-Tocantins, Alter do Chão, Amazonas, Bacajá-Tumucumaque-Cauarane, Cachimbo, Bacias da Margem Continental, Depósitos Sedimentares Cenozoicos Costeiros, São Luís, Bananal, Bacias Interiores do Tocantins, Penatecaua e Oiapoque.

Figura 31 - Mapa geológico das províncias estruturais do Estado do Pará.



Fonte: IBGE, 2023. Elaboração IDEFOR-Bio/DGBio (2025).

Figura 32 - Mapa geológico das subprovíncias estruturais do Estado do Pará.



Fonte: IBGE, 2023. Elaboração IDEFOR-Bio/DGBio (2025).

Em termos geológicos o município de São João de Pirabas é constituído pelas formações geológicas: Aluviões Holocênicos, Cobertura Detrito-laterítica Pleistocênica, Depósitos de Pântanos e Mangues Holocênicos, Depósitos Marinhos Litorâneos, Formação Pirabas e Grupo Barreiras.

O Grupo Barreiras é uma unidade litológica constituída por sedimentos clásticos mal selecionados variando de siltitos a conglomerados, as cores predominantes são vermelhas e amarelas, porém podem ocorrer variações a depender do local. Os arenitos em geral são caulínicos com lentes de folhelhos (RADAM BRASIL, 1973).

A Formação Barreiras recobre cerca de 30% da área total da Folha 23 do Projeto RADAM, compreendendo o litoral paraense com extensão em direção ao sul do Estado do Pará. Constitui o topo dos altos platôs na folha do Rio Capim, o qual se aplaina em direção ao litoral, onde se localiza o vale do rio Capim e Guamá.

A Formação Barreiras assenta-se discordantemente sobre a Formação Itapecuru, sendo comum também encontrar formações mais antigas (RADAM BRASIL, 1973).

A sua sedimentação inicia-se com um calcário fossilífero, o qual em alguns locais pode não existir, este calcário constitui a Formação Pirabas do Mioceno Inferior, sendo representada em afloramentos do litoral paraense (RADAM BRASIL, 1973).

A Formação Pirabas constitui variações de fácies da Formação Barreiras, impossíveis de serem representadas, devido ao caráter do mapeamento e a escala utilizada (RADAM BRASIL, 1973).

A datação não é precisa devido à ausência de fósseis, porém admite-se ser do Terciário por adunar o calcário fossilífero Pirabas, que é do Mioceno Inferior (RADAM BRASIL, 1973).

A Formação Pirabas representa uma unidade geológica de grande relevância para a compreensão da geologia e paleontologia do Mioceno Inferior no Brasil. Seus afloramentos mais significativos podem ser encontrados em diversos locais, incluindo a Ilha de Fortaleza, situada no município de São João de Pirabas, no nordeste do Pará.

A Formação Pirabas se encontra sobre rochas pré-cambrianas e, em sua maior parte, é coberta pelos sedimentos da Formação Barreira, esta formação é predominantemente composta por sedimentos marinhos, dispostos em camadas quase horizontais de calcários. Esses calcários apresentam variações em sua estrutura, composição química e cor, frequentemente, essas camadas de calcário são intercaladas com finas camadas de argilas, que podem ser esverdeadas ou escuras, ocasionalmente, também são encontrados arenitos com cimento calcífero. A espessura total da Formação Pirabas é de aproximadamente 20 metros.

A Formação Pirabas foi depositada em uma plataforma carbonática marinha rasa, caracterizada por águas quentes e límpidas, no entanto, evidências sugerem a presença de outros subambientes, como lagunas e manguezais, indicando uma rica variedade de condições paleoambientais durante sua formação. A diversidade desses ambientes é refletida nas diferentes fácies encontradas na formação, como a Fácies Castelo, Canecos/Capanema e Baunilha Grande. A deposição ocorreu durante um evento transgressivo marinho, ou seja, um período de avanço do mar sobre o continente.

A Formação Pirabas é extremamente rica em fósseis, sendo um dos melhores registros da sedimentação marinha do Cenozóico no Brasil, a fauna fóssil encontrada inclui: icnofósseis, macroinvertebrados, microfósseis e vertebrados. A Ilha de Fortaleza, em São João de Pirabas, é uma localidade fossilífera chave para a formação, com registros de microfósseis e poríferos.

A cobertura detrito-laterítica pleistocênica é uma formação geológica superficial que se desenvolveu durante o período Pleistoceno, a última grande era glacial da Terra. Essa camada é composta por uma sequência de materiais que vão desde fragmentos de rocha (detritos) até produtos da alteração química das rochas originais, conhecidos como lateritas. Essa cobertura desempenha um papel crucial na modelagem do relevo e na formação dos solos em diversas regiões do planeta.

A formação dessas coberturas está ligada a intensos processos de intemperismo físico e químico que atuam sobre as rochas expostas na superfície, a alternância de períodos secos e úmidos, comum ao clima do Pleistoceno, favoreceu a decomposição das rochas e a formação de óxidos de ferro e alumínio. São esses óxidos que dão à cobertura sua característica coloração avermelhada ou amarelada.

Os aluviões holocênicos são depósitos sedimentares recentes, formados nos últimos 10 a 12 mil anos, durante o período Holoceno, eles estão intrinsecamente ligados à dinâmica costeira e fluvial da região, a complexidade da zona costeira e sua evolução foram influenciadas por diversos fatores, especialmente pelas oscilações do nível do mar. As variações no nível do mar, incluindo os períodos de transgressão (avanço do mar) e regressão (reco do mar), foram cruciais para a deposição e o retrabalhamento dos sedimentos, moldando a paisagem e a distribuição desses depósitos.

Os movimentos neotectônicos, que são indícios de atividade tectônica recente, desempenham um papel crucial na distribuição e espessura dos depósitos terciários e quaternários, em São João de Pirabas, a drenagem de rios e igarapés em direção ao litoral

contribui para o transporte de sedimentos como areia, silte e argila. Esses sedimentos, por sua vez, são depositados em diversas feições costeiras, moldando a paisagem local.

Os Depósitos de Pântanos e Mangues Holocênicos são formações geológicas acumuladas durante o período Holoceno, que teve início há cerca de 11.700 anos e continua até hoje. Eles são vestígios sedimentares de ambientes úmidos costeiros e interiores, como pântanos e manguezais. Sua formação foi influenciada principalmente pelas variações do nível do mar e pela sedimentação fluvial e marinha.

A formação dos Depósitos de Pântanos e Mangues Holocênicos está intimamente ligada às variações do nível relativo do mar durante o Holoceno, a última Transgressão Marinha (elevação do nível do mar) e subsequente Regressão (rebaixamento) influenciaram a deposição desses sedimentos.

No início do Holoceno, o rápido aumento do nível do mar, somado à baixa descarga de sedimentos dos rios em algumas regiões, permitiu que a água salobra invadisse antigas depressões. Essa condição facilitou a formação de manguezais. Com o passar do tempo, áreas lagunares puderam ser preenchidas por sedimentos, um processo conhecido como colmatação, evoluindo então para pântanos.

Depósitos Marinhos Litorâneos são formações geológicas compostas por sedimentos (como areias, cascalhos, lamas e fragmentos de rochas ou organismos) que se acumulam na zona de transição entre o continente e o mar, ou seja, no litoral. Esses depósitos são resultado de uma interação complexa de processos, incluindo a erosão de rochas continentais, o transporte de material pelos rios até o mar e o retrabalhamento constante desse material pelas ondas, correntes marinhas e ventos.

As principais características dessa formação geológica estão na origem dos seus sedimentos, a maior parte dos depósitos litorâneos é composta por granulados litoclásticos, que são essencialmente areias e cascalhos resultantes da erosão de rochas cristalinas e sedimentares do continente. Além disso, também é comum encontrar granulados bioclásticos, formados por fragmentos de conchas, algas calcárias e outros restos de organismos marinhos.

Uma característica fundamental é o retrabalhamento constante pelos agentes marinhos (ondas e correntes) e eólicos (ventos). Esse processo seleciona e acumula os sedimentos, formando diferentes feições.

A formação e a morfologia dos depósitos litorâneos são fortemente moldadas pelas flutuações do nível do mar ao longo do tempo geológico, durante períodos de nível do mar mais baixo, os rios se estendiam mais para o oceano, depositando sedimentos na plataforma continental. Com a subsequente elevação do nível do mar (conhecida como transgressões

marinhas), esses depósitos foram submersos e retrabalhados. Isso resultou na formação de estruturas como depósitos arenosos submersos ou barreiras costeiras.

A composição é predominantemente composta por areias quartzosas (siliciclásticas), devido à alta resistência do quartzo ao intemperismo, outros minerais como feldspato, zircão e ilmenita, e fragmentos de rocha também podem estar presentes.

As feições mais comuns são praias de acúmulos de areia ou cascalho ao longo da costa, cordões litorâneos com barreiras arenosas alongadas e paralelas à linha de costa, que podem separar lagunas ou formar dunas, campos de dunas com acúmulos de areia transportada e depositada pelo vento e barreiras arenosas, que geralmente são arenosas e que se estendem paralelamente ao litoral, separadas do continente por uma laguna.

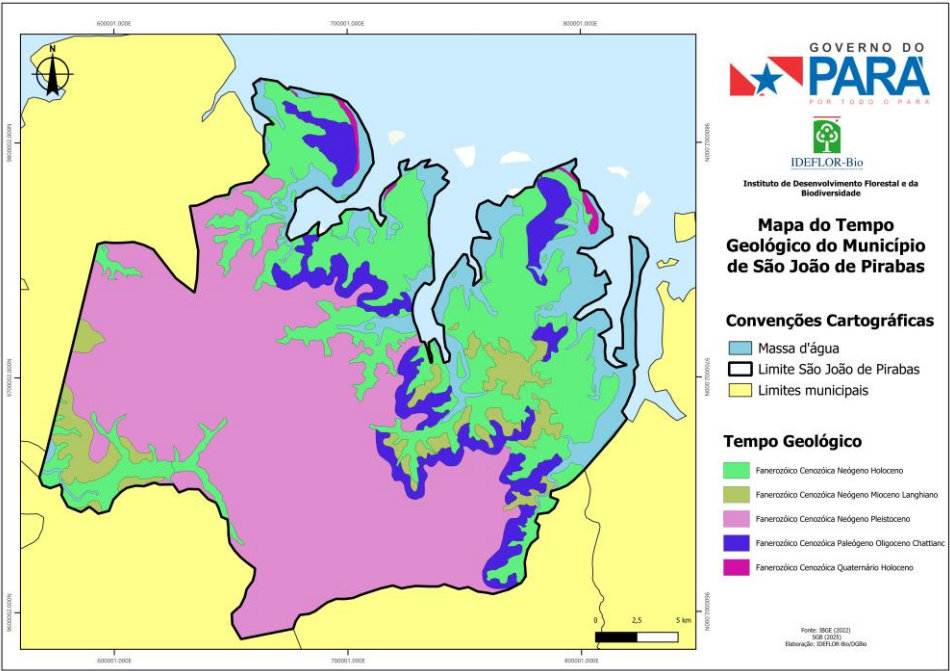
Os mapas geológicos e do tempo geológico do município de São João de Pirabas foram elaborados de acordo com as bases vetoriais do Instituto Brasileiro de Estatística e Geografia (2024).

Segundo Dodik & Orion (2003) sugere que o estudo do tempo geológico deve ser feito em macroescala, incluindo os principais eventos da história da terra e em microescala, através dos estudos dos estratos individuais. A Figura 33 evidencia a escala do tempo geológico para o município de São João de Pirabas.

O mapa geológico do município de São João de Pirabas (Figura 34) mostra as seguintes unidades litológicas: Aluviões Holocênicos, Cobertura Detrito-laterítica Pleistocênica, Depósitos de Pântanos e Mangues Holocênicos, Depósitos Marinhos Litorâneos, Formação Pirabas e Grupo Barreiras.

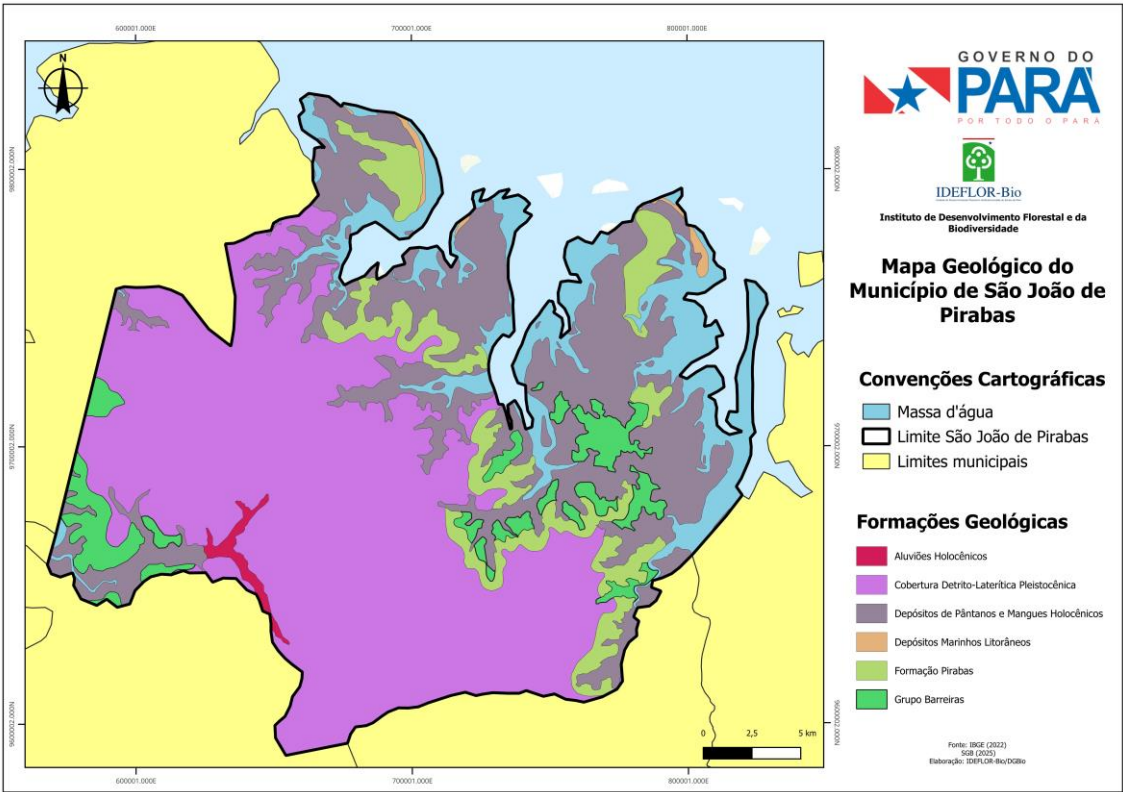
Na área proposta para criação da unidade de conservação é encontrada as seguintes unidades litológicas (Figura 35), a saber: Depósitos de Pântanos e Mangues Holocênicos, Depósitos Marinhos Litorâneos e Formação Pirabas.

Figura 33 - Escala do tempo geológico para o município de São João de Pirabas.



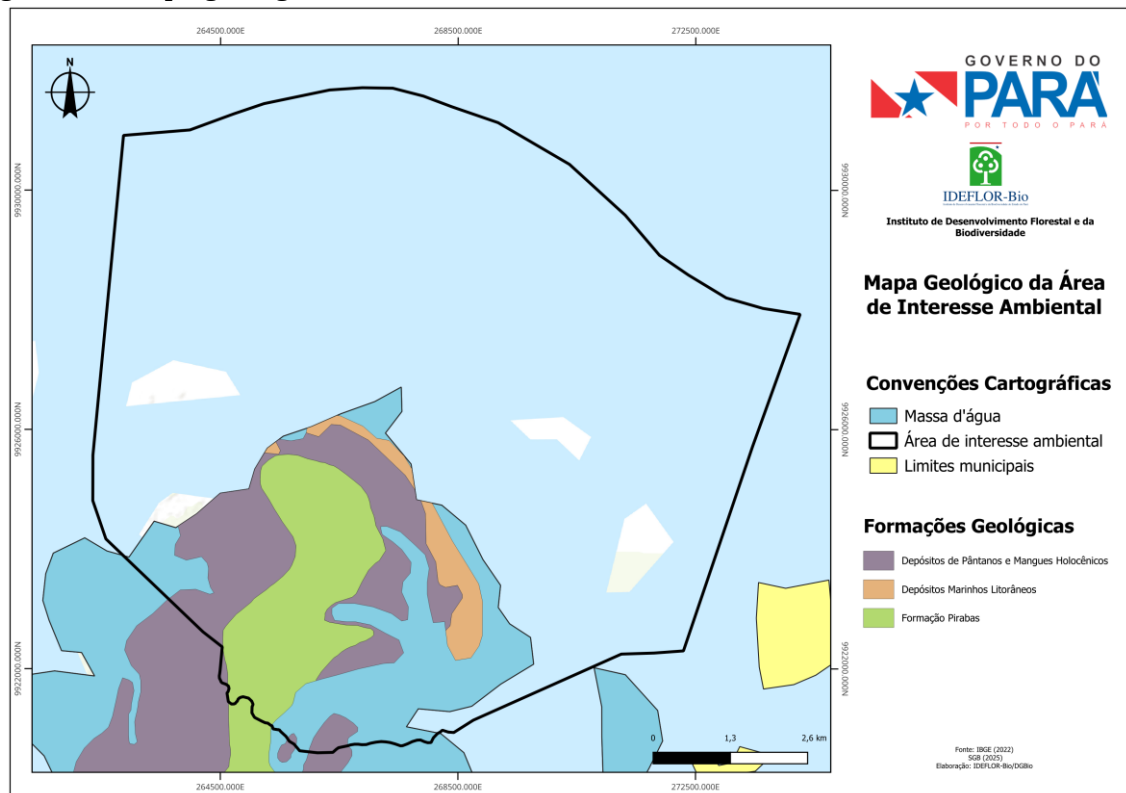
Fonte: IBGE, 2025. Elaboração IDEFLOR-Bio/DGBio (2025).

Figura 34 - Mapa geológico do município de São João de Pirabas.



Fonte: IBGE, 2025. Elaboração IDEFLOR-Bio/DGBio (2025).

Figura 35 - Mapa geológico da área de interesse ambiental.



Fonte: IBGE, 2025. Elaboração IDEFLOR-Bio/DGBio (2025).

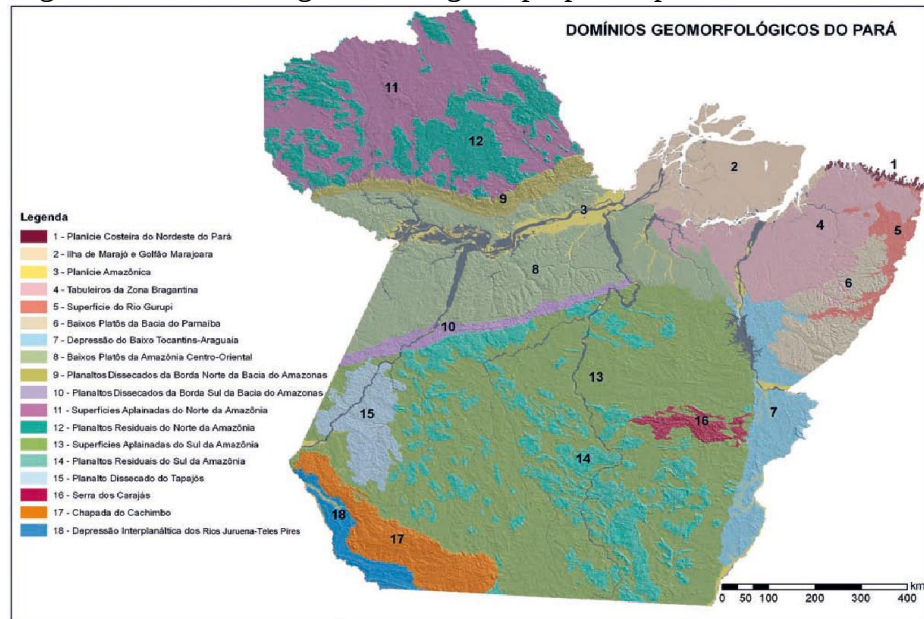
5.6. GEOMORFOLOGIA

A origem geomorfológica do Estado do Pará é formada da fragmentação do Cráton Amazônico, do início do período Paleozóico, individualização dos escudos das Guianas e Sul-Amazônico. Como processo resultante o estado apresenta as seguintes paisagens geomorfológicas: terraços fluviais das várzeas amazônicas, planícies de inundação, baixos platôs modelados em rochas sedimentares poucos litificadas, tabuleiros, planaltos e serras modelados em cobertura de plataformas ou litologias mais resistentes a erosão e superfícies de aplainamento das áreas cratônicas (Dantas & Teixeira, 2013).

Do ponto de vista da origem e evolução das paisagens do estado paraense, os terrenos paraenses sofreram a divisão das paisagens em 18 domínios geomorfológicos: Planície Costeira do Nordeste do Pará; Ilha de Marajó e Golfão Marajoara; Planície Amazônica; Tabuleiros da Zona Bragantina; Superfície do Rio Gurupi; Baixos Platôs da Bacia do Parnaíba; Depressão do Baixo Tocantins/Araguaia; Baixos Platôs da Amazônia Centro-Oriental; Planaltos Dissecados da Borda Norte da Bacia do Amazonas; Planaltos Dissecados da Borda Sul da Bacia do Amazonas; Superfícies Aplainadas do Norte da Amazônia; Planaltos Residuais do Norte da Amazônia; Superfícies Aplainadas do Sul da Amazônia;

Planaltos Residuais do Sul da Amazônia; Planalto Dissecado do Tapajós; Serra dos Carajás; Chapada do Cachimbo e Depressão Interplanáltica dos Rios Juruena-Teles Pires (Figura 36).

Figura 36 - Domínios geomorfológicos propostos para o Estado do Pará.



Fonte: Dantas & Teixeira (2013).

A geomorfologia da região do Rio Capim caracteriza-se por um relevo dissecado em rochas sedimentares da Formação Barreiras, com superfícies e bordas erosivas inclinadas em direção ao litoral norte e ao golfo Amazônico. Essa configuração é resultado da ação de processos erosivos e da drenagem fluvial, que esculpiram a paisagem entalhada pelos vales e rios, orientados predominantemente para a direção norte e nordeste, seguindo o curso dos rios Capim e Guamá (RADAM BRASIL, 1973).

As mudanças nos cursos dos rios, o reajuste da rede de drenagem, a intensificação da erosão e o afloramento de rochas antigas no nordeste paraense indicam intensa atividade geológica na região do nordeste paraense, a área é dissecada por duas principais direções: leste-oeste, a partir do Golfão Maranhense, e norte-sul, seguindo a drenagem para o litoral paraense. Esta dissecação intensa é propiciada por litologia sedimentar que se comporta como pouco resistente ante uma morfogênese úmida, criada pela cobertura da floresta verde (RADAM BRASIL, 1973).

Os Tabuleiros Paraenses são uma das formações geomorfológicas mais marcantes do estado do Pará, Brasil, caracterizam-se por extensas superfícies planas, com leves ondulações, e bordas abruptas, essas feições são esculpidas em sedimentos antigos, principalmente os da Formação Barreiras.

A formação dos Tabuleiros Paraenses está associada a processos de deposição de sedimentos marinhos, ocorridos há milhões de anos, e a posterior erosão e modelagem do relevo por agentes externos como chuva, rios e ventos.

Os solos dos Tabuleiros Paraenses são, em geral, arenosos e pobres em nutrientes, o que exige manejo para as atividades agrícolas.

O Litoral de Mangues e Rias é uma unidade costeira caracterizada pela fusão de dois elementos geomorfológicos e ecológicos distintos, mas interdependentes: os manguezais e as rias, essa combinação gera um ambiente dinâmico, rico em biodiversidade e de imensa importância ambiental e socioeconômica.

Rias são, essencialmente, antigos vales fluviais que foram submersos pela elevação do nível do mar, esse processo resulta em uma costa profundamente recortada, com entradas de água salgada que se estendem para o interior do continente. Elas possuem um formato alongado e sinuoso, lembrando um estuário, mas sua origem geológica é distinta: a submersão de vales fluviais, e não apenas a foz de um rio.

Nessas reentrâncias costeiras, a mistura de águas doces (provenientes dos rios que nelas deságuam) e salgadas (do mar) cria um ambiente de água salobra, a profundidade e a salinidade variam ao longo da ria, dependendo da sua proximidade com o mar e da quantidade de água doce que recebe. As marés exercem forte influência sobre as rias, promovendo a circulação da água e o transporte de sedimentos e nutrientes.

O Litoral de Mangues são ecossistemas costeiros que se desenvolvem em áreas de transição entre ambientes terrestres e marinhos, especificamente em zonas de interface entre a terra firme e o mar, como estuários, baías e as próprias rias.

Os manguezais são facilmente reconhecidos pela presença de árvores e arbustos com adaptações notáveis, dentre elas, destacam-se as plantas halófitas, que toleram a alta concentração de sal, e os pneumatóforos, raízes aéreas que auxiliam na troca de gases em solos alagados e com pouco oxigênio. As principais espécies de mangue o mangue-vermelho, mangue-preto e mangue-branco, possuem características fisiológicas que lhes permitem prosperar mesmo com a alta salinidade e a baixa disponibilidade de oxigênio no solo lodoso.

Os manguezais são verdadeiros "berçários" da vida marinha, abrigando uma vasta diversidade de espécies como peixes, crustáceos (caranguejos, siris), moluscos e aves, esses ecossistemas são cruciais para a alimentação, reprodução e abrigo desses animais. Além de sua importância biológica, os manguezais desempenham um papel vital na proteção da costa contra a erosão, na filtragem da água e no sequestro de carbono.

As rias, com suas águas calmas e abundância de nutrientes, oferecem o substrato lodoso e a salinidade ideal para o desenvolvimento das espécies de mangue. Em contrapartida, os manguezais desempenham um papel crucial na estabilização dos sedimentos nas rias, combatendo a erosão e criando um ambiente favorável para a vida aquática e terrestre que ali se associa.

Essa unidade morfo-estrutural é particularmente comum em regiões de clima tropical e subtropical, como o litoral amazônico no Brasil (Pará, Amapá, Maranhão), onde a grande quantidade de rios e a dinâmica de marés que contribuem para a formação de extensas áreas de mangues e rias.

As planícies fluviais no estado do Pará são vastas áreas com relevo predominantemente plano ou suavemente inclinado, elas se formaram pelo acúmulo de sedimentos como areia, argila e matéria orgânica, que foram transportados e depositados pelos rios ao longo do tempo. No Pará, essas planícies estão intrinsecamente ligadas à imensa e complexa Bacia Amazônica, dominada pelo Rio Amazonas e seus inúmeros afluentes.

As planícies fluviais no Pará são o resultado de milhões de anos de acúmulo de materiais transportados pelos rios durante as cheias, quando o rio transborda, a água se espalha pelas margens e perde velocidade, depositando os sedimentos que carregava, esse processo contínuo dá origem a solos aluviais, que são geralmente muito férteis.

Uma característica marcante dessas planícies é a sua dinâmica de inundações periódicas, durante a estação chuvosa, os rios transbordam, cobrindo vastas extensões de terra, já na estação seca, as águas recuam, expondo as áreas anteriormente alagadas. Essa variação entre cheia e vazante é crucial para a ecologia e a paisagem local.

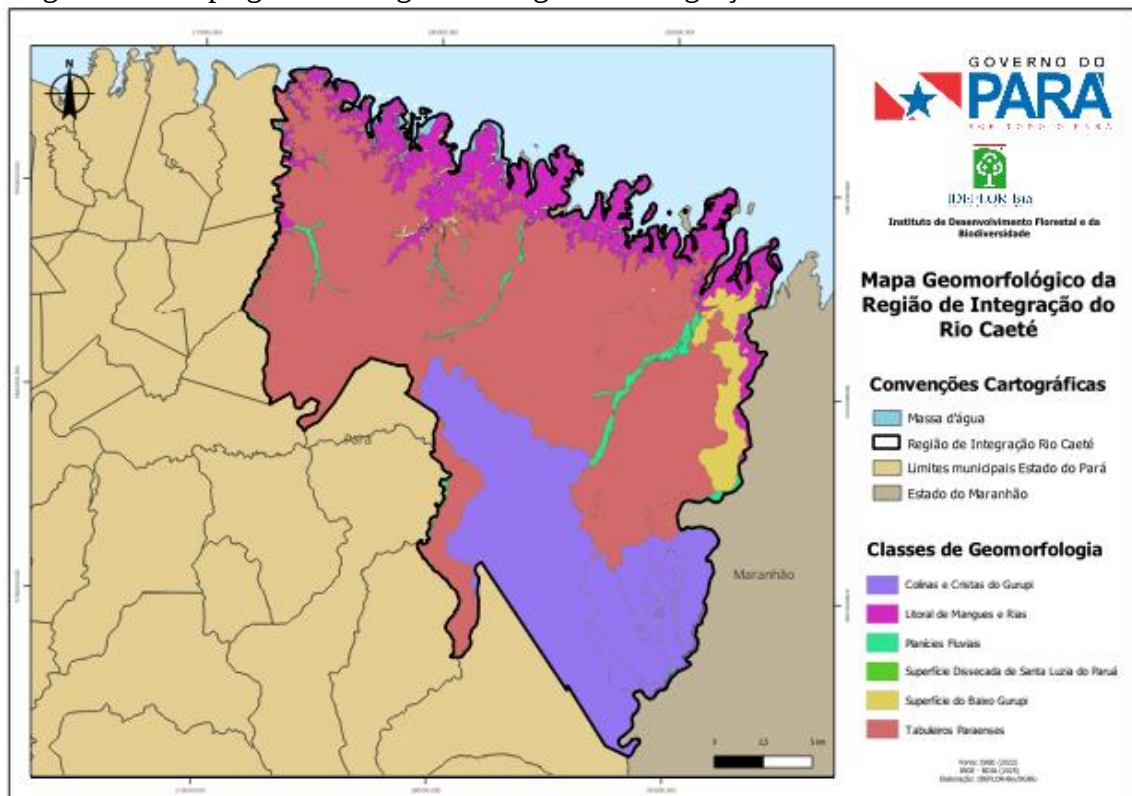
Os rios que serpenteiam por essas planícies frequentemente formam meandros (curvas sinuosas) e uma complexa rede de canais, furos, lagos e igarapés, essa rede se conecta e desconecta ao longo das estações, criando um sistema de drenagem intrincado. As áreas mais baixas e sujeitas a inundações frequentes são conhecidas como várzeas, e os solos são extremamente férteis, graças à constante renovação de nutrientes trazidos pelas cheias.

De acordo com os dados levantados no Banco de Dados de Informações Ambientais - BDIA do IBGE (2025), a Região de Integração Rio Caeté apresenta as unidades morfo-estruturais: Colinas e Cristas do Gurupi, Litoral de Mangues e Rias, Planícies Fluviais, Superfície Dissecada de Santa Luzia do Pará, Superfície do Baixo Gurupi e Tabuleiros Paraenses (Figura 37).

Seguindo a mesma metodologia de levantamento do IBGE (2025), o município de São João de Pirabas (Figura 38) apresenta as seguintes unidades morfo-estruturais: Litoral de Mangues e Rias, Planícies Fluviais e Tabuleiros Paraenses.

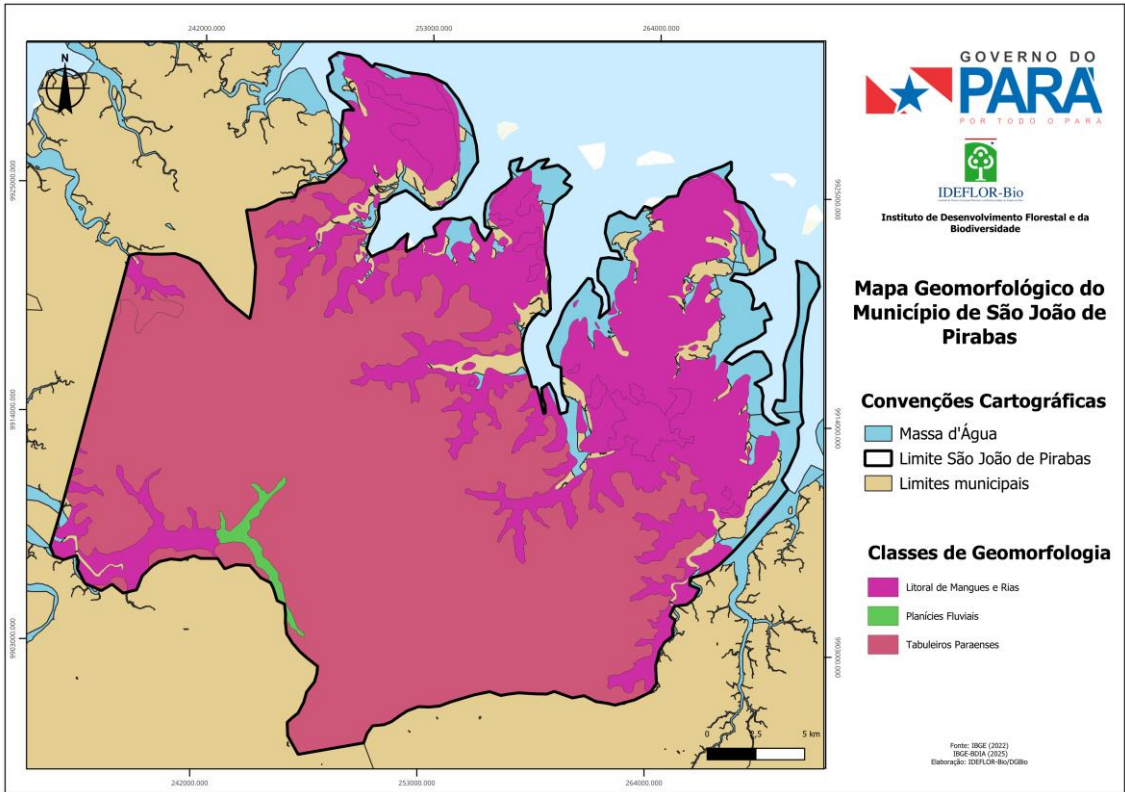
Segundo a Figura 39, a área proposta integralmente se localiza na unidade morfo-estrutural: Litoral de Mangues e Rias.

Figura 37 - Mapa geomorfológico da Região de Integração Rio Caeté.



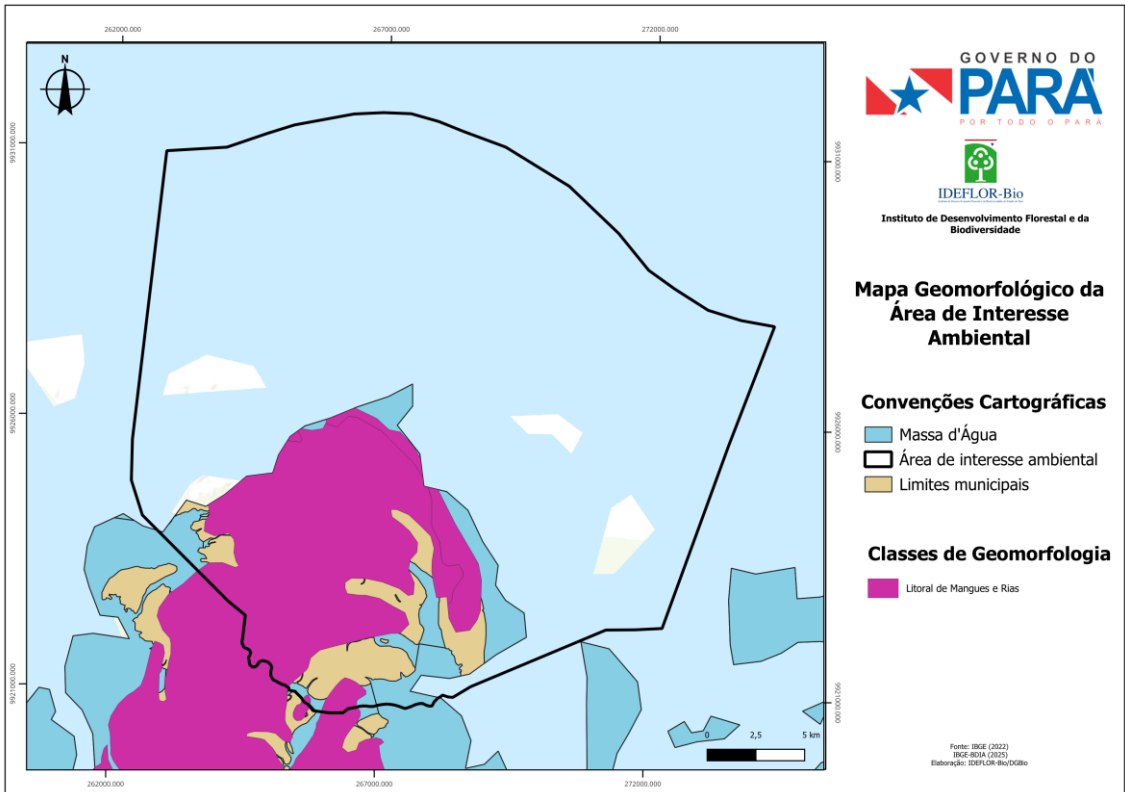
Fonte: IBGE, 2025. Elaboração IDEFLOR-Bio/DGBio (2025).

Figura 38 - Mapa geomorfológico do município de São João de Pirabas.



Fonte: IBGE, 2025. Elaboração IDEFLOR-Bio/DGBio (2025).

Figura 39 - Mapa geomorfológico da área de interesse ambiental.



Fonte: IBGE, 2025. Elaboração IDEFLOR-Bio/DGBio (2025).

5.7. HIDROGRAFIA E HIDROLOGIA

A caracterização da hidrografia foi realizada por intermédio de dados secundários e primários, com a obtenção de dados vetoriais das bases de dados da Agência Nacional de Águas - ANA, Serviço Geológico Brasileiro - SGB e Banco de Informações Ambientais-IBGE.

A região Norte do Brasil é incrivelmente rica em hidrografia, com a Bacia Amazônica detendo impressionantes 1/5 da água doce do mundo. Essa abundância não se refere apenas à quantidade de água, mas também à vasta rede de corpos hídricos que contribuem para essa grandiosidade. Os rios, igarapés, paranãs-mirins e furos, entre outros, formam um complexo sistema que apresenta uma diversidade de paisagens, rica biodiversidade de flora e fauna, variadas formas de relevo, diferentes padrões de uso e ocupação humana, além de uma imensa importância econômica e cultural.

O rio é substancial a vida, atuando também como agente modelador do relevo, a dinâmica fluvial desempenha as funções de erosão, transporte e deposição. As variações sazonais de vazão e velocidade de fluxo, causando mudanças no leito que incidem diretamente nas características morfológicas do canal, como largura, profundidade, rugosidade e gradiente.

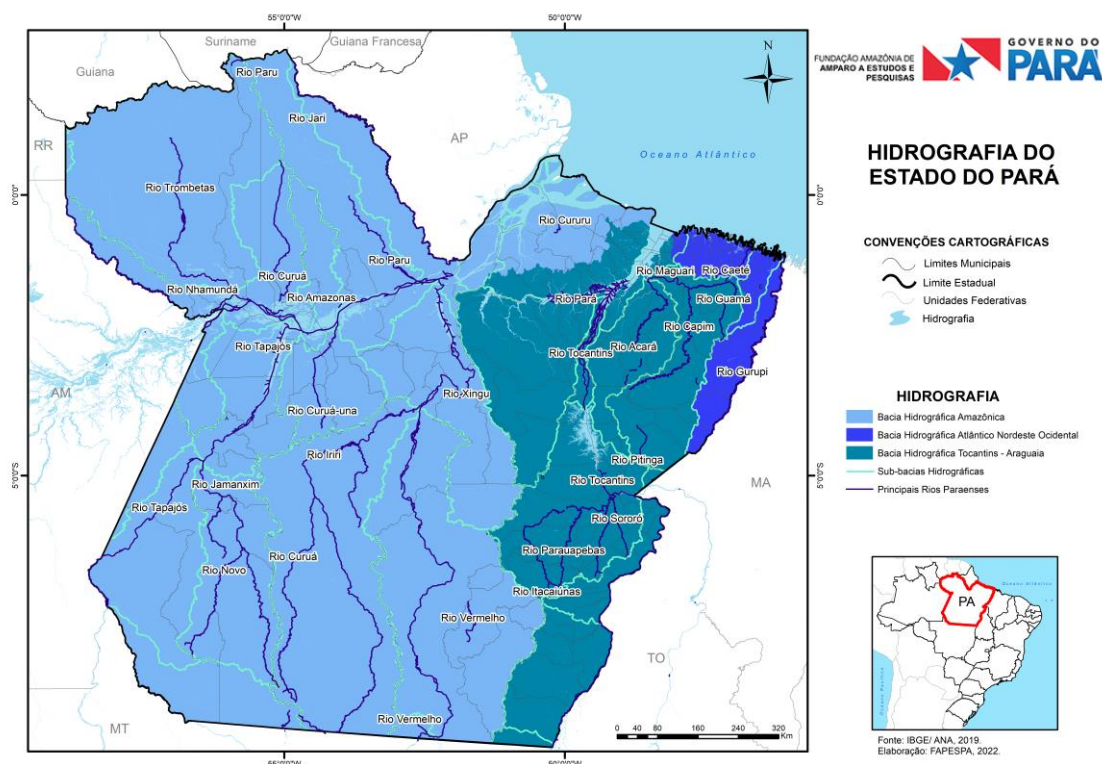
A Bacia Amazônica abrange uma área aproxima de 6 milhões de Km² segundo os estudos, e se estende ainda por oito países: Brasil, Bolívia, Colômbia, Equador, Guiana, Peru, Suriname e Venezuela (Agência Nacional de Águas, 2022). É considerada a maior acumulação de água doce superficial do mundo, com cerca de 15% do total disponível desse recurso hídrico.

De acordo com a Resolução nº 32/2003 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), que dispõe sobre a necessidade de implantar a base dados de referencia por bacia, em âmbito nacional, visando à organização e integração em recursos hídricos, institui a Divisão Hidrográfica Nacional em 12 (doze) Regiões Hidrográficas (DHNRH), a saber: RH Amazônia, RH do Tocantins/Araguaia, RH Atlântico Nordeste Ocidental, RH do Parnaíba, RH Atlântico Nordeste Oriental, RH do São Francisco, RH Atlântico Leste, RH Atlântico Sudeste, RH do Paraná, RH do Uruguai, RH Atlântico Sul e RH do Paraguai. Essa divisão considera o espaço territorial brasileiro compreendido por bacias, grupos de bacias ou sub-bacias hidrográficas com características naturais, sociais e econômicas similares, com proposta de orientar o planejamento e o gerenciamento dos recursos hídricos (Agência Nacional de Águas, 2003).

A Região de Integração do Rio Caeté intercepta as Bacias Hidrográficas Atlântico Nordeste Ocidental e uma pequena porção da Tocantins-Araguaia, assim como pertence à Macrorregião Hidrográfica da Costa Atlântica, de acordo com a Figura 40.

O município de São João de Pirabas está contido dentro da Macrorregião Hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental, Mesorregião Hidrográfica Gurupi e Microrregião Hidrográfica Piriá/Maracanã.

Figura 40 - Mapa da hidrografia do Estado do Pará.



Fonte: FAPESPA (2022).

Os critérios de divisão em regiões hidrográficas consideram o limite geográfico das regiões hidrográficas, as regiões devem apresentar homogeneidade dos aspectos geofisiográficos, o número de municípios que compõe uma região não deve ultrapassar o total de 40, evitando os conflitos de usos.

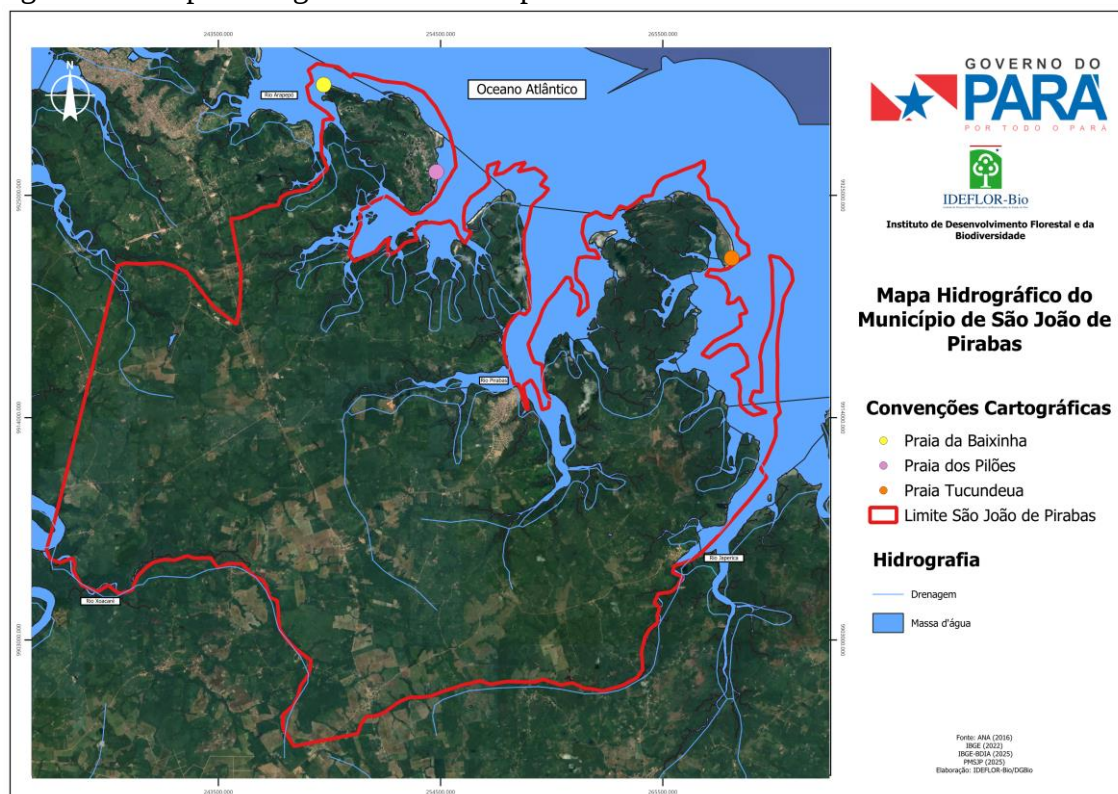
A Região Hidrográfica da Costa Atlântica-Nordeste inclui os municípios de Belém, Ananindeua, Benevides, Santa Bárbara do Pará, Santa Izabel, Castanhal, Curuçá, Vigia, Colares, São Caetano de Odivelas, São João da Ponta, Marapanim, Terra Alta, São Francisco do Pará, Magalhães Barata, Maracanã, Igarapé-Açu, Santa Maria do Pará, Viseu, Cachoeira do Piriá, Nova Esperança do Piriá, Paragominas, Ulianópolis, Dom Eliseu, Augusto Correa, Santa Luzia do Pará, Tracuateua, Bragança, Quatipuru, Bonito, Capanema, **São João de Pirabas, Primavera**, Peixe-Boi, Nova Timboteua, Salinópolis, Santarém Novo, Acará, Bujaru, Concórdia do Pará e Tome-Açu.

Excepcionalmente o Rio Amazonas não se inclui nas divisões por regiões hidrográficas, justamente por ser presente em várias regiões, portanto o rio Amazonas está presente em 6 das 7 regiões, Macrorregiões Hidrográficas que são: Costa Atlântica-Nordeste, Tocantins-Araguaia, Xingu, Portel-Marajó, Tapajós, Baixo Amazonas e Calha Norte. O estudo de Lima et al. (2022) propõe uma divisão em oito regiões hidrográficas e suas respectivas bacias estão representadas na figura 41.

5.7.1. Município de Pirabas

A hidrografia de São João de Pirabas (Figura 42) é composta por duas bacias fluviais principais: a do Rio Pirabas e a do Rio Inajá. A bacia do Rio Pirabas banha a sede municipal, e ambas deságuam no Oceano Atlântico, essas duas bacias são cruciais para o desenvolvimento econômico da região, elas servem como as principais vias para o escoamento da produção local, impulsionam o turismo e apoiam a pesca, que utiliza desde pequenas até grandes embarcações.

Figura 42 - Mapa hidrográfico do município de São João de Pirabas.



Fonte: ANA, 2016. Elaboração IDEFLOR-Bio/DGBio (2025).

Os rios também servem como limite natural, o Rio Xoacaré localizado a sudoeste do município é o limite natural com o município de Santarém Novo, o Rio Japerica é limite natural com o município de Primavera ao sul e o Rio Araepó, ao norte, faz limite natural com Salinópolis.

Além das bacias principais, São João de Pirabas conta com a relevância de outros cursos d'água menores, como o Maracanã e o Rio Morcego, além de diversos igarapés e lagoas, essa complexa rede de rios e corpos d'água costeiros é fundamental para a economia local e sustenta uma rica biodiversidade. A paisagem do município também é marcada pela presença de ilhas, tanto marítimas quanto fluviais, e por importantes aquíferos, como o Barreiras e o Litorâneo Nordeste-Sudeste, que são reservas cruciais de água subterrânea.

Os rios Pirabas, Maracanã, Japerica e Xoacaré em São João de Pirabas são caracterizados por águas barrentas ou amareladas e turvas, nesses rios, a visibilidade varia de menos de 10 cm a aproximadamente 50 cm, essa tonalidade é atribuída à quantidade e tipos de sedimentos presentes em suas águas. Por outro lado, os rios Inajá e Araepó, que possuem sedimentos mais recentes, apresentam águas consideradas claras, em alguns trechos próximos

aos mangues, as águas adquirem uma coloração escura, denominadas "águas pretas", com visibilidade de 1,5 a 2,5 metros, semelhante ao que ocorre no Rio Negro (SIOLI, 1985).

A tonalidade da água dos rios pode ser explicada pela quantidade de sedimentos presente na mesma, pela cobertura vegetal ao longo do seu curso, as alterações provocadas pelo desmatamento, geologia, solos e utilização dos solos, todos esses fatores podem interferir diretamente na biodiversidade presente na água e nos ciclos biogeoquímicos (Malhi, 2008).

Existem outros rios e igarapés de menor volume d'água, esses recursos hídricos são importantes para a agricultura e abastecimento da população rural em geral. Todos esses igarapés drenam as suas águas para as bacias supracitadas.

Na Amazônia, o transporte fluvial se destaca de outras regiões do Brasil, aqui os rios funcionam como verdadeiras estradas, essenciais para a circulação de pessoas e mercadorias, não é à toa que as cidades se desenvolvem às margens dos rios que formam a vasta Bacia Amazônica. Nesse cenário, a pesca sempre foi uma atividade econômica vital, mais recentemente, o turismo tem ganhado força, criando um sinergismo promissor com a rica culinária regional.

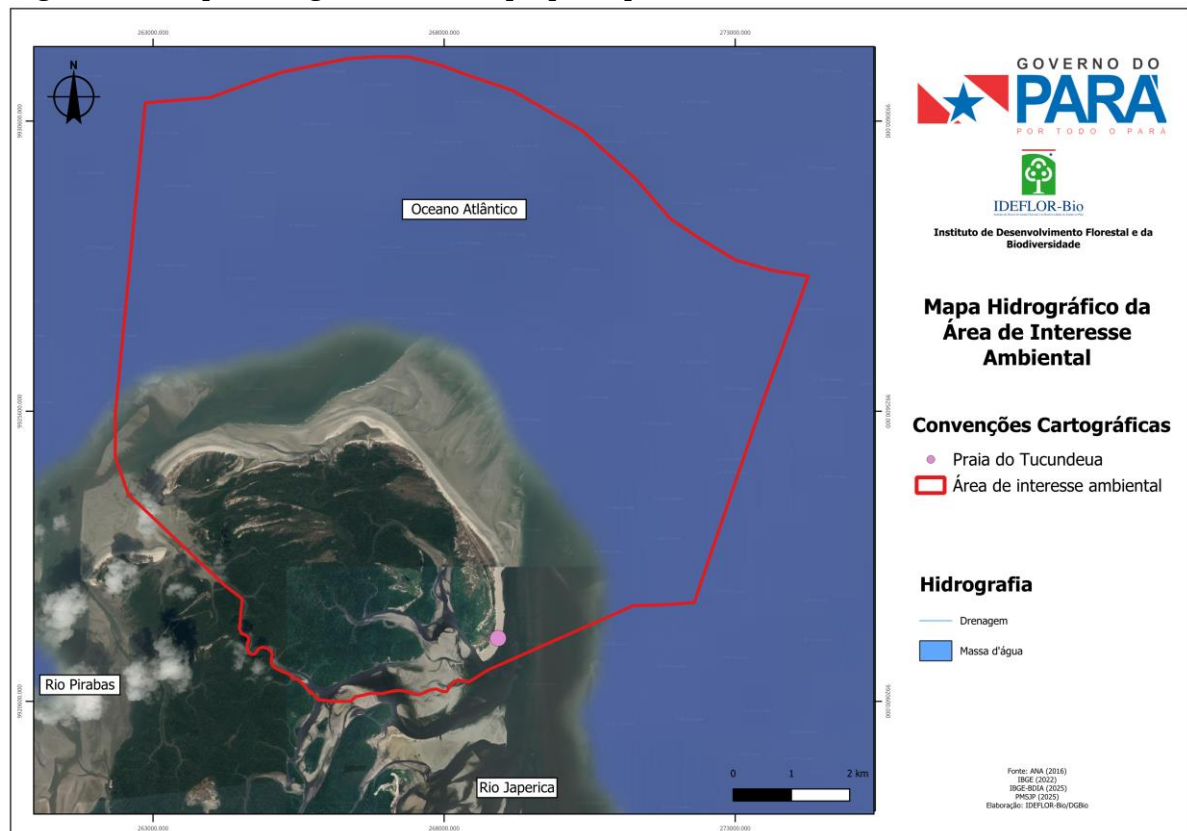
Dentro deste cenário existem diversas comunidades ribeirinhas, vivendo ao longo do rio e seus afluentes, a complexidade do tema relacionado à dinâmica fluvial do rio e seus perigos, está na resistência das comunidades em permanecer em locais vulneráveis.

5.7.2. Área de Interesse Ambiental

Conforme o mapa da Figura 43, a Ilha Tucundéua demonstra uma significativa importância hidrográfica na área de interesse ambiental. Seus limites naturais são definidos pelo Rio Pirabas à esquerda e sua confluência ao sul, a oeste, a ilha faz divisa com a confluência do Rio Japerica, e ao norte, com o Oceano Atlântico.

Dentro da área de interesse ambiental, há diversas regiões de manguezal, esses ecossistemas são considerados verdadeiros "berçários" para uma vasta gama de espécies marinhas. Suas raízes complexas e submersas oferecem abrigo e proteção ideais para a reprodução, crescimento e alimentação de peixes, moluscos (como ostras e mariscos), crustáceos (como caranguejos e camarões) e outros invertebrados, é importante destacar que muitas espécies de valor comercial, essenciais para a pesca local, dependem do manguezal em alguma fase de sua vida.

Figura 43 - Mapa hidrográfico da área proposta para a UC.



Fonte: ANA, 2016. Elaboração IDEFLOR-Bio/DGBio (2025).

As densas redes de raízes dos mangues atuam como uma barreira natural, estabilizando a linha da costa e prevenindo a erosão, elas também são cruciais na proteção contra eventos climáticos extremos, como tempestades, tsunamis e ressacas, dissipando a energia das ondas e reduzindo o impacto em áreas povoadas.

As raízes dos mangues atuam como um filtro natural, retendo sedimentos, nitratos, fosfatos e outros poluentes que são transportados por rios e córregos, essa ação contribui significativamente para a melhora da qualidade da água em estuários e áreas costeiras adjacentes, beneficiando ecossistemas como recifes de coral e leitos de grama marinha.

Os manguezais são ecossistemas incrivelmente eficientes no sequestro e armazenamento de carbono da atmosfera, eles o fazem tanto em suas plantas quanto, principalmente, em seus solos alagados e ricos em matéria orgânica. Considerados "sumidouros de carbono azuis", os manguezais podem armazenar até quatro vezes mais carbono do que outras florestas tropicais, desempenhando um papel vital na mitigação das mudanças climáticas.

Para muitas comunidades costeiras, especialmente no município de São João de Pirabas, os manguezais são fontes essenciais de alimento e renda. A pesca artesanal e a coleta de caranguejos, ostras e outros frutos do mar são atividades econômicas e culturais

profundamente ligadas à saúde desses ecossistemas, além disso, fornecem materiais para construção e recursos medicinais.

Os manguezais têm um valor cultural profundo, integrando a identidade e as práticas tradicionais de diversas comunidades, além disso, são espaços valiosos para recreação, ecoturismo e educação ambiental, proporcionando oportunidades para aprender sobre a natureza e a importância da sua conservação.

Apesar de todos esses benefícios, os manguezais estão entre os ecossistemas mais ameaçados do planeta, sofrendo com desmatamento, desenvolvimento costeiro, poluição e atividades aquícolas desordenada.

A área de interesse ambiental possui uma praia turística denominada de Praia Tucundeuá, sendo esta utilizada inclusive para fins de recreação, pesca esportiva e turismo.

As praias são de grande importância tanto ambiental quanto econômica. Ambientalmente, elas funcionam como uma barreira natural para as encostas, absorvendo a energia das ondas e diminuindo o impacto do mar sobre o continente. Outro papel crucial das praias é a filtragem da água. À medida que a água do mar percola pela areia, ocorre a retenção e o processamento de matéria orgânica e poluentes, o que contribui significativamente para a melhora da qualidade da água costeira.

A conservação das praias é essencial para a saúde e o equilíbrio de ecossistemas costeiros vizinhos, as praias em bom estado contribuem diretamente para a vitalidade de restingas (vegetação de dunas), manguezais e recifes de coral. Esses ecossistemas, muitas vezes interligados, beneficiam-se da proteção e da capacidade de filtragem que as praias naturalmente oferecem.

Algumas praias também servem como locais de desova e nidificação para tartarugas marinhas e aves costeiras, além disso, funcionam como corredores para a migração de diversas espécies.

As praias são um dos principais destinos turísticos do município de São João de Pirabas, atraindo milhares de visitantes anualmente, o turismo de praia gera uma vasta cadeia de valor que inclui hospedagem (hotéis, pousadas, aluguéis por temporada), gastronomia (restaurantes, bares), transporte, comércio (lojas, ambulantes), serviços de lazer (passeios, esportes aquáticos) e isso impulsiona a economia local, criando empregos diretos e indiretos e aumentando a renda das comunidades.

Embora nem sempre sejam o foco econômico principal, em muitas regiões costeiras, as praias desempenham um papel crucial na pesca artesanal e na coleta de frutos do mar, essas atividades são fontes vitais de alimento e renda para as comunidades locais. A Praia do

Tucundeuca é um exemplo claro dessa importância, servindo como um ponto de partida essencial para pescadores e oferecendo-lhes abrigo temporário contra condições climáticas adversas.

Esses abrigos temporários e/ou em alguns casos servem como moradia permanente, são denominados de “ranchos”. O rancho é uma estrutura simples e rudimentar, construída pelos pescadores para servir de abrigo temporário ou ponto de apoio para suas atividades, diferente de uma casa ou cabana permanente, o rancho é pensado para ser funcional, de baixo custo e, muitas vezes, facilmente montado e desmontado ou reparado.

Em campo foram coletadas informações sobre os ranchos, na praia do Tucundeuca existem atualmente aproximadamente 21 ranchos (Figuras 44, 45, 46 e 47), a concentração de ranchos é densa, inclusive com ranchos permanentes dando início ao surgimento de uma possível comunidade.

Figura 44 - Ranchos na praia do Tucundeuca.



Fonte: Pesquisa de Campo, 2025.

Figura 45 - Praia do Tucundeua.



Fonte: Pesquisa de Campo, 2025.

Figura 46 - Ranchos praia do Tucundeua.



Fonte: Pesquisa de Campo, 2025.

Figura 47 - Praia do Tucundeua.



Fonte: Pesquisa de Campo, 2025.

6. CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES

O diagnóstico referente aos aspectos do meio físico, descreveu e analisou os aspectos gerais do município de São João de Pirabas como localização, acesso, processo histórico e aspectos naturais, assim como descreveu e analisou os tipos de solos, a topografia, clima, geologia, geomorfologia, hidrografia e hidrologia mais especificamente na área de interesse ambiental denominada de Ilha Tucundeua e verificou-se que a área proposta apresenta características únicas, considerando em especial a sua localização, por se tratar de um local de concentração de mangues e rias.

Apesar de parte da área de interesse ambiental já se constituir como Área de Preservação Permanente - APP e conseqüentemente ser protegida pela legislação ambiental até o limite das faixas marginais dos cursos d'água, o que deixaria parte da área sem proteção, a proposta de Unidade de Conservação, sem dúvida, irá contribuir para uma melhor proteção daquele ambiente contra as atividades antrópicas degradantes que atualmente assolam os remanescentes próximos de centros urbanos.

A importância da área de interesse ambiental é evidente, o seu ambiente composto com mangues é um berçário natural de espécies marinhas e estuarinas, sem os mangues, a

reprodução e a sobrevivência dessas espécies seriam drasticamente comprometidas, afetando diretamente a pesca e a biodiversidade nos ambientes aquáticos.

A área de interesse ambiental também possui importância física crucial na manutenção da linha costeira, a rede de raízes das árvores de mangue ajuda a estabilizar o solo, prevenir a erosão e atenuar a força de ondas, tempestades e ressacas. Em um cenário de mudanças climáticas e aumento do nível do mar, a integridade dos mangues torna-se uma barreira natural indispensável contra eventos extremos, protegendo infra-estruturas de comunidades costeiras.

Diante de todos esses fatores expostos, a criação de unidades de conservação para ecossistemas com a presença de mangues é uma medida urgente e inadiável. Essas ações garantem a conservação da biodiversidade, a proteção das costas, a regulação climática e o sustento de inúmeras comunidades. Proteger a Ilha Tucundéua é um investimento para o futuro e qualidade de vida das próximas gerações.

Portanto recomenda-se a categoria de proteção integral na modalidade Refúgio de Vida Silvestre e sugestão para renomear como “Refúgio de Vida Silvestre Ilha Tucundéua”.

7. REFERÊNCIAS

ALVARES, C.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONCALVES, J. L.; SPAROVEKET, G. Koppen's climate classification map for Brazil. Meteorol. Z. 22 (6), 711– 728. 2013.

ANA, AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil. Caderno de Recursos Hídricos. Brasília: ANA, 123 p., 2003. <http://arquivos.ana.gov>.

ANA, AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: regiões hidrográficas brasileiras - Edição Especial. Brasília: ANA, p.163. 2015.

ANA, AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: informe anual. Brasília, 100 p., 2019. Disponível em: <http://conjuntura.ana.gov.br/>. Acesso em: 20 de junho de 2024.

ANA, AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS- ANA. Notícias. Disponível em: www2.ana.gov.br>. Acesso em: 20 de junho de 2024.

BRASIL, DECRETO nº 4.340, DE 22 DE AGOSTO DE 2002. Presidência da República - Casa Civil- Subchefia para Assuntos Jurídicos. 22 de agosto de 2002.

BRASIL, Informe nacional sobre áreas protegidas no Brasil. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Departamento de Áreas Protegidas, 2007.

CARVALHO, José Alberto Lima de. Terras caídas e consequências sociais: costa do Micarauera - Paraná da Trindade, município de Itacoatiara - AM, Brasil. Dissertação de mestrado em Sociedade e Cultura na Amazônia. Universidade Federal do Amazonas - UFAM. Manaus, 2006.

CORRÊA, P. R. S.; PERES, R. N.; VIEIRA, L. S. Solos. In: Brasil. Projeto RADAM. Folha Belém SA-22. Rio de Janeiro. 1974. DNPM (Levantamento de Recursos Naturais), 5: 1-53.

CPTEC - CENTRO DE PREVISÃO DO TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS. Dados de Umidade. 2021. Disponível em: <https://www.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 06/07/2024.

DANTAS, M. E; TEIXEIRA, S. G. Origem das Paisagens. In: Geodiversidade do Estado do Pará. JOÃO, X. da S. J.; TEIXEIRA, S. G; FONSECA, D. D. F. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Belém. 2013.p. 25-54.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Brasileiro de Classificação do relevo, 2006. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/territorios/territorio-mata-sul-pernambucana/caracteristicas-do-territorio/recursos-naturais/relevo>. Acessado em: 01/07/2024.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2018. 306 p.

FAPESPA - Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas. Estatísticas Municipais Paraenses. Diretoria de Estatística e de Tecnologia e Gestão da Informação. - Belém, 2021. 60f. Ed. semestral, n. 1.

GRIMM, A. M., P. ZARATINI E J. MARENGO, 1998: Sinais de El Niño na precipitação da Amazônia. Anais do X Congresso Brasileiro de Meteorologia. Sociedade Brasileira de Meteorologia, 1998.

ICMBIO, INSTITUTO CHICO MENDES DA BIODIVERSIDADE. Parque Nacional da Tijuca. Disponível em: <<http://www.parquedatijuca.com.br/>>. Acesso em: 12 jul. 2024.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2003. Banco de Dados Geográficos da Amazônia Legal (1:250.000): Geologia. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>>. Acesso em: 01 nov. 2023.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Banco Digital de Informações Ambientais. Disponível em: https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/. Acessado em: 01/07/2025.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Panorama de São João de Pirabas e Censo de 2022. Disponível em: [https:// https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/sao-joao-de-pirabas/panorama](https://https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/sao-joao-de-pirabas/panorama). Acessado em 13/07/2025.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Histórico. Disponível em: [https:// https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/sao-joao-de-pirabas/historico](https://https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/sao-joao-de-pirabas/historico). Acessado em 01/07/2025.

IBGE. Divisão regional do Brasil em regiões geográficas imediatas e regiões geográficas intermediárias. Coordenação de Geografia. - Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

LIMA, R; FONTILHAS, R; GASPAR, MARCIA, LISTO, I & GUIMARÃES, P. Proposta de divisão do Estado do Pará em regiões hidrográficas. Simpósio brasileiro de recursos hídricos e V Simpósio de hidráulica e recursos hídricos dos países de língua oficial portuguesa, São Paulo, p. 25-29, 2022.

MALHI, Y., ROBERTS, J.T., BETTS, R.A., KILLEEN, T.J., LI, W., NOBRE, C.A. Climate change, deforestation and the Fate of the Amazon. Science, Washington, n. 319, p. 169-172, 2008.

MANETTA, B. R., Barroso, B., Arrais, T., & Nunes, T. (2015). Unidades de conservação. Engenharias On-line, 1(2), 1-10.

MapBioma. Coleções de uso e ocupação do solo. Disponível em: https://mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas-1?cama_set_language=pt-BR. Acesso em: 13/07/2025.

MEDEIROS, R., IRVING, M. DE A., GARAY, I. A proteção da natureza no Brasil: evolução e conflitos de um modelo em construção. RDE-Revista de Desenvolvimento econômico, v. 6, n. 9, 2007.

ONU, Organização das Nações Unidas. Convenio sobre la diversidad biologica, 1992. Disponível em: <<https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>>. Acesso em: 12 julho 2024.

PARÁ, Lei Estadual Nº. 6.963, de 16 de ABRIL de 2007. Dispõe sobre a criação do Instituto de Desenvolvimento Florestal do Estado do Pará - IDEFLOR-Bio e do Fundo Estadual de Desenvolvimento Florestal - FUNDEFLO, e dá outras providências.

PARÁ, Lei Estadual Nº 8.096, de 01 de janeiro de 2015. Dispõe sobre a criação do Instituto de Desenvolvimento Florestal e da Biodiversidade, e dá outras providências.

PARÁ. Lei Estadual nº 10.306, de 22 de dezembro de 2023. Institui a Política Estadual de Unidades de Conservação da Natureza, dispõe sobre o Sistema Estadual de Unidades de Conservação da Natureza; altera a Lei Estadual nº 7.638, de 12 de julho de 2012; e revoga os artigos 83 e 84 da Lei Estadual nº 5.887, 9 de maio 1995.

PMC, PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO JOÃO DE PRIRABAS. Disponível em: <https://saojoaodepirabas.pa.gov.br/>. Acessado em: 10/07/2025.

SGB, SERVIÇO GEOLÓGICO BRASILEIRO. Produtos. Disponível em: <https://www.sgb.gov.br/nossosprodutos?aba=#collapsegeologiacartografiageofisicageoquimicaerecursosminerais>. Acessado em: 01/07/2024

SEMAS, SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE. Política de Recursos Hídricos do Estado do Pará. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. Belém: SEMA, 2012.

SEMAS, SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE. PA: Departamento de Arquivo. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade, 2016.

SEMAS, SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE. PA: Boletim Informativo de Zoneamento Agroclimático Abacaxi e Cacaú, 2022.

SIOLI, Harold. Amazônia: Fundamentos da ecologia da maior região de florestas tropicais. Vozes. Rio de Janeiro, 1985.

SOUZA, A. P., MOTA, L. L., ZAMADEI, T., MARTIM, C. C., ALMEIDA, F. T., PAULINO, J. Classificação Climática e Balanço Hídrico Climatológico no Estado de Mato Grosso. Nativa: Pesquisas Agrárias e Ambientais, Cuiabá, v. 1, n.1, p. 34-43, 2013.

STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. Eos, Transactions American Geophysical Union, Newhalen, v. 38, p. 913–920, 1957.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. The water balance. Centerton: Drexel Institute of Technology, 1955. (Climatology, v. 8, n. 1).

THORNTHWAITE, C. W. An approach toward a rational classification of climate. Geography Review, Nova Iorque, v. 38, n. 1, p. 54-101, 1948. USGS, United States Geological Survey. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acessado em: 10/07/2025.

YOADE, J. O. et al. Introdução à climatologia para os trópicos. 4. ed. São Paulo: Bertrand Brasil, 2007.