IDEFLOR-Bio

GOVERNO DO PARÁ
POR TODO O PARÁ

DIRETORIA DE GESTÃO DA BIODIVERSIDADE
GERÊNCIA DE SOCIOBIODIVERSIDADE

DIAGNÓSTICO DO MEIO FÍSICO

Diagnóstico do Meio Físico visando a Reavaliação da Reserva Ecológica da **Mata do Bacurizal** e **Lago Caraparú** - Salvaterra - Marajó - Pará

2025

SEMMA

PREFEITURA SALVATERRA

IDEFLOR-Bio

GOVERNO DO PARÁ
POR TODO O PARÁ

MANUAL DE MARCA
COP30 AMAZÔNIA
UNITED NATIONS CLIMATE CHANGE CONFERENCE
BELÉM - BRASIL - 2025
BRASIL

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
Presidente do IDEFLOR-Bio

Crisomar Lobato
Diretor de Gestão da Biodiversidade

Lena Ribeiro Pinto
Assessora de Gestão

Thiago Valente Novaes
Assessor Técnico

Osiane Barbosa de Oliveira
Gerente do Escritório Regional do Marajó – Base Soure

Hugo Deleon dos Santos Dias
Gerência Regional do Marajó

PREFEITURA DE SALVATERRA
Secretaria Municipal de Meio Ambiente

Valentim Lucas de Oliveira
Prefeito de Salvaterra

Nivaldo do Nascimento Ramos
Vice-Prefeito

Igor Barros
Secretário Municipal de Meio Ambiente

Belém - Pará
2025

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 - Técnico em Gestão de Meio Ambiente/IDEFLOR-Bio

EQUIPE AUXILIAR

Lucyana Barros Santos
Eng. Florestal/ Técnica em Gestão Ambiental

Sindomar Cardoso
Design/ Assistente Administrativo

Belém/PA
2025

AGRADECIMENTOS

Ao Ilmo. Senhor **Valentim Lucas de Oliveira** (Prefeito Municipal de Salvaterra).
Ao Secretário Municipal de Meio Ambiente - SEMMA/Salvaterra-PA **Igor Barros** e a Equipe Técnica pelo apoio logístico, acompanhamento e contribuições nos trabalhos de campo.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa das Regiões de Integração do Estado do Pará 15
Figura 2 - Localização do Município de Salvaterra - PA 16
Figura 3 - Mapa estatístico do município de Salvaterra 18
Figura 4 - Mapa de uso e ocupação do solo 19
Figura 5 - Mapa de desmatamento acumulado até 2021 20
Figura 6 - Mapa de Categorias e Unidades de Conservação do Estado do Pará 21
Figura 7 - Propostas de reavaliação da Unidade de Conservação da Natureza da Mata do Bacurizal e Lago Caraparú, município de Salvaterra-PA..... 22
Figura 8 - Mapa de localização da Mata do Bacurizal, município Salvaterra-PA 23
Figura 9 - Mapa de acesso à área da unidade de conservação..... 24
Figura 10 - Mapa pedológico do estado do Pará 27
Figura 11 - Mapa pedológico do município de Salvaterra 29
Figura 12 - Mapa pedológico da área proposta para a reavaliação. 30
Figura 13 - Mapa hipsométrico da Região de Integração do Marajó 31
Figura 14 - Mapa hipsométrico do município de Salvaterra. 31
Figura 15 - Mapa hipsométrico da Reserva Ecológica da Mata do Bacurizal. 32
Figura 16 - Perfil de elevação transversal e longitudinal do município de Salvaterra 33
Figura 17 - Condições climáticas do Estado do Pará. 33
Figura 18 - Mapa climatológico de Salvaterra, segundo a classificação de Köppen. 34
Figura 19 - Mapa climatológico de Salvaterra, segundo a classificação de Thornthwaite. 35
Figura 20 - Dados Meteorológicos da Estação de Soure para a Temperatura Média, Temperatura Mínima, Temperatura Máxima e Evaporação..... 36
Figura 21 - Dados Meteorológicos da Estação Soure (2019), para os parâmetros de temperatura, precipitação, umidade e pressão 36
Figura 22 - Dados Meteorológicos da Estação Soure (2019), ponto de orvalho, radiação e velocidade do vento 37
Figura 23 - Mapa de precipitação pluviométrica anual (mm) do arquipélago do Marajó. 38
Figura 24 - Mapa geológico das províncias estruturais do Estado do Pará. 41
Figura 25 - Mapa geológico das subprovíncias estruturais do Estado do Pará 41
Figura 26 - Mapa geológico da Região de Integração do Marajó. 42
Figura 27 - Mapa geológico do município de Salvaterra 43

Figura 28 - Domínios geomorfológicos propostos para o Estado do Pará. 44
Figura 29 - Mapa geomorfológico da Região de Integração do Marajó. 46
Figura 30 - Mapa geomorfológico do município de Salvaterra. 46
Figura 31 - Mapa da hidrografia do Estado do Pará. 48
Figura 32 - Mapa hidrográfico da Região de Integração do Marajó. 50
Figura 33 - Mapa hidrográfico do município de Salvaterra. 51
Figura 34 - Mapa hidrográfico da área proposta para a UC. 51
Figura 35 - Modelo tridimensional esquemático da hidroestratigrafia da área de estudo. 55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Associações de Solo do município de Salvaterra até o 3º nível categórico. 29
Tabela 2 - Resultado da 1ª campanha das análises físico-químicas. 57
Tabela 3 - Resultado da 2ª campanha das análises físico-químicas. 58

LISTA DE GRÁFICO

Gráfico 1 - Resultado da temperatura das amostras analisadas. 59
Gráfico 2 - Valores de variações de pH no período de seca e estiagem. 60
Gráfico 3 - Variação dos valores de Oxigênio Dissolvido (OD). 60
Gráfico 4 - Variação dos valores de amônia. 61
Gráfico 5 - Variação dos valores de nitrato. 62
Gráfico 6 - Variação dos valores de cloreto. 62
Gráfico 7 - Variação dos valores de ferro. 63

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANA - Agência Nacional de Águas
APA - Área de Preservação Ambiental
APPs - Áreas de Preservação Permanente
APs - Áreas Protegidas
BDIA - Banco de Dados de Informações Ambientais
CDB - Convenção sobre a Diversidade Biológica
CERH - Conselho Estadual de Recursos Hídricos
CFB - Constituição Federal do Brasil
CNRH - Conselho Nacional dos Recursos Hídricos
CNUC - Cadastro Nacional de Unidades de Conservação
CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente
COSANPA - Companhia de Saneamento do Pará
CPRM - Serviço Geológico do Brasil
CPTEC - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
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
ICMBio - 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
INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
MRH - Macrorregiões Hidrográficas
MS - Ministério da Saúde
OMN - Organização Meteorológica Nacional
ONU - Organização das Nações Unidas
PRODES - Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia
RH - Regiões Hidrográficas
REVIS - Refúgio de Vida Silvestre
RI - Regiões de Integração
RPPN - Reserva do Particular do Patrimônio Natural
SGB - Serviço Geológico do Brasil
SETUR - Secretaria de Estado de Turismo
SiBCS - Sistema Brasileiro de Classificação de Solos
SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza
UC - Unidade de Conservação
UPLAN - Unidade Hidrográfica de Planejamento
VMP - Valor Máximo Permitido
ZCIT - Zona de Convergência Intertropical

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 11
2. OBJETIVOS 14
2.1. OBJETIVO GERAL 14
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 14
3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA 14
3.1. ASPECTOS GERAIS DO MUNICÍPIO DE SALVATERRA 14
3.1.1. Localização 14
3.1.2. Histórico 16
3.1.3. Aspectos Naturais 18
4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO 20
4.1. LOCALIZAÇÃO E ACESSO 23
5. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO 24
5.1. METODOLOGIA 24
5.2. SOLOS 26
5.3. TOPOGRAFIA 30
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 Soure 35
5.5. GEOLOGIA 40
5.6. GEOMORFOLOGIA 43
5.7. HIDROGRAFIA 47
5.8. HIDROLOGIA 52
5.8.1. Hidrodinâmica do Rio Paracauari 52
5.8.2. Hidrodinâmica do Lago Caraparu 54
5.8.3. Qualidade das Águas Subterrâneas do município de Salvaterra. 54
6. CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES 64
7. REFERÊNCIAS 65

1. INTRODUÇÃO

A preocupação global com áreas protegidas ganhou destaque somente no final do século XIX. No Brasil, a crescente consciência ambiental sobre a importância da preservação e seus impactos na disponibilidade de água impulsionou a criação de um conjunto inicial de unidades de conservação. Em 1861, essas áreas protegidas foram designadas como Florestas Protetoras da Tijuca, localizadas no Rio de Janeiro (ICMBIO, 2023).

A Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) foi um marco crucial estabelecido durante a Rio92, a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento realizada no Rio de Janeiro em 1992. Ela definiu áreas protegidas como espaços geograficamente delimitados, regulamentados e gerenciados com o objetivo específico de conservar a biodiversidade. Os principais objetivos da CDB são: conservação da diversidade biológica e Utilização sustentável dos componentes da biodiversidade (ONU, 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 considerada 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 n° 141/2011, a responsabilidade de gestão ambiental 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 futuras gerações.”

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 grandes grupos, o primeiro grupo trata das Unidades de Proteção Integral, onde não é permitido o consumo direto dos recursos naturais, conseqüentemente possui regras mais restritivas.

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.

A Lei Estadual nº 10.306/2023, do Estado do Pará, instituiu a Política Estadual de Unidades de Conservação da Natureza (PEUC) e organizou o Sistema Estadual de Unidades de Conservação da Natureza (SEUC). Esta 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 as presentes e futuras gerações. A lei define os princípios, objetivos, instrumentos e mecanismos para a criação, gestão e proteção destas unidades, além de estabelecer diretrizes para a participação da sociedade civil neste processo.

A Política Estadual de Unidades de Conservação da Natureza (PEUC) trouxe inovações com novas categorias de unidades de conservação da natureza para o grupo de

Unidade de Uso Sustentável, sendo o Bosque Municipal uma nova categoria voltada para proteção de remanescentes de pequenas dimensões e com proximidade da sede municipal.

A proposta de criação da unidade de conservação da natureza para a Reserva Ecológica da Mata do Bacurizal e do Lago Caraparú, 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.

A Constituição do Estado do Pará, no seu Art. 13 § 2º, cita que "... O arquipélago do Marajó é considerado área de proteção ambiental do Pará, devendo o Estado levar em consideração a vocação econômica da região, ao tomar decisões com vista ao seu desenvolvimento e melhoria das condições de vida da gente marajoara...".

A Área de Proteção Ambiental do Arquipélago do Marajó - APA Marajó é considerada a maior unidade de conservação do Estado do Pará, com 5.500 hectares ou 55.000 km², destacando-se também nacionalmente como a maior unidade do país, limitando-se no oceano Atlântico, rio Amazonas e na baía do Marajó. A unidade em questão está cadastrada no Cadastro Nacional de Unidades de Conservação - CNUC pelo Instituto de Desenvolvimento Florestal e da Biodiversidade do Estado do Pará - IDEFLOR-Bio, órgão estadual que faz a sua gestão.

O Instituto foi criado pela Lei Estadual 8.096 de 01/01/2015 (PARÁ, 2015) e assume a competência de criação, recategorização e gestão de 28 unidades de conservação no estado do Pará.

No âmbito do IDEFLOR-Bio, a Diretoria de Gestão da Biodiversidade - DGBio tem por atribuição a execução do Plano Plurianual - PPA 2020/2023, que define as metas e as atividades a serem executadas pelo Programa Meio Ambiente e Ordenamento Territorial, tendo como ação a Elaboração de Estudo e Instrumento para Conservação e Monitoramento de Biodiversidade, com o objetivo principal de executar os Projetos Criação de Unidade de Conservação Estadual e Apoio à Criação de Unidades de Conservação Municipais.

Neste enfoque, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Salvaterra, seguindo as diretrizes do Plano Diretor do Município (2006) e em atendimento ao anseio da população, solicitou apoio ao IDEFLOR-Bio, no sentido de verificar a viabilidade de reavaliação da unidade de conservação da Reserva Ecológica da Mata do Bacurizal, no município de Salvaterra-PA.

Este relatório faz referência aos estudos do Meio Físico para subsidiar o processo de reavaliação.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Atender solicitação da Secretaria de Meio Ambiente de Salvaterra, na realização do levantamento e caracterização dos aspectos do Meio Físico a fim subsidiar as ações referentes ao processo de reavaliação Reserva Ecológica da Mata do Bacurizal e Lago do Caraparú, em conformidade com o SNUC.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

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

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

3.1. ASPECTOS GERAIS DO MUNICÍPIO DE SALVATERRA

3.1.1. Localização

O município de Salvaterra fica localizado na região da Ilha do Marajó no Estado do Pará, distante cerca de 80 km da capital, integra a Mesorregião do Marajó, Região de Integração Marajó (Figura 1) e Região Geográfica de Soure-Salvaterra. Foi fundada no século XVII às margens da Baia do Marajó, é conhecida economicamente pelo destaque com o cultivo do abacaxi, criação de bovídeos, pesca e mandioca.

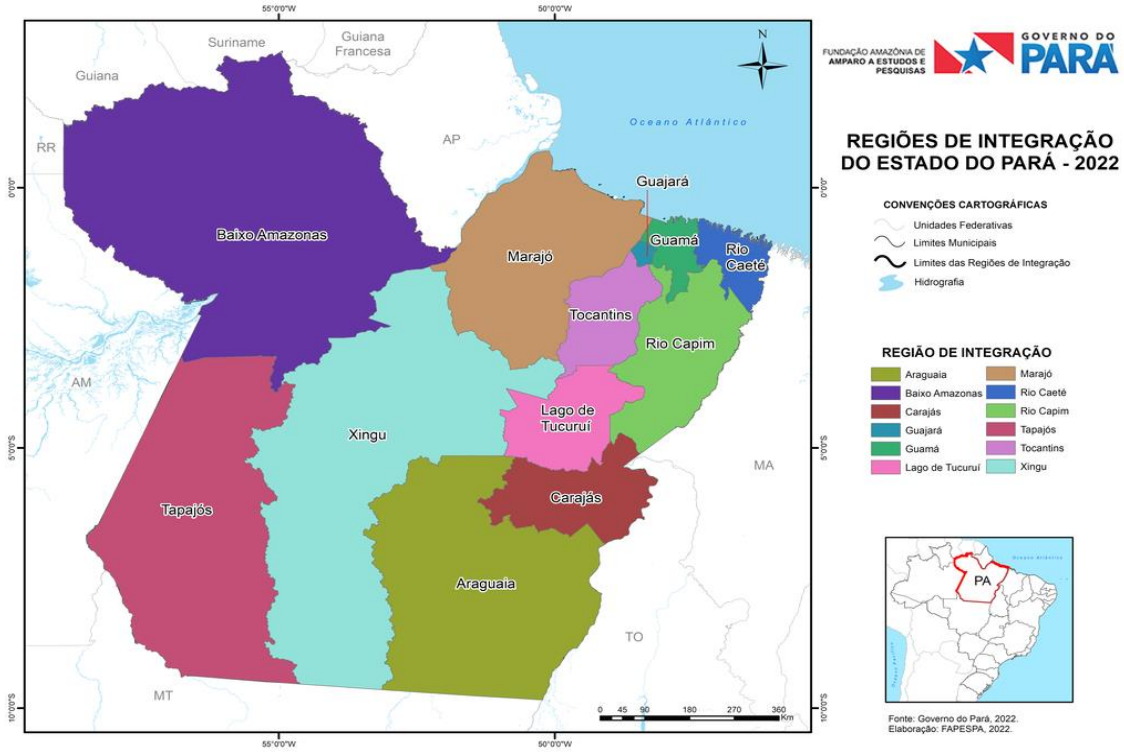
A Região de Integração do Marajó é composta por 17 municípios que juntos possuem a maior população de búfalos do Brasil com 1,32 milhões de cabeças, a região possui uma população estimada de 525.347 habitantes e ocupa uma área territorial de 104.354 km^2 (FAPESPA, 2021).

O município de Oeiras do Pará foi retirado da Região de Integração do Baixo Tocantins e inserido na Região de Integração do Marajó por meio do Decreto Estadual nº 2.129, de 20 de janeiro de 2022.

A cidade de Salvaterra é a 115º cidade mais populosa do Estado do Pará e 4º na região geográfica imediata de Soure-Salvaterra, é formada por cinco distritos administrativos denominados de Sede, Condeixa, Joanes, Jubim e Monsarás (IBGE, 2023). O município, por sua vez, possui uma área de aproximadamente 918,563 km^2, conta uma população estimada

de 24.129 habitantes e densidade demográfica de 26,27 habitantes por quilometro quadrado (IBGE, 2022).

Figura 1 - Mapa das Regiões de Integração do Estado do Pará



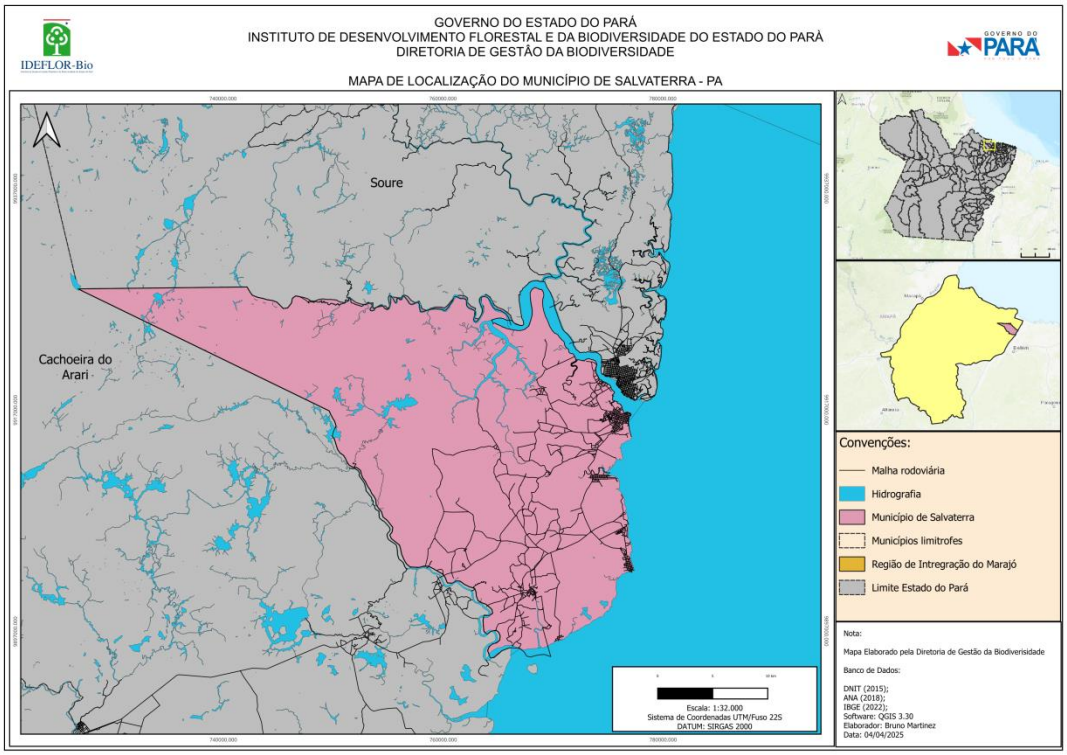
Fonte: FAPESPA (2021).

A sede municipal tem as seguintes coordenadas geográficas (01°45’12” S de latitude e 48°31’00” W de longitude), seus limites são com o município de Soure, começando na ponta meridional do Lago Guajará, seguindo por uma reta as nascentes do rio Paracauari, que em "tupi-guarani significa Rio de águas profundas", na baía do Marajó. Sua disposição geográfica pode ser visualizada na Figura 2.

Os limites de Salvaterra são os seguintes:

- Ao Norte - Soure;
- A Leste - Baia do Marajó;
- Ao Sul - Cachoeira do Arari;
- A Oeste - Cachoeira do Arari.

Figura 2 - Localização do Município de Salvaterra - PA



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

3.1.2. Histórico

A fundação do que viria a se tornar o município de Salvaterra é de meados do século XVII. A origem do nome do município faz referência indireta ao fenômeno das águas conhecido como “Pororoca”, onde o espanhol Vicente Yanez Pinzón e Américo Vespúcio, chegaram em um lugar desabitado, quase em frente à capital do Pará, onde os povos colonizadores ainda não conheciam, atribuindo ao lugar segurança aos perigos da Pororoca, por isso os viajantes deram o nome de Salvaterra, já que foram salvos.

Os colonizadores ao chegar batizaram o local de Ilha Grande de Joannes, atualmente compõe uma das 48 vilas do município e chamada apenas de Vila de Joanes. No local perceberam a presença de habitantes e não tardou para iniciar os conflitos com os povos indígenas.

Os fundadores foram os padres jesuítas que se instalaram a princípio no lugar denominado de vila de Monsarás e a tornaram a sede do município. Os jesuítas assim em como outros lugares do Estado do Pará, participaram do processo de colonização, catequização e aculturação da população indígena local no século XVII.

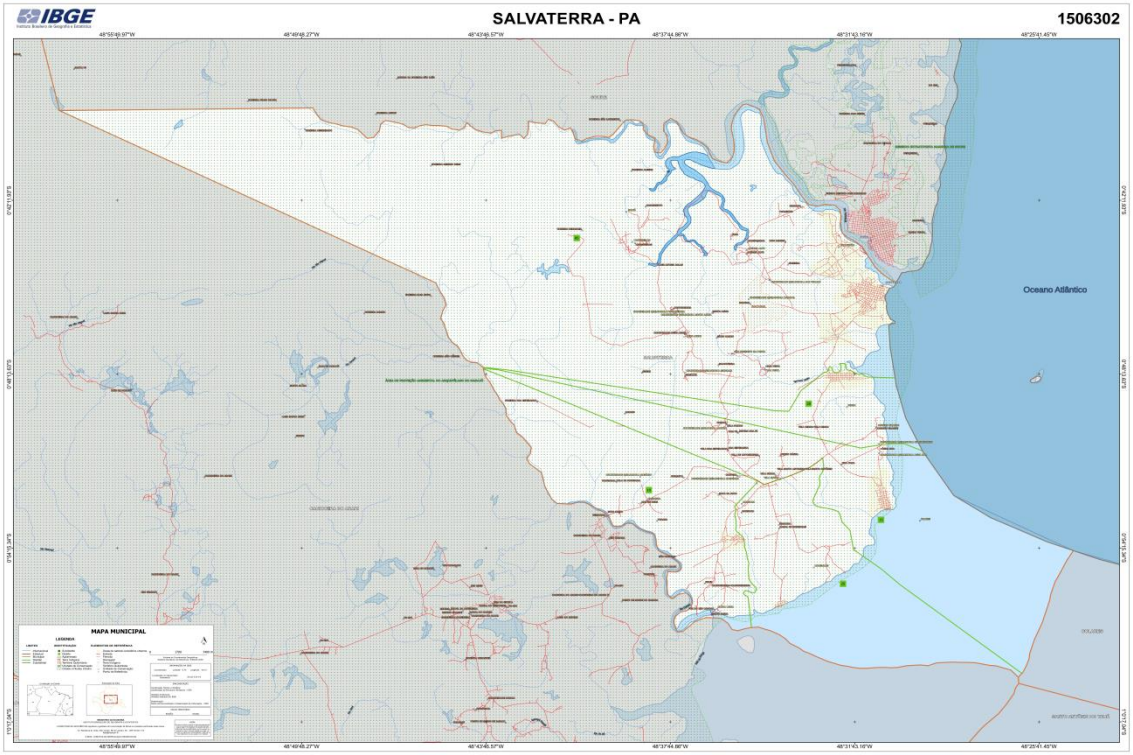
Na vila de Monsarás, atual distrito, que se localizou a primeira sede de Salvaterra, em posse do lugar escolhido, que constituiu a primeira igreja do município, assim como os blocos residenciais e escola.

Os índios que habitavam a região eram denominados de Nheengaíbas, porém pertenciam a diversas etnias distintas, tais como: Sacacas, Aruanas, Caias, Araris e outros, com maior participação da etnia dos Sacacas, considerados como um dos mais importantes grupos indígenas do Brasil, com grande participação na arte cerâmica desenvolvida na Ilha do Marajó. Segundo os dados históricos, as tribos que viviam em Salvaterra antes da chegada dos colonizadores e reuniram todas as aldeias e adotaram o território de Salvaterra como ponto de encontro para reuniões e combater inimigos ou até mesmo realizar alguma troca ou espécie de intercambio de trabalhos.

Em 1757 a então Freguesia do Menino Jesus, que abrangia toda a parte leste da ilha foi promovida à condição de vila. A primeira Comarca da Ilha do Marajó foi criada em 1816, com sede no povoado de Joanes, no município de Salvaterra. Em 1833, a Vila de Soure é anexada ao povoado de Monsarás, englobando assim toda a totalidade da parte leste da ilha do Marajó. Em 1890, foi criada a cidade de Salvaterra já interligada ao que seria o município. Em 1894, o município de Soure é ampliado com a inclusão do território de Monsarás.

A cidade de Salvaterra por ser vizinha de Soure, pertenceu aquele município durante muito tempo na condição de povoado e somente através da Lei nº 758, de fevereiro de 1901, passou a condição de Vila emancipada. Durante a divisão territorial ocorrida em 1943, Salvaterra aparece como distrito de Soure, mas somente em 29 de dezembro de 1961, através da Lei nº 2.460 foi elevada à condição de município. Hoje, o município de Salvaterra é constituído pelos Distritos de Condeixa, Joanes, Jubim e Monsarás, como demonstra o mapa estatístico Figura 3.

Figura 3 - Mapa estatístico do município de Salvaterra

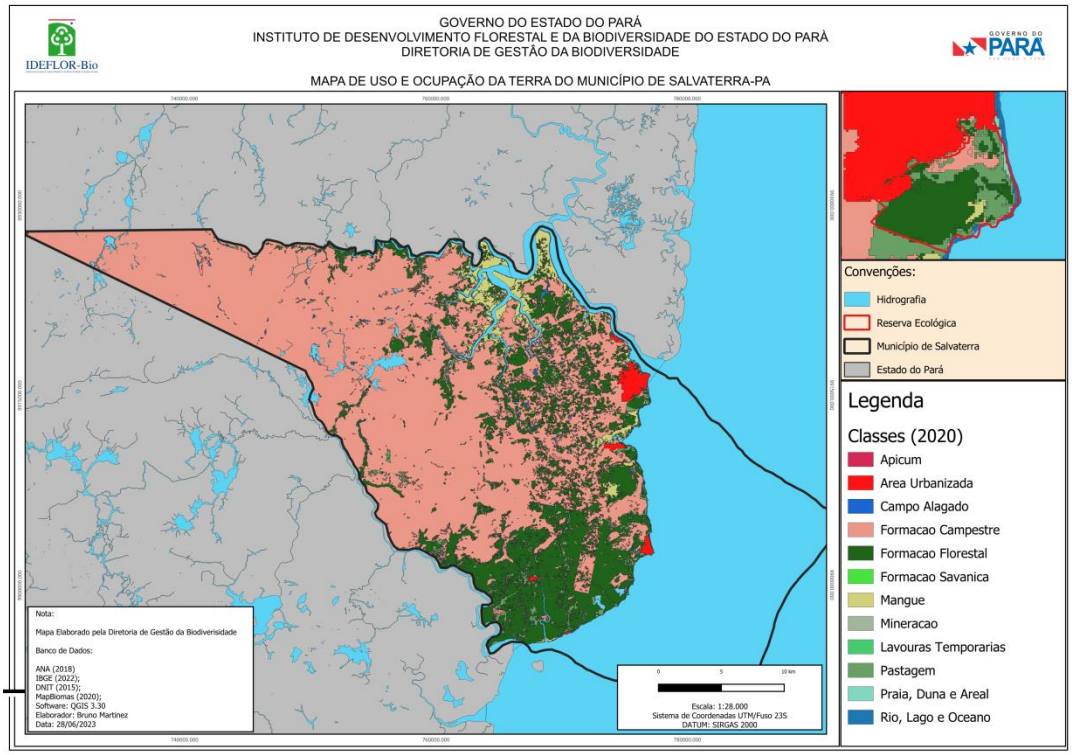


Fonte: IBGE (2023).

3.1.3. Aspectos Naturais

Acerca do uso e cobertura do solo presente em Salvaterra, este é predominantemente coberto por florestas, vegetação secundária e campos naturais, segundo o mapeamento e classificação de uso e ocupação do solo realizado em 2021 pelo Projeto MapBiomas na Figura 4, a maior parte da cobertura vegetal do município é considerada campestre, com presença de formação florestal, apicum, mangue, ocupação com lavoura temporária, pastagem e área urbanizada (Figura 4).

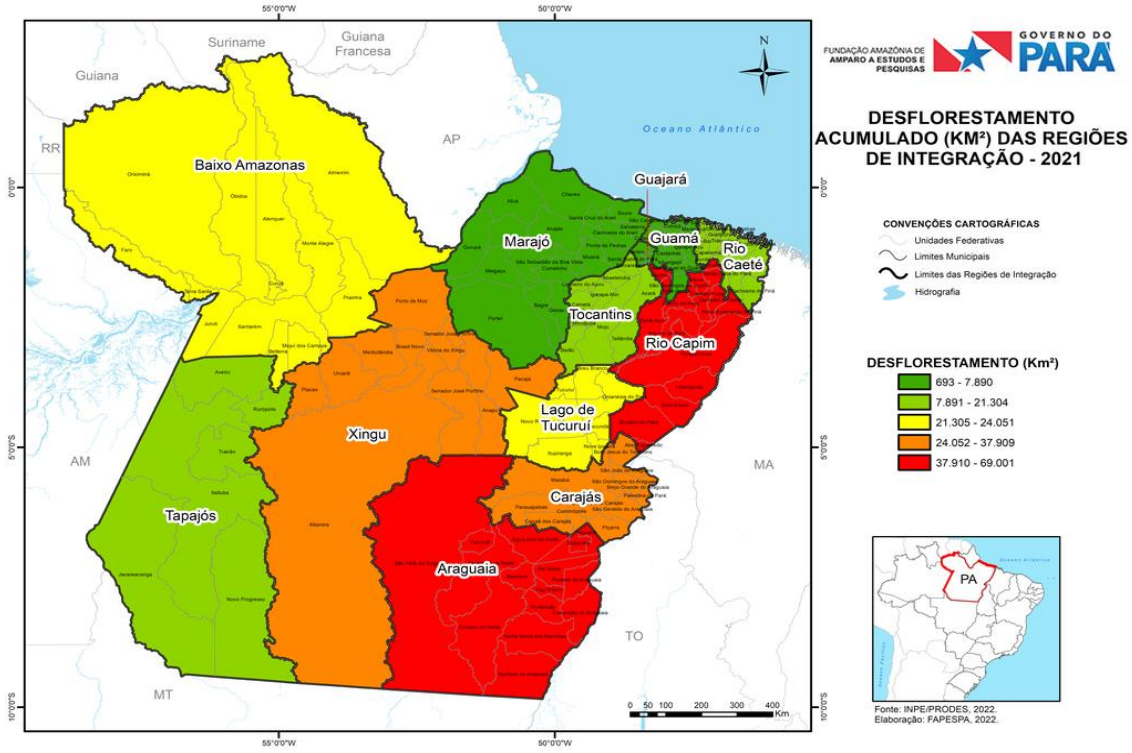
Figura 4 - Mapa de uso e ocupação do solo



Fonte: MapBiomas, 2021, adaptado por DGBio/IDEFLOR-Bio, 2025.

Segundo a Fundação de Amparo a Pesquisa do Pará - FAPESPA o mapa de desmatamento acumulado (Figura 5), demonstra que a Região de Integração do Marajó possui uma das menores taxas acumuladas até 2021.

Figura 5 - Mapa de desmatamento acumulado até 2021



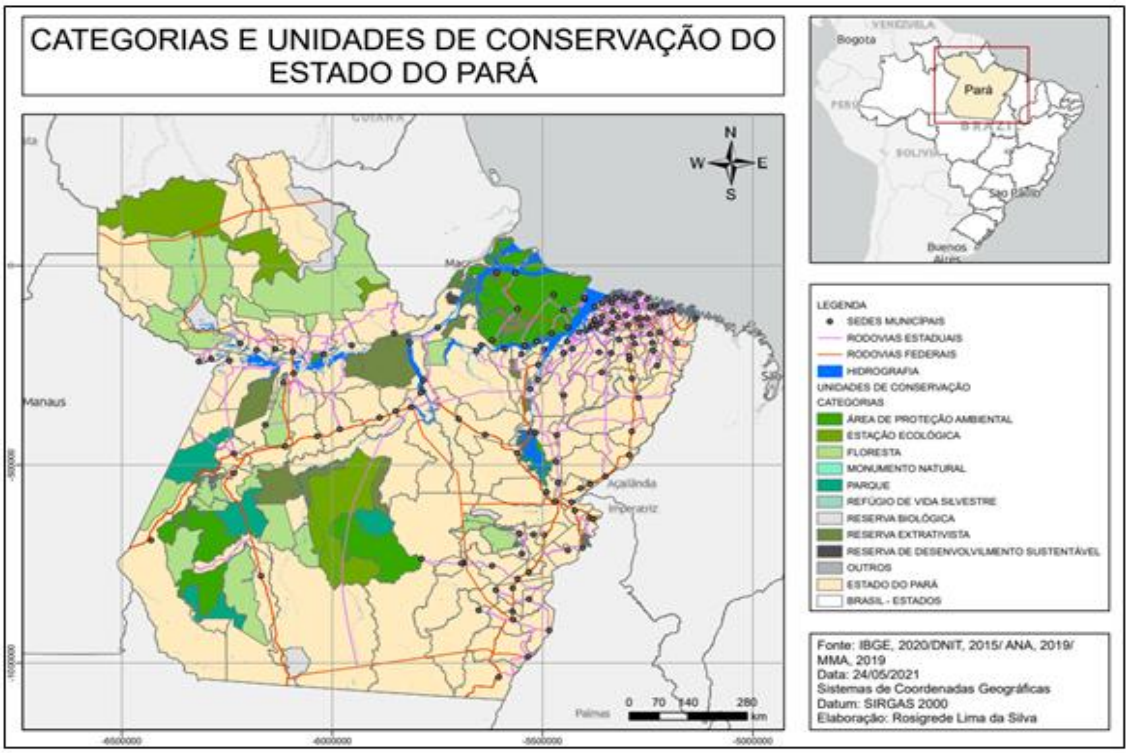
Fonte: FAPESPA (2021).

4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

No estado do Pará existem 112 (cento e doze) 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 correspondem 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 (dezesseis) UCs do grupo de Uso Sustentável. Juntas as categorias totalizam 21.036.398,55 hectares que correspondem a 16,83% do território do Estado do Pará.

Existem ainda 06 (seis) UCs na categoria de manejo Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN), sob a gestão de particulares (Figura 6), com área total de 2.837,80 hectares. A área total ocupada pelas áreas de conservação no estado do Pará é de aproximadamente 41.217.801,30, o que equivale a 33,02% da área territorial do estado.

Figura 6 - Mapa de Categorias e Unidades de Conservação do Estado do Pará

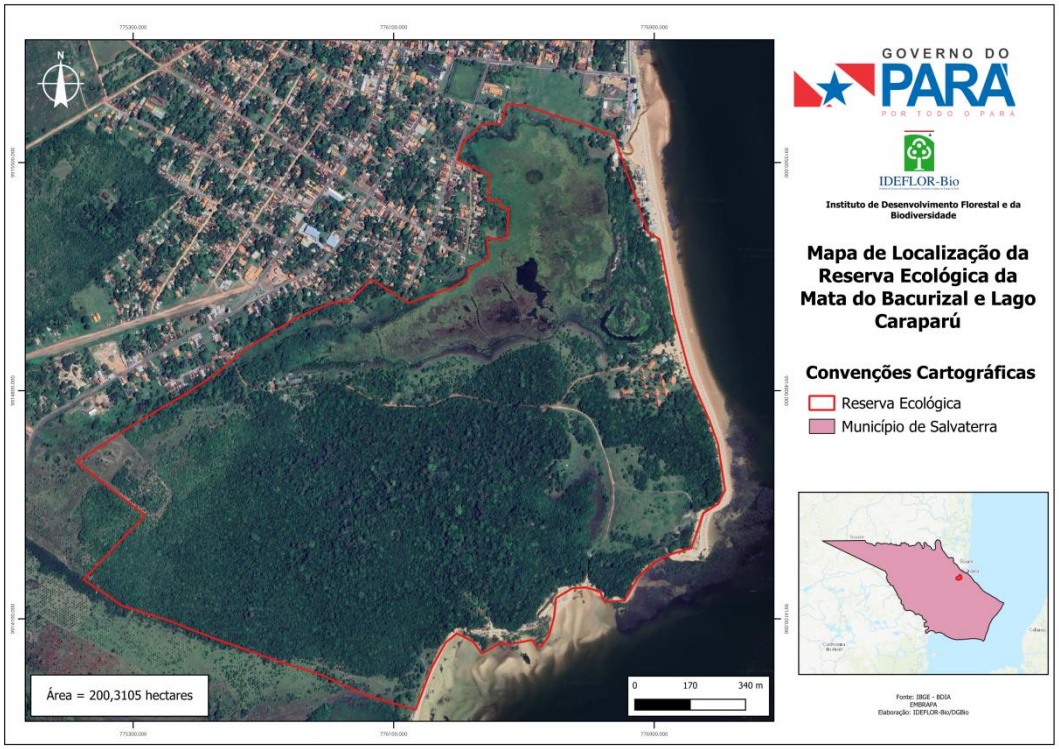


Fonte: IBGE, 2020. Elaboração, DGBio/IDEFLOR-Bio, 2021.

A área proposta para a reavaliação é a Reserva Ecológica da Mata do Bacurizal e do lago do Caraparú, que pertence ao município de Salvaterra, Região de Integração do Marajó.

A unidade de conservação da natureza foi criada por intermédio da Lei Municipal nº 109, de 19 de junho de 1987 com a denominação de Reserva Ecológica da Mata do Bacurizal e do Lago do Caraparú, a área possuía 235 hectares de extensão (inicialmente) e sem categoria de manejo definida, pois o SNUC foi criado posteriormente. Em meados de 2016 a área foi registrada com apenas 151,6692 hectares, modificando a dimensão da unidade de conservação sem a aprovação da respectiva legislação pertinente (Figura 7).

Figura 7 - Propostas de reavalição da Unidade de Conservação da Natureza da Mata do Bacurizal e Lago Caraparú, município de Salvaterra-PA.



Fonte: Prefeitura de Salvaterra, 2025. Elaboração, DGBio/IDEFLOR-Bio, 2025.

Com o auxílio de novas tecnologias e modernos sistemas de informações geográficas, a área anterior de 235 hectares foi ajustada, recalculada e passa a constar oficialmente com a dimensão de 200,3105 hectares.

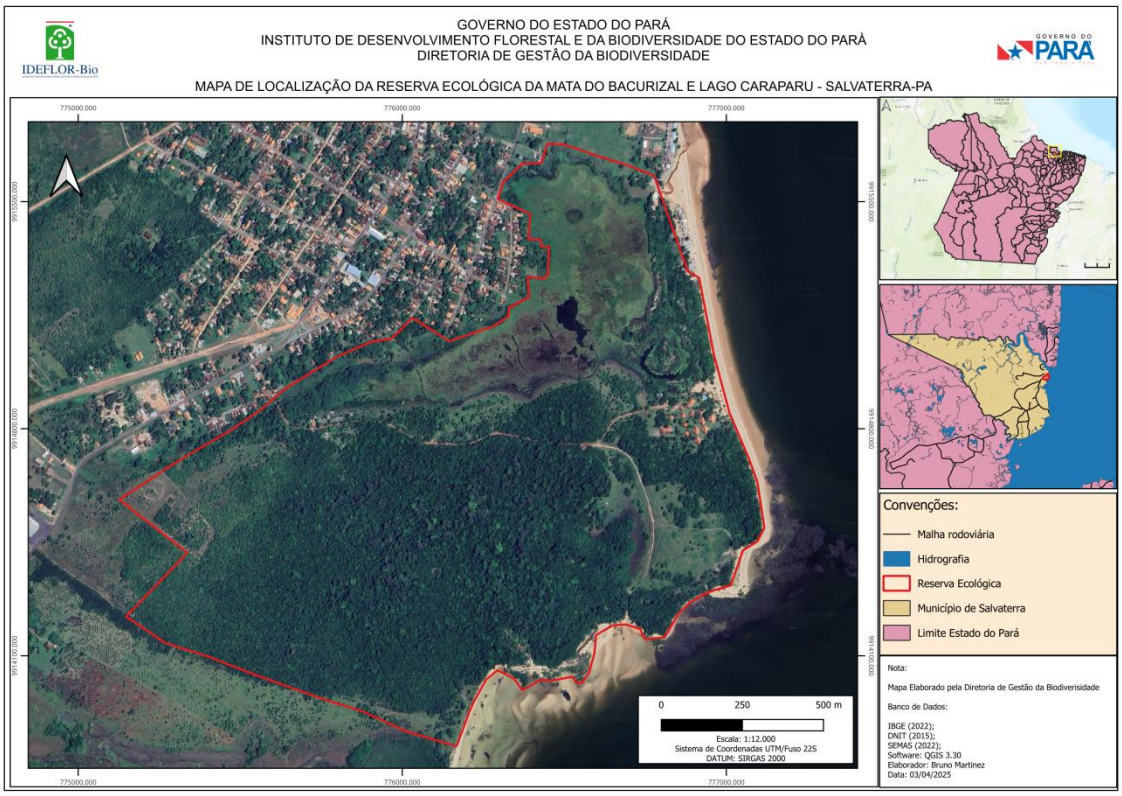
O IDEFLOR-Bio apresenta a proposta de definição da categoria de manejo por intermédio da reavaliação, para uma categoria do grupo de uso sustentável, considerando o potencial de desenvolvimento de atividades, sobretudo a pesca, a extração de frutos e sementes, em compatibilidade com a preservação do lago Caraparu e suas nascentes, espécies da fauna e flora endêmicas e a conservação do solo, além de garantir emprego e renda as comunidades locais por intermédio do ecoturismo.

Para a definição da categoria torna-se necessário, após a conclusão dos demais estudos de flora, fauna, vegetação, socioeconômico e situação fundiária, dimensionar a infraestrutura relacionada com a ocupação humana da área do entorno para garantir o cumprimento dos objetivos propostos.

4.1. LOCALIZAÇÃO E ACESSO

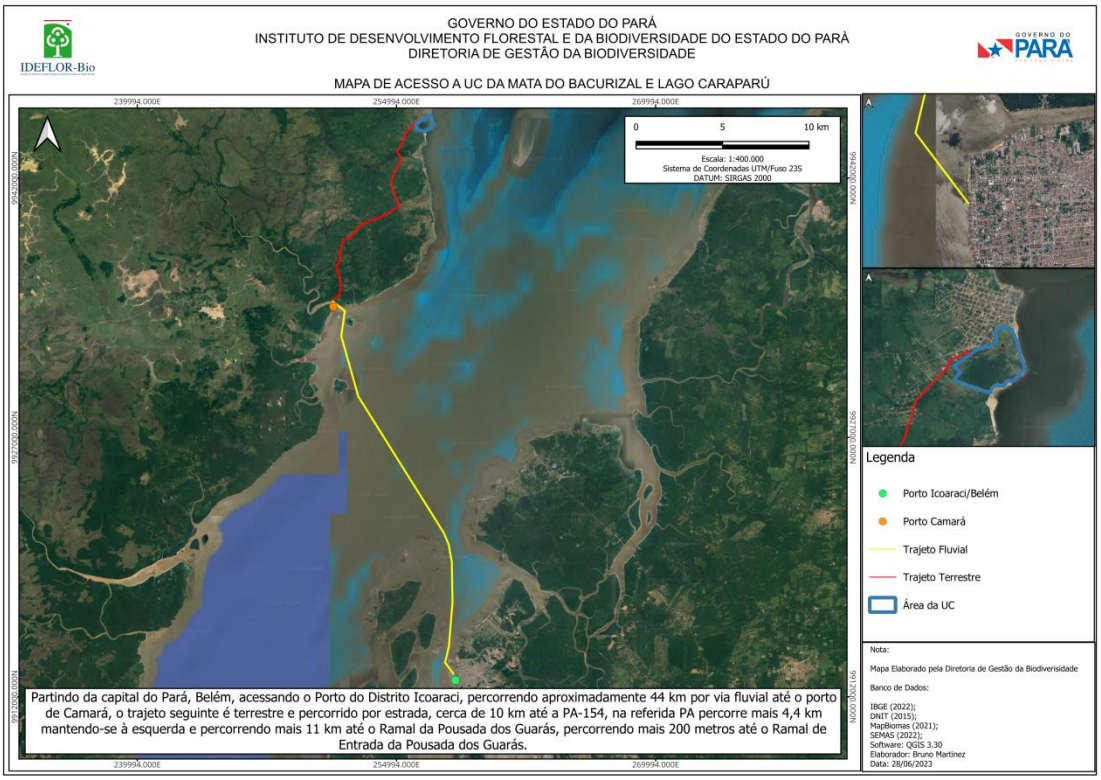
A Reserva Ecológica da Mata do Bacurizal fica localizada nas coordenadas geográficas 0°46' 8,82" S e 48°31'2,11" W, está situada no município de Salvaterra, estado do Pará, localizada na região de integração do Marajó, aproximadamente 90 km da capital Belém, a referida área faz divisa com o bairro Coqueirinho ao oeste, praia Grande e praia São João ao leste, ao norte com terras de domínio público e ao sul com a Fazenda Primavera (Figura 8).

Figura 8 - Mapa de localização da Mata do Bacurizal, município Salvaterra-PA



Fonte: IBGE, 2023. Elaboração DGBio/IDEFLOR-Bio, 2025.

Figura 9 - Mapa de acesso à área da unidade de conservação



Fonte: IBGE, 2023. Elaboração DGBio/IDEFLOR-Bio, 2023.

5. CARACTERIZAÇÃO DO 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 relacionado 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 3 (três) fases. Na primeira fase se estabeleceu a coleta de informações existentes sobre os temas relacionados com o meio físico e o município de Salvaterra, 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 do lago Caraparú.

Dentro dessa 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 à base de informações para os dados de temperatura do ar, precipitação, evaporação e etc., de acordo com a disponibilidade de dados a partir da estação automática de Soure.

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

O levantamento da hidrografia primeiramente foi realizado por meio 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 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.

Os solos foram analisados primeiramente por intermédio das bases vetoriais do BDIA-IBGE, posteriormente em campo por intermédio de pontos de sondagem, as informações foram validadas por intermédio da abertura de perfis.

Para a execução da segunda etapa que correspondeu aos trabalhos de campo, utilizou-se veículo do tipo motocicleta, onde se realizou os registros topográficos, abertura de horizontes no solo e georreferenciamento da paisagem, o objetivo é registrar algum tipo de característica relacionada aos temas do meio físico. Os registros focam principalmente nos rios, 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 consonância, 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, 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 (EMBRAPA, 2018).

O Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS é a organização sistemática e hierárquica, com a consolidação dos grupos taxonômicos, que expressam 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 (EMBRAPA, 2018).

O sistema de classificação hoje vigente é uma modificação do sistema americano proposto por Baldwuin et al. (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 (EMBRAPA, 2018).

A parte tridimensional que representa o solo é determinada de *pedon.* Este 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.

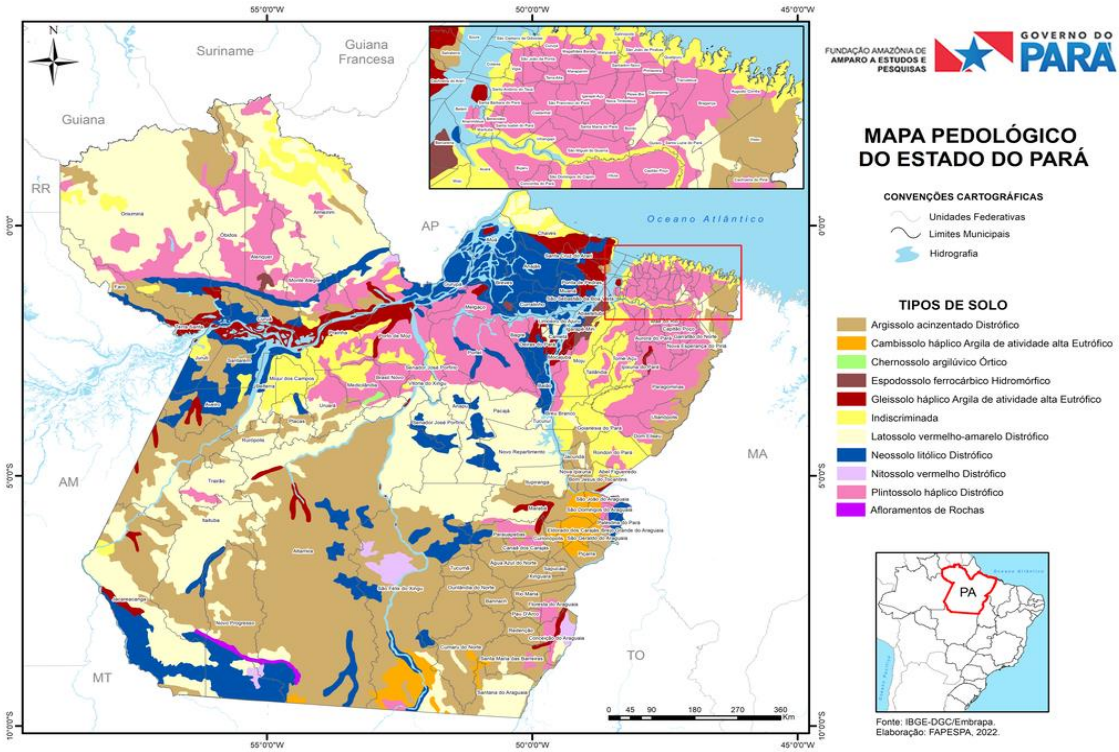
Os níveis categóricos adotados no SiBCS são seis: 1º nível categórico (ordens), 2º nível categórico (subordens), 3º nível categórico (grandes grupos), 4º nível categórico (subgrupos), 5º nível categórico (famílias) e o 6º nível categórico (séries), este último ainda carecendo de definição de conceitos.

Existem 13 classes de solos de 1° nível categórico (ordem), a saber: Argissolo com elemento formativo ARGI (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), Luvissolo 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 10 evidencia o panorama dos solos do Estado do Pará de acordo com o SiBCS.

Figura 10 - Mapa pedológico do estado do Pará



Fonte: FAPESPA (2022).

A classificação dos solos da Ilha do Marajó considera as unidades fisiográficas descritas por Buringh (1960), onde a classificação relaciona o solo com a geomorfologia das áreas, as unidades supracitadas são: planícies de inundação composta por solos de várzea e igapós e terraços fluviais com latossolos.

Os solos aluviais, hidromórfico indiscriminado e gleyzados com influência marinha, incluindo os solos halomórficos indiscriminados de mangues e os Neossolos Quartzarênicos

foram identificados na Planície Aluvial. Nos terraços fluviais foram identificados os Latossolos Amarelos nas áreas de Pediplano Pleistocênico.

Ainda se tratando das planícies aluviais e baixos terraços, registra-se a ocorrência de lagos de barragens sujeitas a inundações periódicas, como também depressões arenosas inundáveis.

Na porção norte-oriental, a planície aluvial apresenta a ocorrência de Latossolos Amarelos Distróficos, geralmente são de textura média, encontram-se associados em alguns casos a Neossolos Distróficos, em relevo plano e suave ondulado. É a principal classe de solo mais encontrada nas áreas de altitude mais elevada e também pode apresentar associação hidromórfica ou não.

Os Latossolos Amarelos Distróficos encontrados geralmente são de natureza não hidromórfica, profundos, bastante envelhecidos, ácido e de boa drenagem, a ocorrência é comum em Salvaterra, em áreas de capoeira e sua formação condiz com a litologia do Plioceno Barreiras, relevo plano e bem drenado.

No município de Salvaterra encontram-se também em maior proporção os solos da ordem dos Plintossolos de natureza hidromórfica, são solos altamente intemperizados, drenagem ora moderada e ora imperfeita, ácidos e com profundidade variável em função do lençol freático, são ricos em sesquióxido de ferro, pobres em húmus, apresenta mosqueados vermelho-acinzentado, podendo apresentar concreções. O horizonte B é chamado de horizonte plíntico, é comum nas várzeas das ilhas.

Foram encontradas associações de Plintossolos Háplicos Distrófico com drenagem restrita, com horizonte plíntico com mosqueados ou variegadas, com tons que vão de vermelho a acinzentado, o manejo agrícola é dificultoso, necessitando de controle da dinâmica hídrica, provocando o endurecimento da plintita.

Da classe dos solos considerados halomorfos foram encontradas associações de Gleissolo Tiomórfico Órtico e Gleissolo Háplico Tb Eutrófico em áreas com influência salina próxima ao litoral (alta saturação de sódio). Existem os solos indiscriminados de mangue, esses estão associados à Gleissolos poucos húmicos, eutróficos, distróficos e aos Neossolos (Furtado et al., 2010).

Os solos da ordem dos Gleissolos são solos hidromórficos indiscriminados e gleyzados, com perfis com grande variação de profundidade, textura argilosa, a matéria orgânica está total ou parcialmente decomposta, pouco evoluído, pouco poroso, ácido, com

baixa capacidade de troca de cátions e saturação de bases, são representados pelos solos de mangue (Corrêa, et al., 1974).

As classes de solos do município de Salvaterra e suas as associações de solo estão representadas na Tabela 1 e Figura 11.

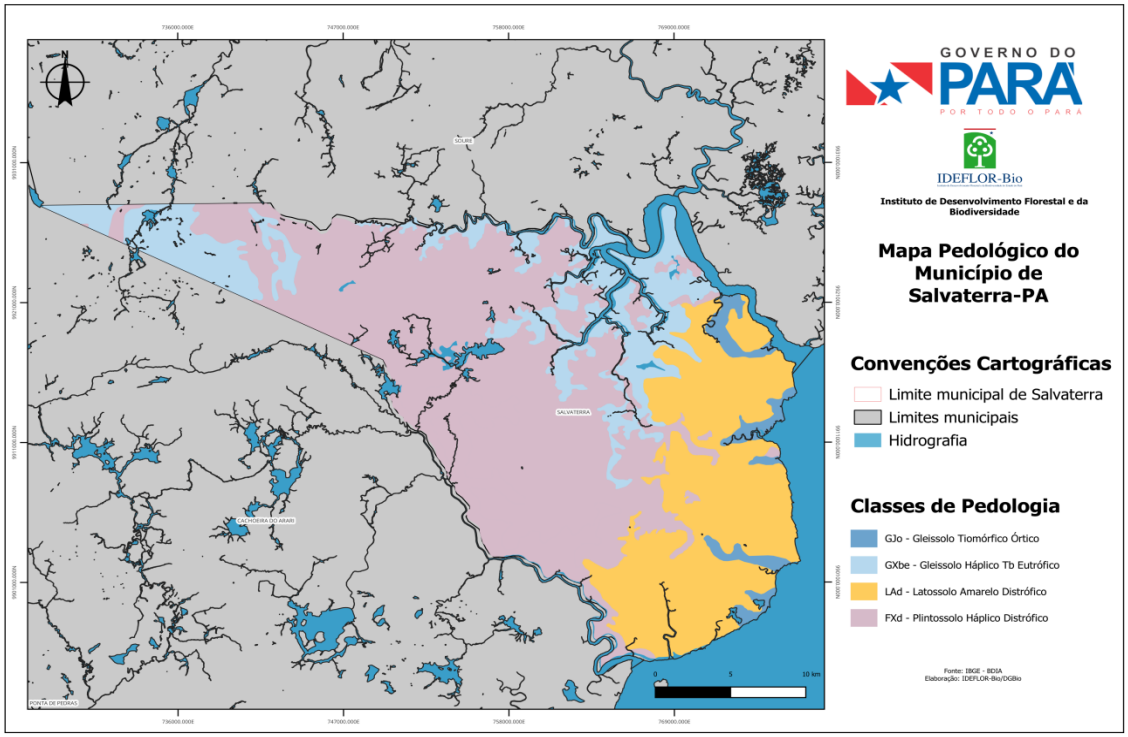
Tabela 1 - Associações de Solo do município de Salvaterra até o 3º nível categórico.

LAd	**Latossolos** Latossolo Amarelo Distrófico. Textura média e areia, quartzoso. Relevo suave ondulado.
FXd	**Plintossolos** Plintossolo Háplico Distrófico. Textura indiscriminada e neossolos distróficos. Relevo plano.
GJo	**Gleissolos** Gleissolo Tiomórfico Órtico. Textura indiscriminada, solo aluvial. Relevo plano.
GXbe	**Gleissolos** Gleissolo Háplico Tb Eutrófico. Textura argilosa, solo aluvial. Relevo plano.

Fonte: Embrapa, 2018.

Os mapas pedológicos do município de Salvaterra e da área proposta para a reavalição da unidade de conservação da Mata do Bacurizal e do lago Caraparú foram elaborados com base nos levantamentos do IBGE e seu BDIA. O mapa apresentado na Figura 10 mostra as classes de solos e a distribuição destes no município de Salvaterra.

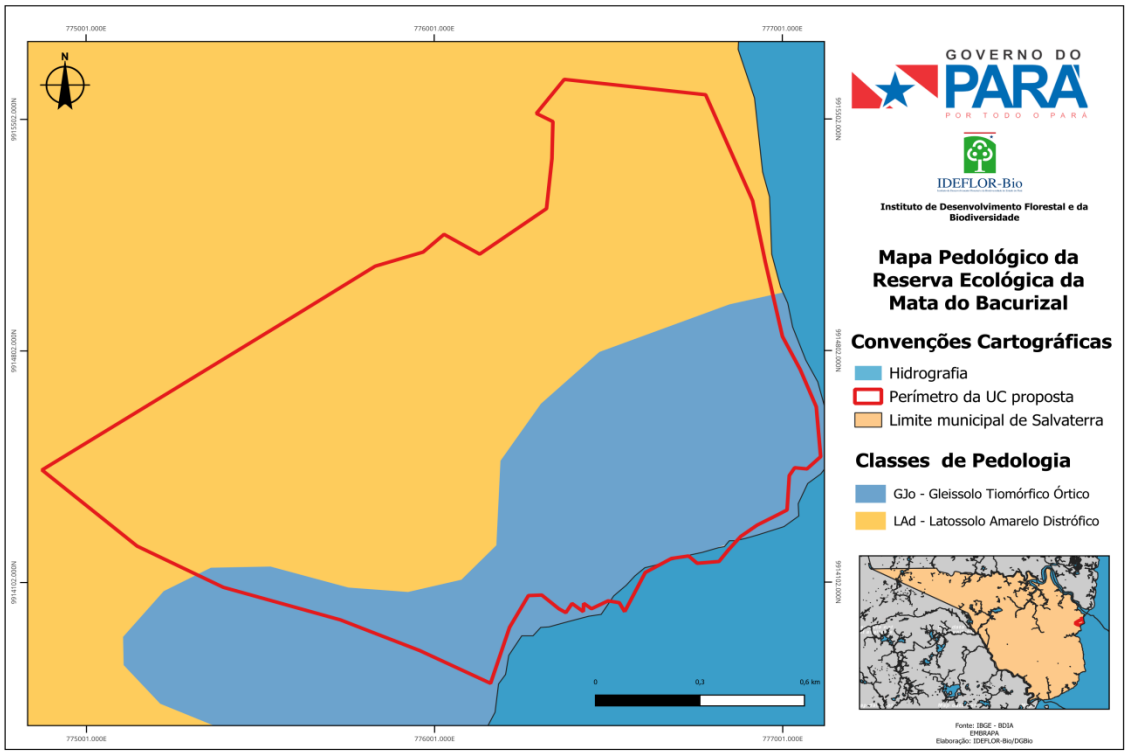
Figura 11 - Mapa pedológico do município de Salvaterra



Fonte: BDIA-IBGE, 2023. Elaboração, DGBIO/ IDEFLOR-Bio, 2023.

Na área proposta para criação da unidade de conservação predominam os Gleissolos Tiomórficos Órtico, com textura argilosa e presente em relevo plano. Seguidos pelo Latossolo Amarelo Distrófico, textura média, encontrado em relevo suave ondulado (Figura 12).

Figura 12 - Mapa pedológico da área proposta para a reavalição.



Fonte: BDIA-IBGE, 2023. Elaboração DGBIO/IDEFLOR-Bio, 2023.

5.3. TOPOGRAFIA

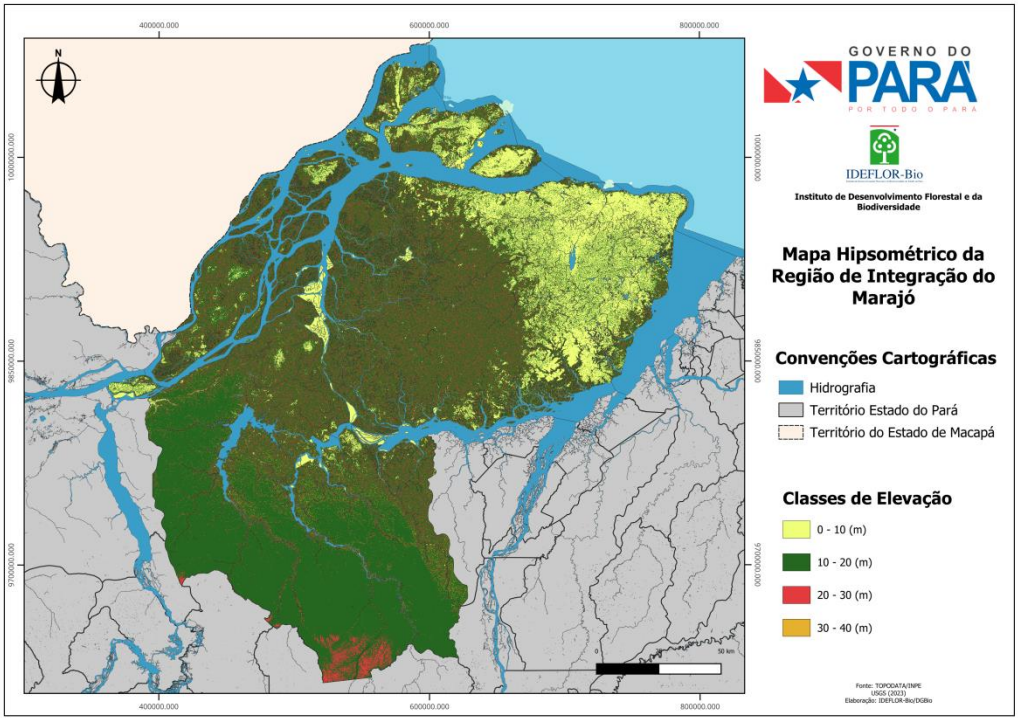
A topografia do município de Salvaterra está representada por uma superfície pediplanada e possui um relevo de degradação, com ocorrência principalmente na margem esquerda do rio Paracauari. Este tipo de relevo possui suaves ondulações que representam a porção mais elevada da região, com ocorrências de falésias na costa, sendo bem perceptível desde a vila de Joanes até a cidade de Salvaterra (Ribeiro, 2017).

O município de Salvaterra é tipicamente plano, com relevo suave (planaltos), com cenários contrastantes entre as planícies sujeitas as inundações periódicas aproximadas de seis meses ou mais por anos e terras ligeiramente mais elevadas, com cotas médias de 12 m (Teixeira; Costa, 1992).

Os mapas hipsométricos (Figuras 13, 14 e 15) mostram as classes de altimetria da Região de Integração do Marajó, município de Salvaterra e da área proposta para a reavalição.

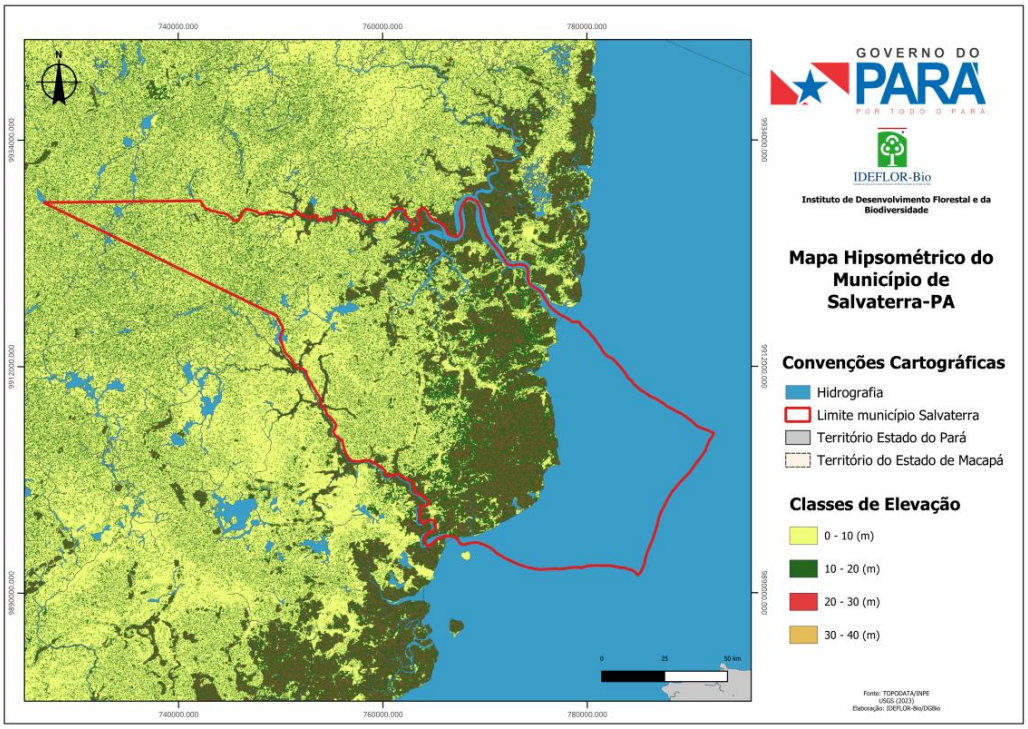
Os mapas foram elaborados a partir dos dados da *United States Geological Survey* (USGS, 2018).

Figura 13 - Mapa hipsométrico da Região de Integração do Marajó



Fonte: United States Geological Survey - USGS, 2023. Elaboração DGBIO/IDEFLOR-Bio, 2023.

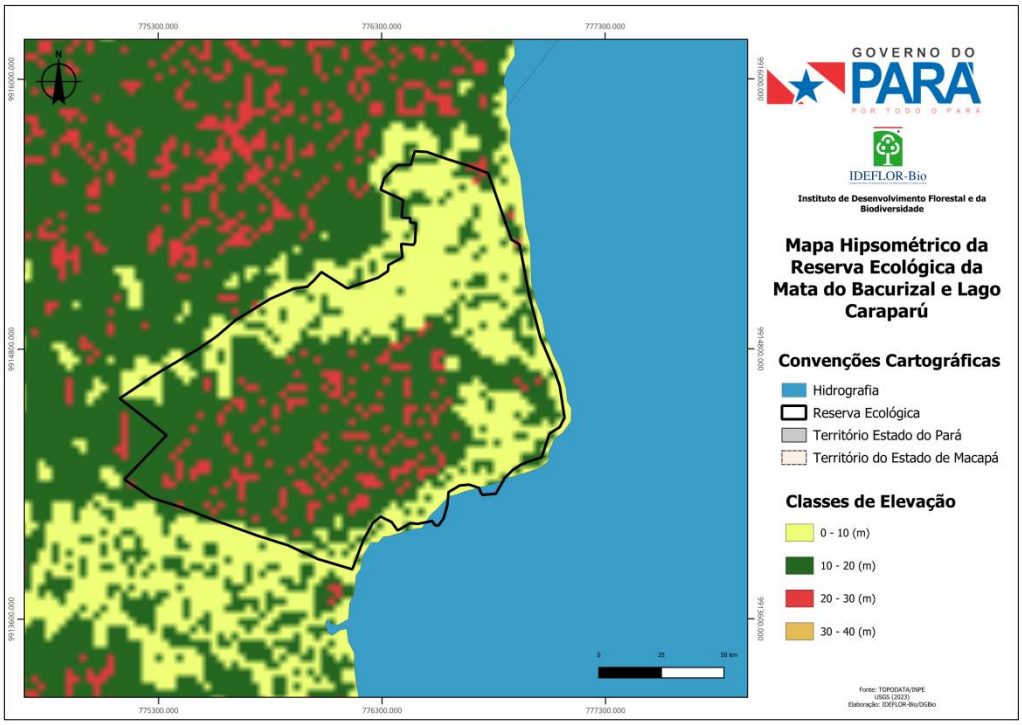
Figura 14 - Mapa hipsométrico do município de Salvaterra.



Fonte: United States Geological Survey - USGS, 2023. Elaboração DGBIO/IDEFLOR-Bio, 2023.

Boa parte da área a ser categorizada (Figura 15) apresenta relevo plano (0-3%) a suave ondulado (3-8%), onde as altitudes variam respectivamente de 0-10 metros e 10-30 metros.

Figura 15 - Mapa hipsométrico da Reserva Ecológica da Mata do Bacurizal.

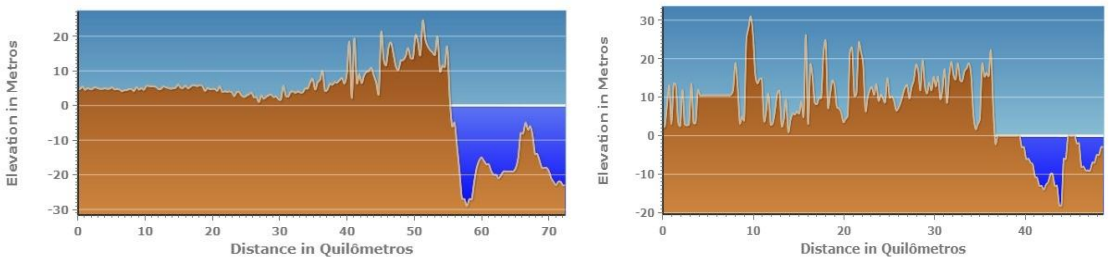


Fonte: United States Geological Survey - USGS, 2023. Elaboração DGBIO/IDEFLOR-Bio, 2023.

O perfil de elevação é uma representação gráfica do terreno, seu principal objetivo é auxiliar a análise do relevo de uma determinada área, sua morfometria e sua interpretação. O perfil de elevação também pode ser entendido basicamente como a mostra da seção transversal do horizonte do solo, com foco na demonstração do relevo, possibilitando o cálculo de desnível, altitude máxima e mínima.

O perfil de elevação do município de Salvaterra foi extraído primeiramente no sentido transversal e posteriormente no sentido longitudinal. Os dados foram retirados do portal do Serviço Geológico do Brasil (SGB).

Figura 16 - Perfil de elevação transversal e longitudinal do município de Salvaterra



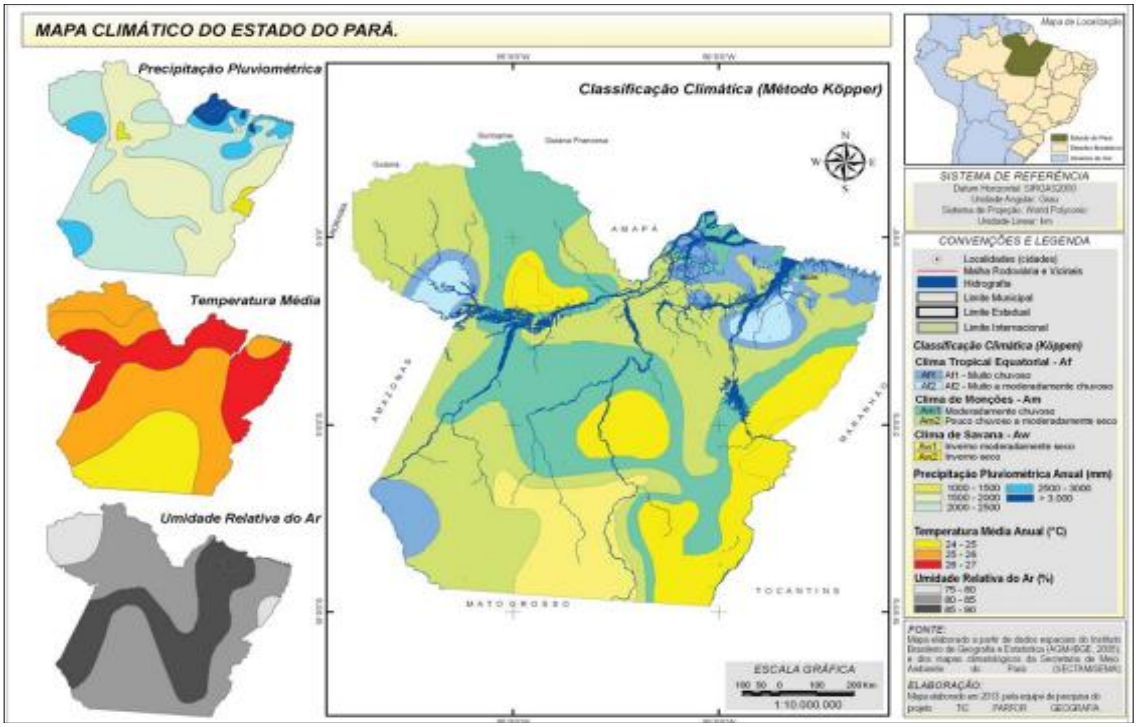
Fonte: CPRM, 2023.

5.4. CLIMA

5.4.1. Classificação climática segundo Köppen e Thornthwaite

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% 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., 2014).

Figura 17 - Condições climáticas do Estado do Pará.



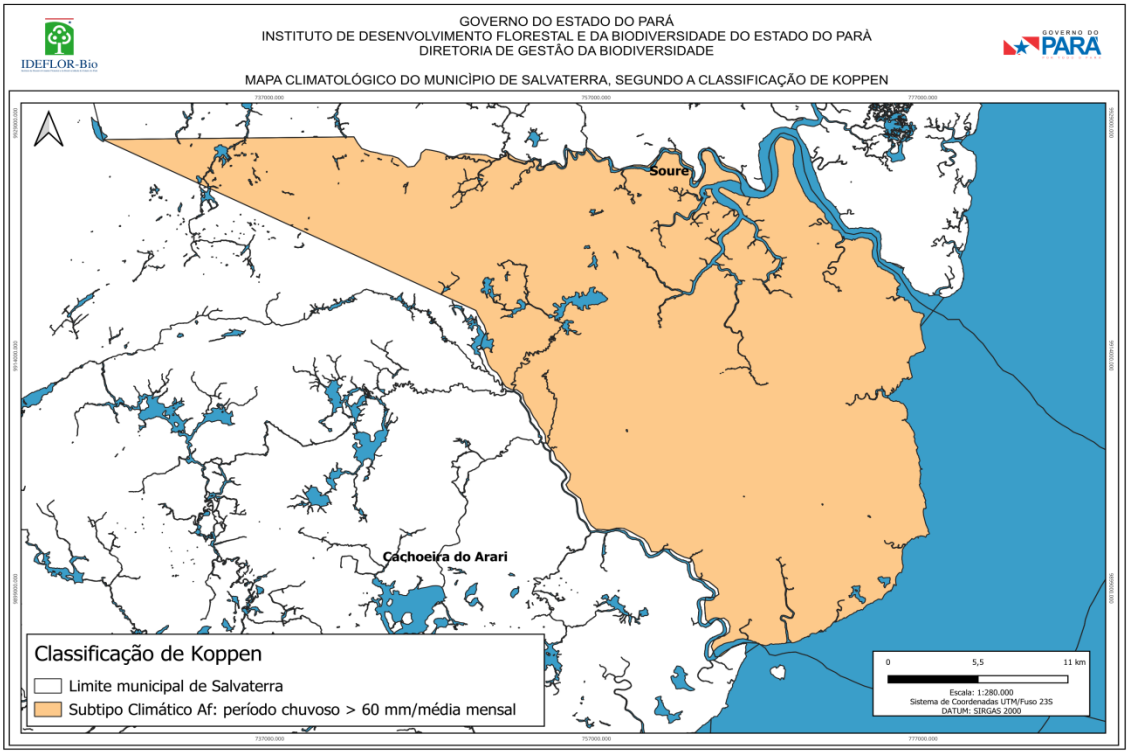
Fonte: LUZ et al. (2023).

A classificação de Köppen classifica o clima de acordo com dados de temperatura anual, temperatura média do mês mais frio e precipitação anual. Na Região de Integração do

Marajó as subclassificações verificadas são: Af e Am, no município de Salvaterra o tipo predominante é o Af (clima tropical úmido), com o mês mais seco tendo uma precipitação média maior ou igual a 60 mm.

O clima equatorial úmido é caracterizado por temperatura mima de 18º C e máxima de 36º C, com temperatura média de 27º C, com concentração da pluviosidade elevada nos primeiros meses do ano (IDESP, 1974).

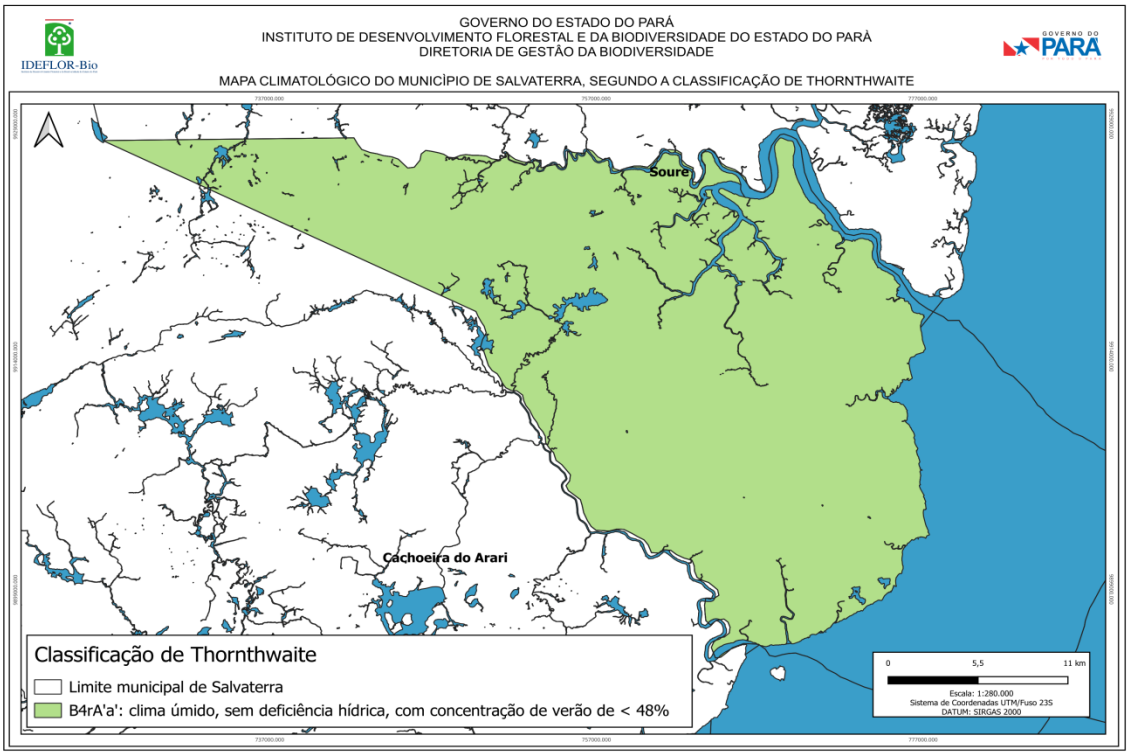
Figura 18 - Mapa climatológico de Salvaterra, segundo a classificação de Köppen.



Fonte: IDESP, 1974. Elaboração, DGBIO, 2023.

A classificação do clima segundo Thornthwaite (Figura 19) é baseada com os índices de umidade, aridez e eficiência térmica, que são produtos diretos da precipitação e temperatura. Na região de Integração do Marajó os climas encontrados foram o B2rA'a'; BjTAra; e B4rA'a'. O tipo climático B4rA'a' é a representação do clima úmido, com pequena ou nenhuma deficiência de água, megatérmico com concentração de verão sempre inferior a 48%.

Figura 19 - Mapa climatológico de Salvaterra, segundo a classificação de Thornthwaite.



Fonte: Lima et al., 2005. Elaboração DGBIO/IDEFLOR-Bio, 2023.

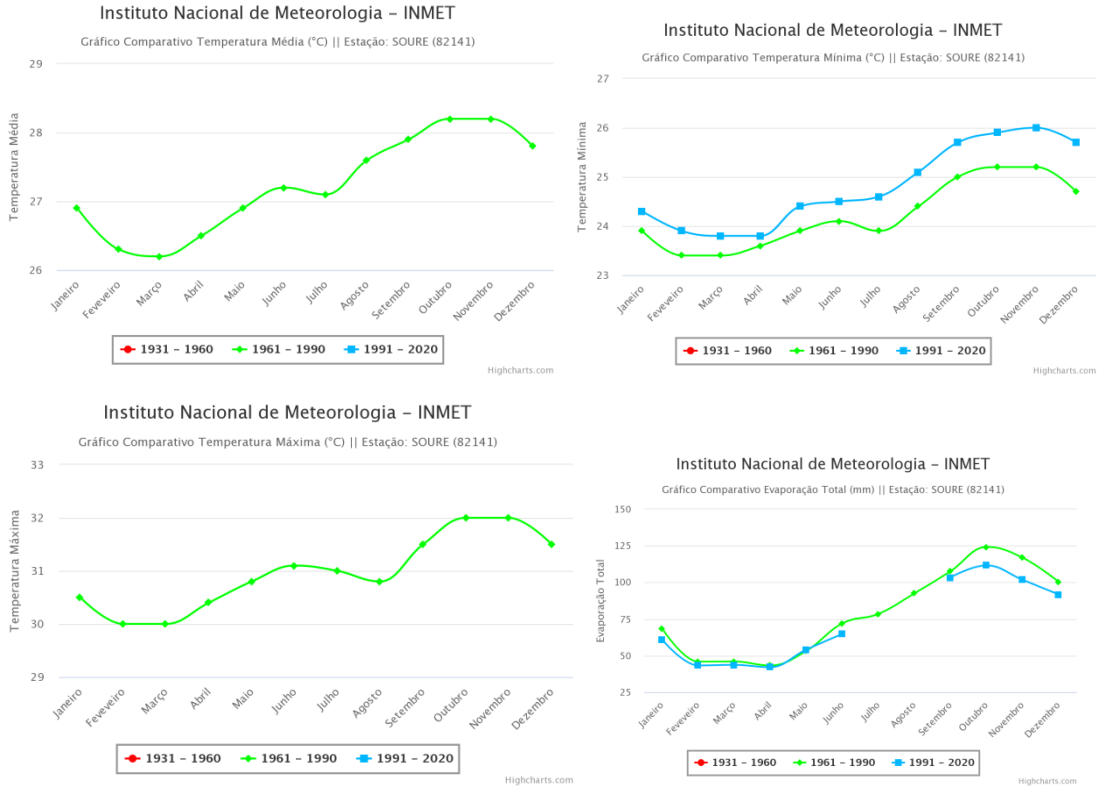
5.4.2. Dados Meteorológicos e Climáticos da Estação Automática de Soure

Todos os dados e informações apresentadas a seguir foram extraídos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), por intermédio de sua Estação Meteorológica de Soure (82141) e a Estação Automática de Soure (A227), dada as suas proximidades e semelhança climática, os parâmetros coletados podem ser utilizado com elevada precisão.

A estação meteorológica (82141) possui registro de operação que abrange o período de 01/01/1931 a 31/12/1960, de 01/01/1061 a 31/12/1990 e 01/01/1991 a 31/12/220, registra-se que foram coletados os parâmetros meteorológicos disponíveis até 2020 e incluem todos os parâmetros meteorológicos disponíveis em forma de gráfico (Figura 20). 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 (A227) só apresenta valores anuais completos até o ano de 2019, portanto este ano será utilizado como parâmetro meteorológico.

Figura 20 - Dados Meteorológicos da Estação de Soure para a Temperatura Média, Temperatura Mínima, Temperatura Máxima e Evaporação.



Fonte: INMET, 2023. Elaboração IDEFLOR-Bio/DGBio, 2023.

Figura 21 - Dados Meteorológicos da Estação Soure (2019), para os parâmetros de temperatura, precipitação, umidade e pressão

Temperatura **Precipitação**

Umidade

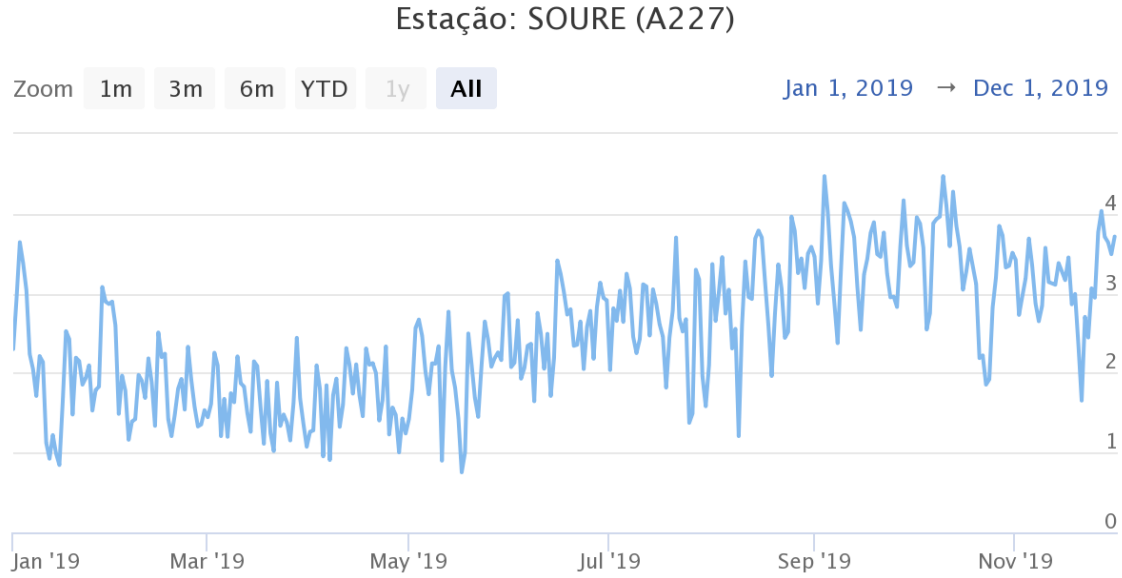
Pressão

Fonte: INMET, 2023. Elaboração DGBio/IDEFLOR-Bio, 2023.

Figura 22 - Dados Meteorológicos da Estação Soure (2019), ponto de orvalho, radiação e velocidade do vento

Ponto de Orvalho

Radiação



Velocidade do Vento

Fonte: INMET, 2023. Elaboração DGBio/IDEFLOR-Bio, 2023.

As Figuras 20, 21 e 22 em conjunto com os estudos de Lima et al. (2005), servem de subsídio para as discussões a seguir.

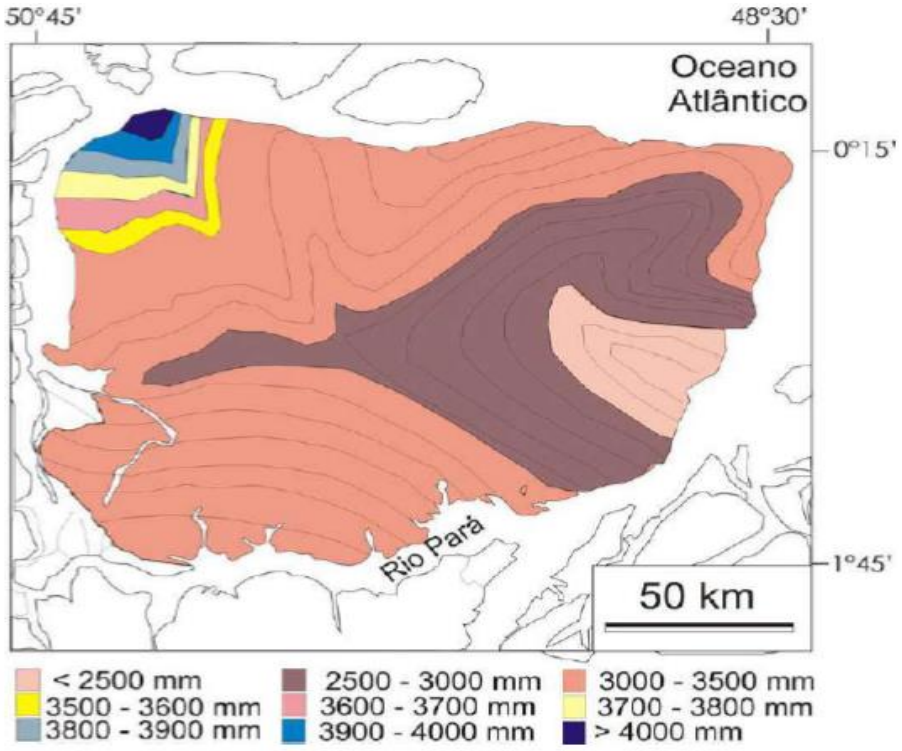
5.4.2.1. Pluviometria

A pluviometria do município de Salvaterra para o ano de 2019 de acordo com os dados da estação (Figura 21), registrou índices de variação máxima de 447 mm no mês de março até 4,4 mm no mês de outubro. Na estação mais chuvosa entre os meses de dezembro a maio denominado de inverno Amazônico, registrou-se chuvas persistentes em praticamente todos os dias; o período com os menores índices vão de junho a novembro denominado de verão Amazônico, nesse período os menores índices de chuva foram encontrados nos meses de setembro 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 (Lima, et al., 2005).

Os estudos de Lima et al. (2005) evidenciam que o deslocamento sentido Norte-Sul e Leste-Oeste, aumenta a média anual de precipitação pluviométrica, com amplitude máxima de 4.000 mm ao norte do município de Afuá (norte do arquipélago) e este aumento progressivo é proporcional a proximidade da linha do Equador e condiciona a transição das áreas de campos naturais para a floresta.

Figura 23 - Mapa de precipitação pluviométrica anual (mm) do arquipélago do Marajó.



Fonte: Lima, et al. (2013).

5.4.2.2. Temperatura do Ar

Segundo os dados da estação de Soure (Figura 21) a temperatura média é de aproximadamente 26ºC, apresentando pouca variação mensal e anual, os limites médios mensais estão entre 24ºC e 28ºC, com variações diárias importantes, por exemplo, com a queda da temperatura durante a noite, sendo que as temperaturas mais baixas são registradas nas zonas de mata e a temperatura mais alta nos campos gerais.

Os estudos de Lima et al. (2005), evidenciou temperaturas de 27,3ºC na região oriental do arquipélago do Marajó, na região dos campos de natureza e 25,7ºC na região ocidental de matas, evidenciando que a vegetação exerce forte influência na variação da temperatura.

5.4.2.3. Evaporação

De acordo com a Figura 20, a evaporação é crescente ao decorrer do ano e seus valores se concentram nos meses de estiagem e decresce nos meses do chamado inverno Amazônico. De acordo com os estudos de Lima et al. (2005), as maiores faixas de evaporação se encontram em áreas de campo e decrescem para as áreas de mata, a presença de vegetação pode provocar uma variação de até 800 mm ao ano.

5.4.2.4. Vento

De acordo com a Figura 22, o município de Salvaterra apresenta velocidade do vento de superfície máximo com índice de 4,2 m/s e mínimo de 0,9 m/s. Segundo Lima et al. (2005), a velocidade máxima dos ventos é constatada na região dos campos gerais e a velocidade cai na zona das matas, supõe-se que os ventos precedentes do Oceano Atlântico, mais fortes, encontram como barreira natural a vegetação, gerando queda de velocidade e tomando como direção Leste-Oeste do arquipélago.

5.4.2.5. Umidade Relativa

De acordo com a Figura 21, a umidade relativa do ar é muito alta o ano todo, concentra seus maiores índices nos meses do inverno Amazônico, com índices médios acima de 80%, com variação máxima de 92% em maio e mínima de 69% em novembro. A vegetação exerce maior influência em zonas de mata, com índices menores nas zonas de transição entre a mata e o campo, enquanto que a região oriental com menor aumento é influenciada pelos ventos litorâneos.

Devido à falta de dados de operação da estação, não foi possível obter a Normal Climatológica, pois segundo a Organização Meteorológica Mundial - OMN, os valores médios dos dados climatológicos devem ser calculados com base em coletas consecutivas de 30 anos.

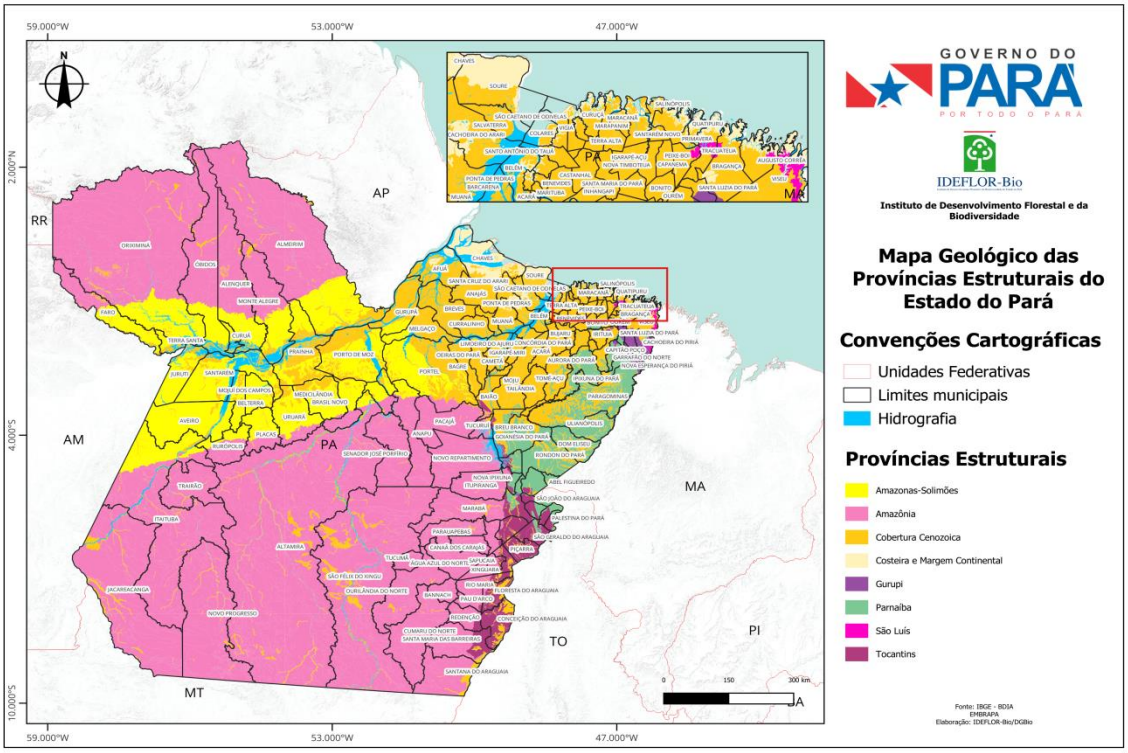
5.5. GEOLOGIA

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 23), a saber: Amazônia-Solimões, Amazônia, Cobertura Cenozóica, Costeira e Margem Continental, Gurupi, Parnaíba, São Luís e Tocantins.

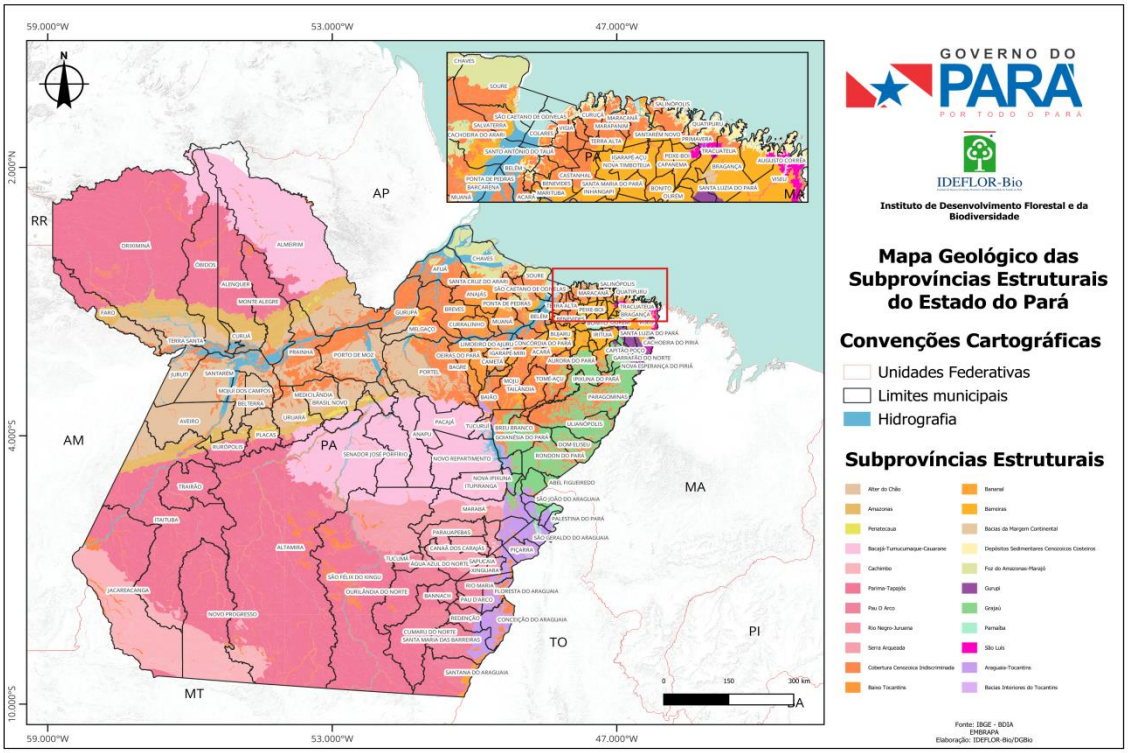
As subprovíncias estruturais (Figura 25) são: Parima-Tapajós, Pau D’arco, Serra Arqueada, Baixo Tocantins, Barreiras, Cobertura Cenozóica Indiscriminada, Foz do Amazonas-Marajó, Gurupi, Grajaú, Parnaíba, Araguaia-Tocantins, Alter do Chão, Amazonas, Bacajá-Tumucumaque-Cauarane, Cachimbo, Bacias da Margem Continental, Depósitos Sedimentares Cenozóicos Costeiros, São Luís, Bananal, Bacias Interiores do Tocantins, Penatecaua, e Oiapoque.

Figura 24 - Mapa geológico das províncias estruturais do Estado do Pará.



Fonte: IBGE, 2023. Elaboração DGBio/IDEFLOR-Bio, 2023.

Figura 25 - Mapa geológico das subprovíncias estruturais do Estado do Pará



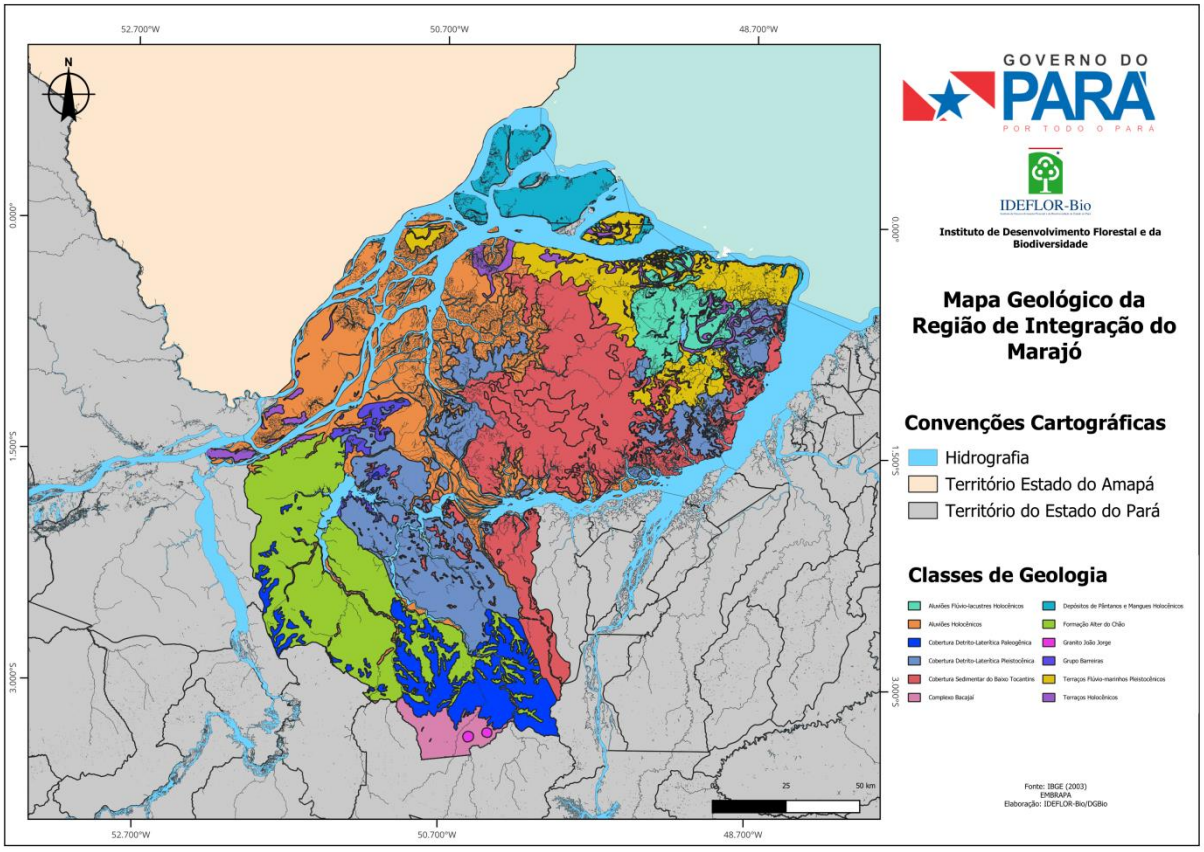
Fonte: IBGE, 2023. Elaboração DGBio/IDEFLOR-Bio, 2023.

Os mapas geológicos da Região de Integração do Marajó e do município de Salvaterra foram elaborados de acordo com as bases vetoriais do IBGE (2023).

O mapa geológico da Região de Integração do Marajó (Figura 26) mostra as seguintes unidades litológicas: Aluviões Holocênicos, Aluviões Flúvio-lacustres Holocênicos, Depósitos de Pântanos e Mangues Holocênicos, Terraços Holocênicos, Terraços Flúvio-marinhos Pleistocênicos, Cobertura Detrito-Laterítica Paleogênica, Cobertura Detrito-Laterítica Pleistocênica, Cobertura Sedimentar do Baixo Tocantins Complexo Bacajaí, Grupo Barreiras, Formação Alter do Chão e Granito João Jorge. Na área proposta para criação da unidade de conservação são encontradas as seguintes unidades litológicas (Figura 27), a saber: Aluviões Flúvio-lacustres Holocênicos, Terraços Holocênicos, Cobertura Detrito-Laterítica Pleistocênica, Cobertura Sedimentar do Baixo Tocantins e Cobertura Sedimentar do Baixo Tocantins.

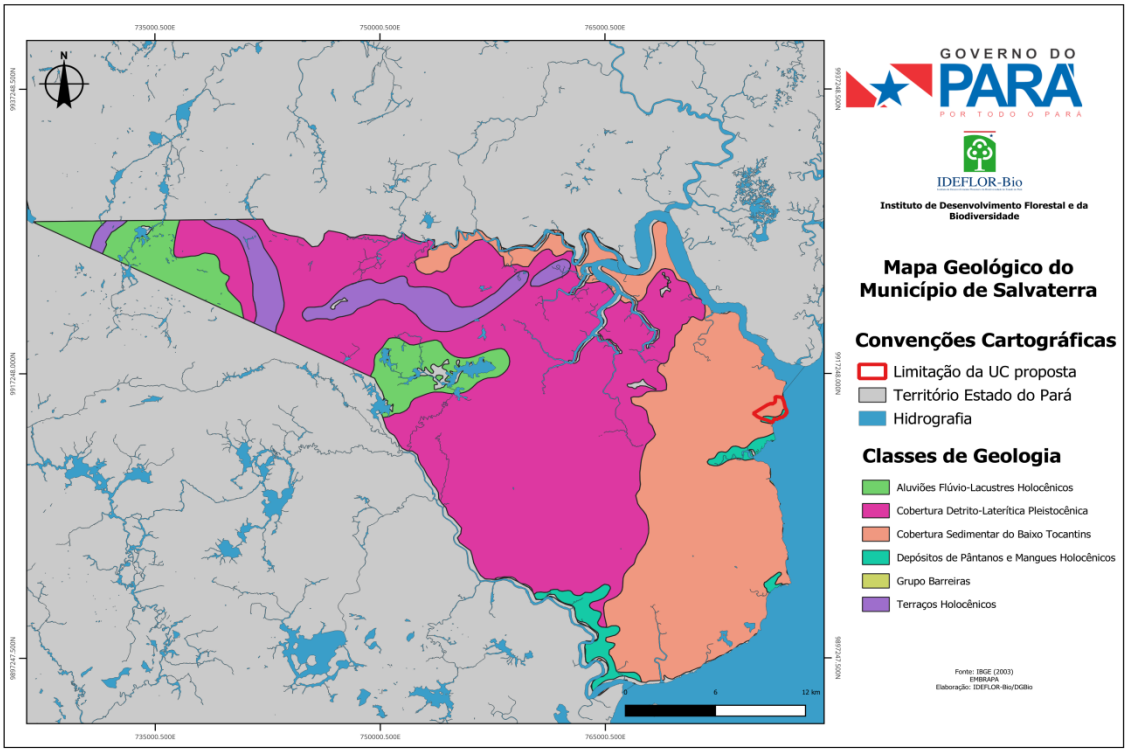
A área proposta para a unidade de conservação apresenta as seguintes unidades litológicas: Cobertura Sedimentar do Baixo Tocantins, Depósitos de Pântanos e Mangues Holocênicos e Grupo Barreiras.

Figura 26 - Mapa geológico da Região de Integração do Marajó.



Fonte: IBGE, 2023. Elaboração DGBio/IDEFLOR-Bio, 2023.

Figura 27 - Mapa geológico do município de Salvaterra



Fonte: IBGE, 2023. Elaboração DGBio/IDEFLOR-Bio, 2023.

A estrutura geológica do município encontra-se situada entre duas bacias sedimentares, sendo elas: (1) a bacia sedimentar da Foz do Amazonas (porção norte/nordeste do município) e (2) a bacia sedimentar de Marajó (encontrada nas demais localidades do município). As formações são compostas por sedimentos relativos a aluviões atuais e terraços mais antigos do holoceno e seguindo a escala de tempo geológico essa estrutura é datada do cenozóico.

Segundo Rosseti (2001), a estratigrafia Cenozóica da Bacia Sedimentar do Marajó oriental é composta pelos grupos Pirabas (Oligoceno Superior ao Mioceno Inferior), Barreiras (Mioceno Médio ao Superior) e Pós-Barreiras (Plioceno Superior ao Holoceno Inferior).

O Grupo Barreiras/Pós-Barreiras constitui o Planalto Rebaixado da Amazônia e aflora em Salvaterra, ao sul da foz do rio Paracauari, formando falésias de até 20m de altura. Ao Norte desta foz, os afloramentos diminuem de altura e desaparecem sob os sedimentos (França, 2003).

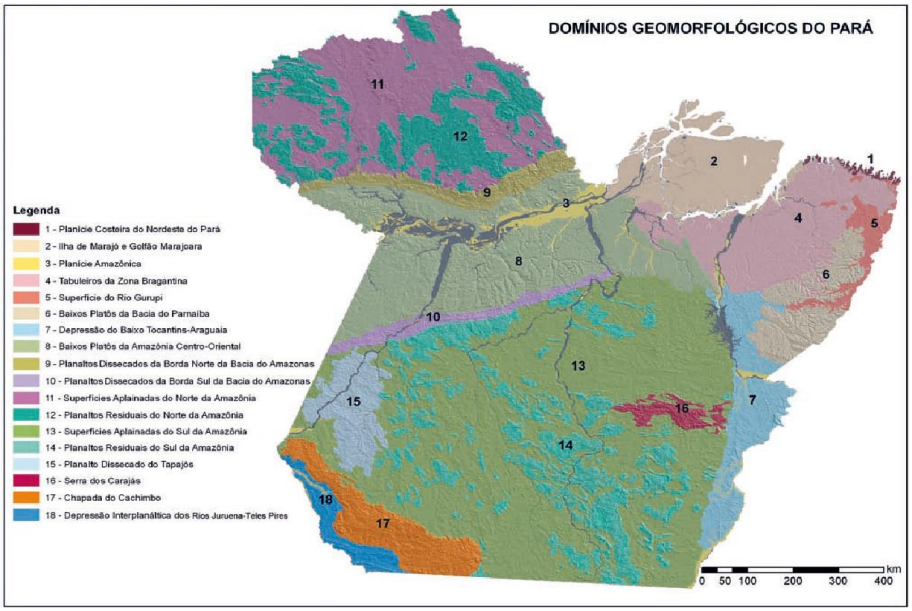
5.6. GEOMORFOLOGIA

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 28).

Figura 28 - Domínios geomorfológicos propostos para o Estado do Pará.



Fonte: Dantas e Teixeira (2013).

A geomorfologia do município de Salvaterra está nos domínios da Ilha do Marajó Golfão Marajoara.

A geomorfologia da Região de Integração do Marajó inclui a presença do Planalto Rebaixado da Amazônia também chamado de Pediplano Pleistocênico, abrangendo todo

Centro-Sul, formado pelos sedimentos terciários e quaternários do Grupo Barreiras/Pós-Barreiras. Essa unidade faz parte dos planaltos rebaixados ou dissecados, relevo suavemente ondulado, com níveis de baixos platôs com altitude entre 6 e 20 metros(Barbosa et al.,1974; Bemerguy, 1981; Valeriano, Rossetti, 2007).

A parte Centro-Ocidental onde se insere o município de Salvaterra se constitui geomorfologicamente como o Golfão Marajoara, com a forma de um terraço, mantido por lateritas, grande parte da ilha existe desde o Pleistoceno médio (Martins, 2010).

Segundo os estudos de Valeriano e Rossetti (2007), a planície Amazônica é composta de sedimentos holocênicos arenosos e lamosos, que fazem correspondência a um relevo plano, com sua gradiente topográfico e altitudes entre 2 e 6 metros, com planícies inundáveis coberta por campos gerais e mangue. A divisão em zonas com influência fluvial, sendo as planícies fluviais colmatadas ou planície aluvial, com zonas de influência estuarina e marinha, relativas à planície fluviomarinha ou planície costeira.

De acordo com Bemerguy et al. (2003), a evolução do arquipélago do Marajó é vinculada à movimentação transtensiva do Terciário Superior, que se prolongou até o Quaternário, e controlou a estruturação e organização da paisagem.

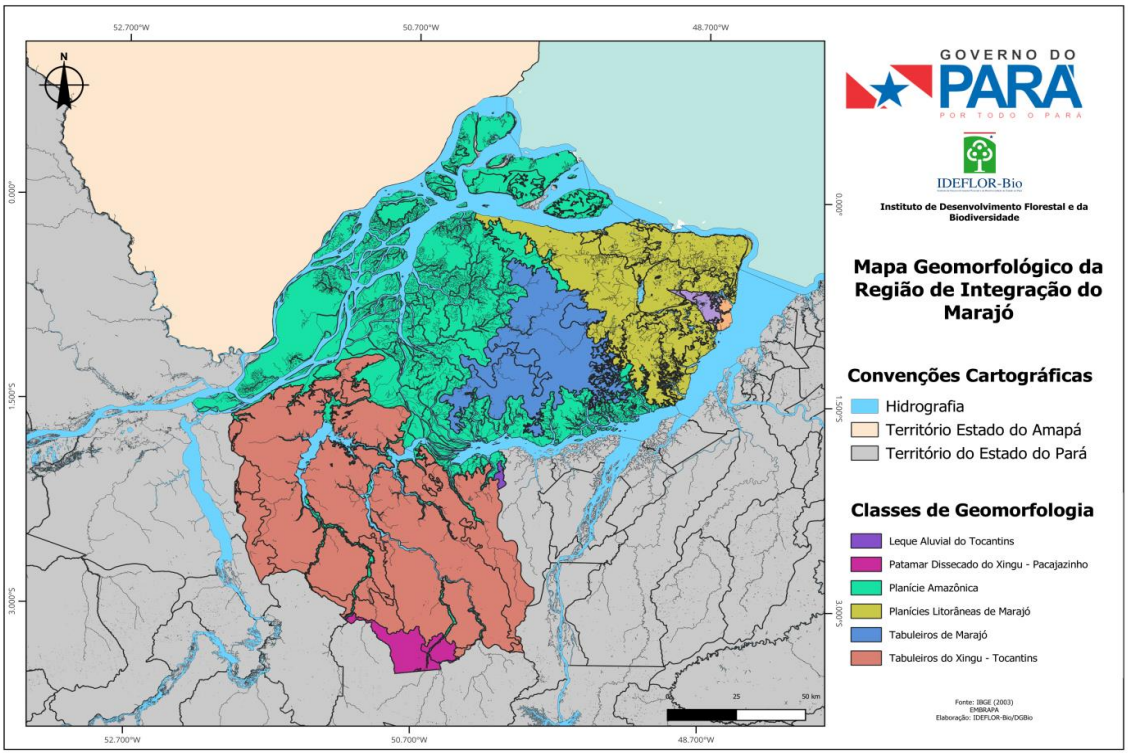
Segundo o autor Carmena et al. (2010), o Arquipélago do Marajó é dividido em quatro unidades, proporcionado por características morfoestruturais e a hidrodinâmica, são eles: 1) região deltaica ocidental ou dos Furos de Marajó; 2) região estuarina setentrional sob influência do rio Amazonas; 3) região central sob influência de regimes flúvio-lacustres; e 4) região estuarina sul-oriental sob influência do rio Pará/baía de Marajó.

O trabalho de Barbosa et al. (1974) subdivide a Ilha de Marajó em três feições geomorfológicas distintas: no centro o Pediplano Pleistocênico, a leste planícies colmatadas e a oeste uma extensa região ainda em processo de colmatagem.

Segundo os dados levantados no BDIA do IBGE (2023), a região de Integração do Marajó apresenta as feições geomorfológicas: Leque Aluvial do Tocantins, Patamar Dissecado do Xingu - Pacajazinho, Planície Amazônica, Planícies Litorâneas de Marajó, Tabuleiros de Marajó e Tabuleiros do Xingu - Tocantins (Figura 28).

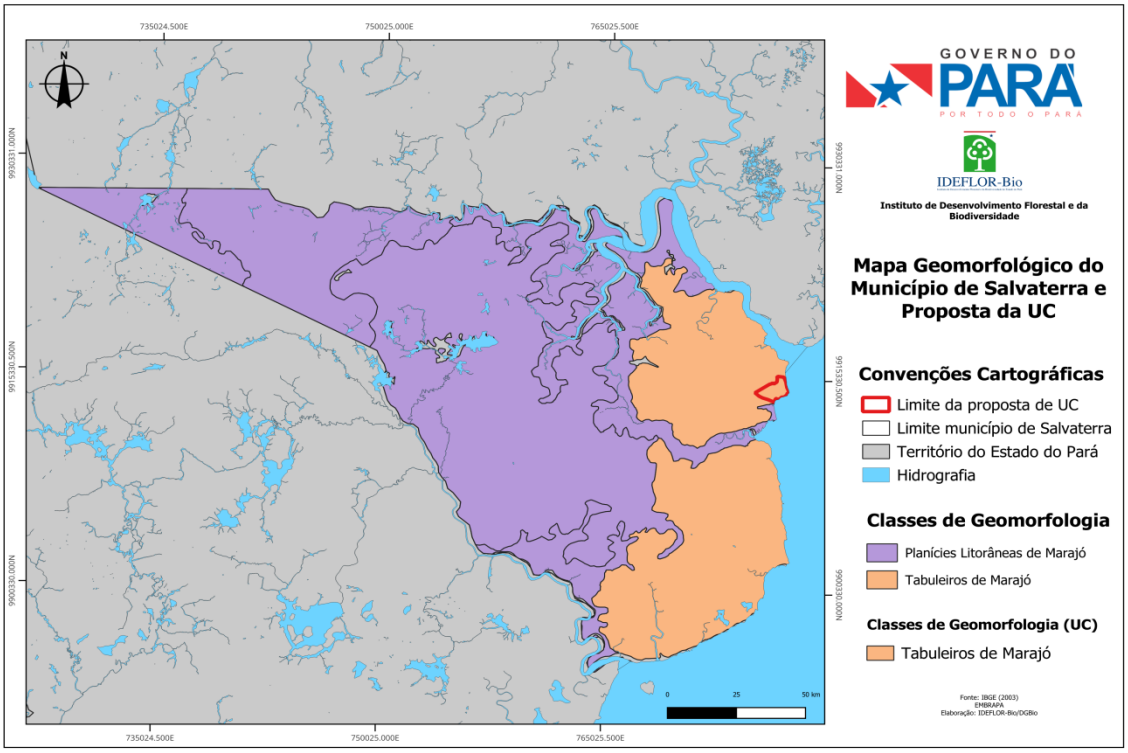
Seguindo a mesma metodologia de levantamento do IBGE (2023), o município de Salvaterra (Figura 30) apresenta as seguintes unidades: Planícies Litorâneas de Marajó e Tabuleiros de Marajó.

Figura 29 - Mapa geomorfológico da Região de Integração do Marajó.



Fonte: Fonte: IBGE, 2023. Elaboração DGBio/IDEFLOR-Bio, 2023.

Figura 30 - Mapa geomorfológico do município de Salvaterra.



Fonte: Fonte: IBGE, 2023. Elaboração DGBio/IDEFLOR-Bio, 2023.

5.7. HIDROGRAFIA

A caracterização da hidrografia foi realizada com dados secundários e primários, com a obtenção de dados vetoriais das bases de dados da ANA, CPRM (SGB) e BDIA-IBGE. Para auxiliar a discussão foram apresentadas as conclusões dos estudos de Souza & Rossetti (2009) sobre o rio Paracauari.

Em termos de hidrografia, a região Norte do país é abundante, a bacia Amazônica possui 1/5 da água doce do mundo. O pressuposto remete a idéia não apenas da riqueza hídrica, mais a quantidade de corpos hídricos que colaboram juntos para tal grandeza, são eles: rios, igarapés, paranás-mirins, furos, etc., todos com diversidade de paisagem, biodiversidade vegetal e faunística, com formas de relevos diversas, uso e ocupação antrópica, 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 km^2 segundo os estudos e se estende ainda por sete países: Brasil, Bolívia, Colômbia, Equador, Guiana, Peru e Venezuela (ANA, 2022). É considerada a maior acumulação de água doce superficial do mundo, com aproximadamente 15% do total disponível desse recurso hídrico.

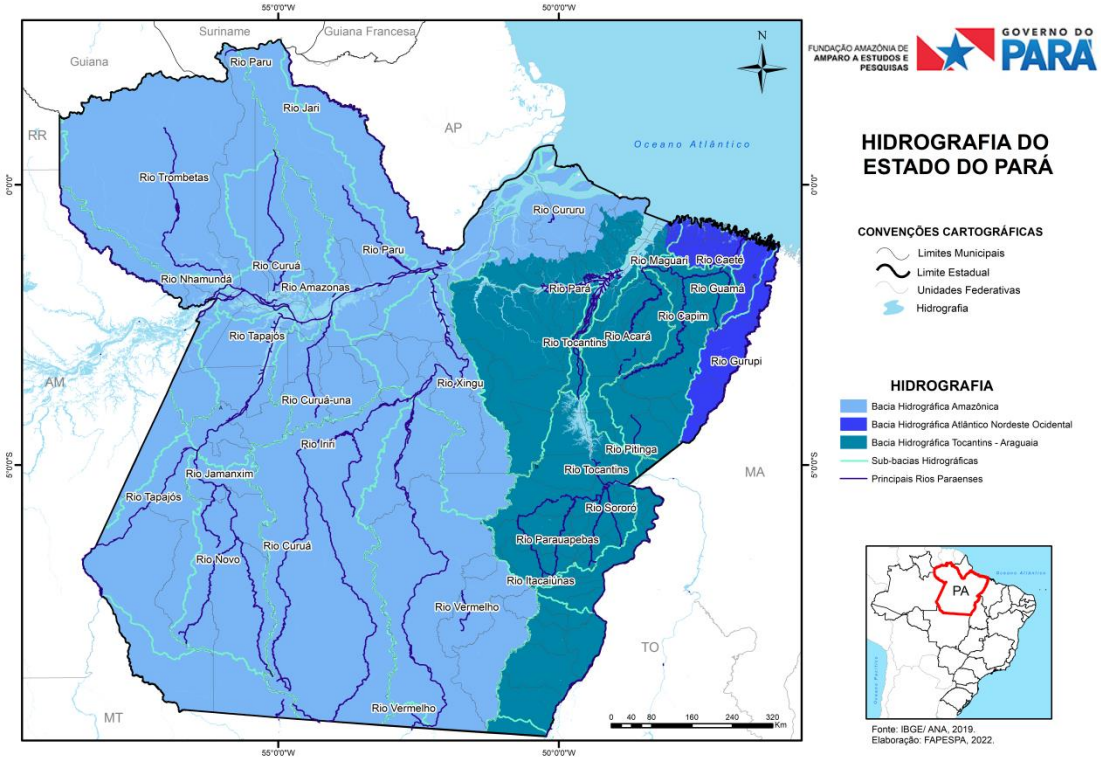
De acordo com a Resolução nº 32/2003 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), que dispõe sobre a necessidade de implantar a base dados de referência por bacia, em âmbito nacional, visando à organização e integração em recursos hídricos, institui a Divisão Hidrográfica Nacional em 12 (doze) Regiões 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 do território 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 (ANA, 2003).

A organização em nível estadual é precedida pelo Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos do estado do Pará, instituído pela Lei Estadual nº 6.381/2002, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, em conjunto com a Resolução nº 04, de 03 de

setembro de 2008, que divide o estado em sete Regiões Hidrográficas, a saber: Região Hidrográfica do Xingu, Região Hidrográfica do Tocantins Araguaia, Região Hidrográfica da Calha Norte, Região Hidrográfica de Portel - Marajó, Região Hidrográfica do Tapajós, Região Hidrográfica do Baixo Amazonas e a Região Hidrográfica da Costa Atlântica - Nordeste (SEMAS/PA, 2012; Atlas Geográfico Escolar do Estado do Pará, 2013).

A Região de Integração do Marajó e Salvaterra intercepta a Bacia Hidrográfica Amazônica e a Bacia Hidrográfica Tocantins-Araguaia (Figura 31).

Figura 31 - Mapa da hidrografia do Estado do Pará.



Fonte: FAPESPA, 2022.

Existe a subdivisão da Região Hidrográfica em Sub-Regiões Hidrográficas denominadas de Unidades Hidrográficas de Planejamento (UPLAN's), definidas a partir das bacias hidrográficas de ordem maior. A Região de Integração do Marajó e Salvaterra faz parte da RH de Portel-Marajó, a qual é constituída por seis unidades de planejamento: Calha Amazônia, Marajó Ocidental, Marajó Oriental (Salvaterra), Baia de Caxuanã e Rio Pará.

A Região de Integração do Marajó se localiza na foz do rio Amazonas, recebendo uma descarga média de 209.000 mV/s, valor medido próximo ao município de Afuá (ANA/ANEEL, 1998).

Em resumo, de acordo com a Região Hidrográfica Nacional, o município de Salvaterra está localizado na Macrorregião Hidrográfica Tocantins-Araguaia, Mesorregião Hidrográfica Baixo Tocantins e Microrregião Hidrográfica Marajó Sul. Com bacia hidrográfica nível 2 denominada de Bacia Tocantins-Araguaia, Bacia Nível 4 (Rio Camará) e Bacia do Rio Paracauari.

Um dos mais importantes rios para o conjunto hidrográfico da região é o rio Pará, formado por incontáveis rios, igarapés, furos e etc., dando origem a baías e enseadas que se estendem ao longo da costa sul e o continente, iniciando a baia do Marajó.

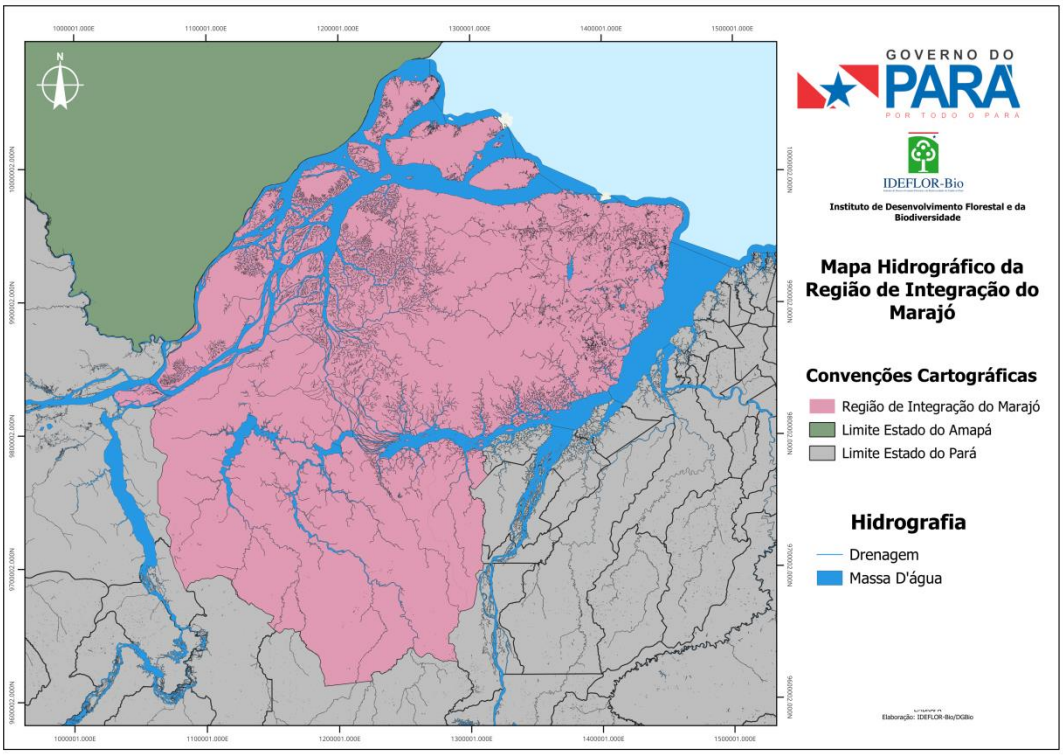
O rio Pará, possui mais de 300 km de extensão e cerca de 20 km de largura média (Lima; Tourinho; Costa, 2001).

A sessão do rio Pará entre a região de Belém e a costa sul-sudeste da Ilha do Marajó, é composta por um estuário que tem início na baía das Bocas (delta de Boiuçu/Breves), segue pelo rio Pará, onde recebe contribuição de massa de água do rio Tocantins e inclui ainda a pequena baía em frente de Belém (rios Guamá/Moju/Acará/Capim), passando a alongar a boca do complexo estuarino terminal, sob o nome de baía do Marajó (Ab'saber, 2006).

Segundo os estudos de Bemerguy et al. (2003), a rede de drenagem da Ilha do Marajó apresenta escoamento com sentido de fluxo do centro para as bordas, na porção ocidental a drenagem é tipo radial densa, com ordem baixa e sinuosidade curva, com os rios de primeira e segunda ordem, que fazem confluência direta nos rios de mais alta ordem, com angularidade média e sinuosidade mista.

A classificação da Ilha do Marajó quanto à hidrografia, considerando a rede de drenagem até a 4º ordem (Figura 32), em duas unidades distintas: Região Ocidental e Região Oriental. A região Oriental tem emaranhados de rios, furos, e igarapés, com topografia baixa e variável, permitindo a completa integração dos mesmos durante o período de cheia (Lima, et al., 2005).

Figura 32 - Mapa hidrográfico da Região de Integração do Marajó.



Fonte: ANAS, 2022. Elaboração DGBio/IDEFLOR-Bio, 2025.

O rio de maior destaque dentro da proposta de reavaliação das unidades de conservação é o rio Paracauari, é o principal rio de drenagem na porção nordeste da Ilha do Marajó e tem função de limite natural entre os municípios de Soure e Salvaterra, ocupando uma área de 608 km². O curso do Paracauari é altamente navegável, especialmente em seu canal principal e seu curso possui ainda desvios classificados como moderados (Souza; Rossetti, 2009).

De acordo com Souza e Rossetti (2009) esta bacia é do tipo exorréica, de forte assimetria e densidade média, com existência de meandramentos observados como anomalias de drenagem, com canais relativamente retilíneos a montante da bacia.

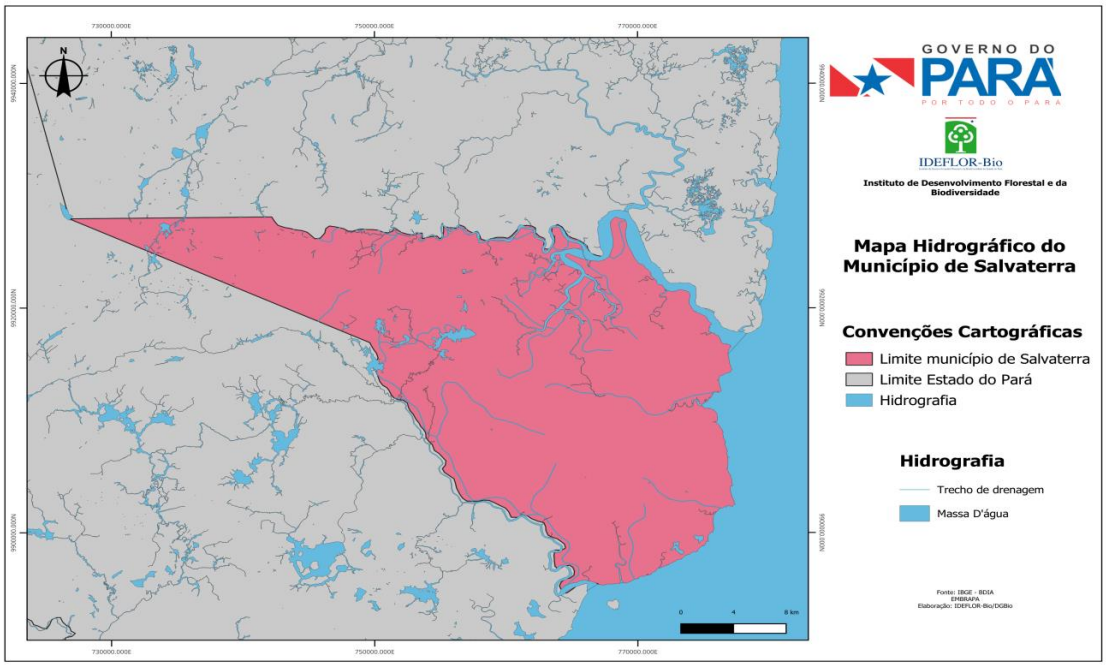
Na área proposta para a criação da unidade de conservação destacam-se o rio Paracauari na porção norte e na porção leste a própria bacia do Marajó (Figura 33).

As principais bacias hidrográficas do município de Salvaterra são a do rio Anajás, Paracauari que divide a cidade de Salvaterra e Soure, e a do rio Camará que faz limite com o município de Cachoeira do Arari.

A rede hidrográfica da área de estudo é constituída pelo rio Paracauari, que se relaciona com os igarapés Jubim, Guajará, Forquilha e Caraparu, formando uma rede se

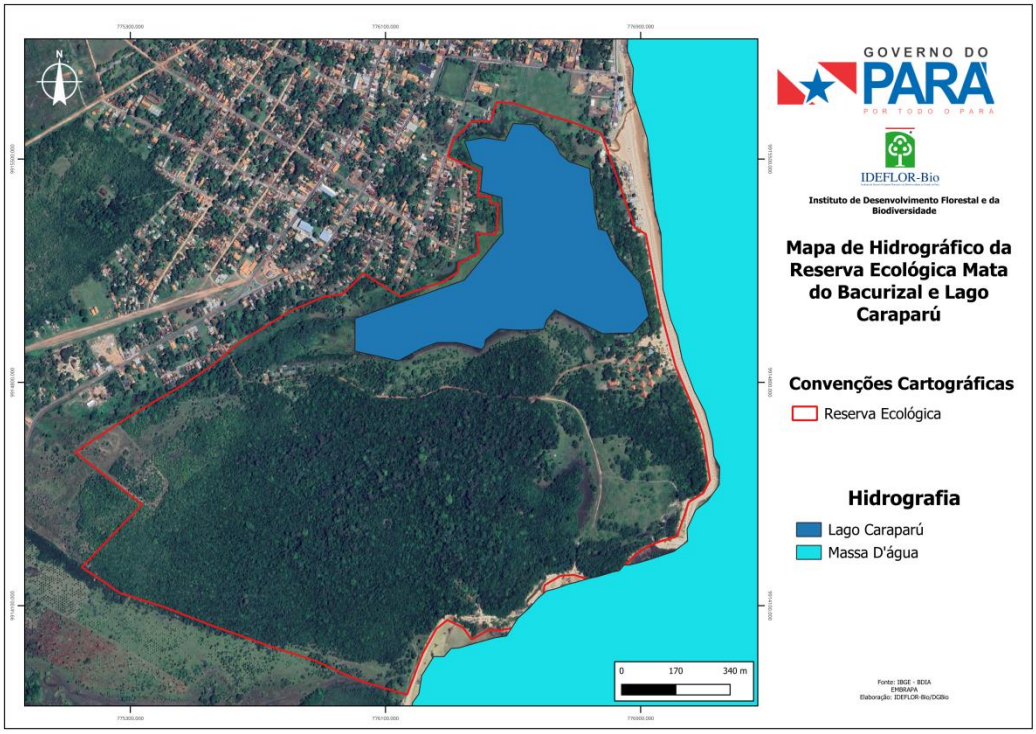
interligam com lagos e lagoas de barragem estabelecendo uma espécie de drenagem desorganizada, com padrão dendrítico, desaguando na baía do Marajó.

Figura 33 - Mapa hidrográfico do município de Salvaterra.



Fonte: ANAS, 2022. DGBio/IDEFLOR-Bio, 2023.

Figura 34 - Mapa hidrográfico da área proposta para a UC.



Fonte: ANAS, 2023. Elaboração DGBio/IDEFLOR-Bio, 2025.

5.8. HIDROLOGIA

Os estuários do estado do Pará apresentam um regime de macro maré semidiurna, com amplitude de 4 a 6 metros, devido às condições de hidrodinâmica a salinidade é reduzida fortemente ao longo do estuário e costas adjacentes (Alves et al., 2012).

A paisagem em geral da Região de Integração do Marajó muda em função do regime pluviométrico e hidrológico, onde no período chuvoso ocorre a interligação da drenagem, transformando grande parte do município de Salvaterra e o lago Caraparú em um grande campo alagado. Durante ainda o período chuvoso o nível da água sobe no rio Paracauari e Baia do Marajó, não sendo registrado o refluxo de vazante.

5.8.1. Hidrodinâmica do Rio Paracauari

Os estudos de Ferreira (2013) caracterizaram o funcionamento hidrodinâmico do estuário do rio Paracauari, quantificando o aporte de sedimentos do mesmo para a baía do Marajó, em detrimento do regime sazonal das chuvas na região, onde o autor fez amostragens durante os períodos de maior precipitação (dezembro a maio) e o período de menor precipitação (junho a novembro). Dentro de cada estação sazonal, as amostras ainda consideraram a variabilidade ao longo do ciclo da maré de sizígia, a cobertura sedimentar do fundo e as cargas de material particulado em suspensão, vazão, intensidade e direção das correntes de maré, a salinidade em seções transversais à foz do Paracauari, as áreas de confluências dos rios Saco e Mangueiras, com três pontos amostrais correspondentes às margens direita e esquerda, e em relação ao centro do canal.

O autor confirma nos seus resultados a forte relação do sistema Paracauari com a sazonalidade das chuvas.

No período de estiagem a confluência das águas marinhas é moldada pelas marés e chega até a zona de confluência do Paracauari com os rios Sacos e das Mangueiras, com vazão para a baía do Marajó de 98.594 m^3/s e com salinidade média de 6. No período chuvoso a vazão liquida é de 65.269 m^3/s, com salinidade inferior a 2, a diferença na vazão se dar pelo fato de menor resistência exercida pelo rio Paracauari pela baía do Marajó.

A concentração de material particulado em suspensão se apresentou maior no período chuvoso, com carreamento maior de materiais pela drenagem fluvial, causando a ressuspensão do material do fundo devido à intensidade das correntes. O sedimento do fundo apresenta maior composição arenosa no período chuvoso em função da descarga da bacia de drenagem, se comparado com o período de estiagem.

O sistema do rio Paracauari é um legítimo exportador de sedimento, nutrientes e outras matérias com propriedades físico-químicas direcionadas para a baia do Marajó, tanto no período de estiagem quanto no período chuvoso.

O sistema estuarino da bacia do rio Paracauari é proporcionalmente influenciado pelo regime pluviométrico local, que parâmetros como a descarga é diretamente proporcional ao parâmetro de salinidade, com o aporte de material particulado em suspensão, aporte de sedimentos e nutrientes, bem como a relação com a baía do Marajó.

O autor Ferreira (2013) conclui que os parâmetros de salinidade são maiores no período de estiagem, com índice médio de 6 nas três seções estudadas, no período chuvoso a salinidade permanece relativamente baixa próxima a zero, a penetração da água marinha é bem menor.

Ainda no período de estiagem, o autor notou que a salinidade adentra preferencialmente no rio Saco em detrimento do rio Mangueiras, já no período chuvoso, a maior salinidade foi constatada na região de várzea do rio Mangueiras, devido à vegetação que retém os sais e os exporta para o rio.

A análise dos sedimentos do fundo do rio Paracauari, constatou que a hidrodinâmica é entre alta e muito alta, a conclusão foi tomada com base na prevalência de sedimentos arenosos, apesar da presença de sedimentos finos (argila e silte).

Ferreira (2013) ainda pontua que as vazões tanto de descarga, quanto de carga, foram maiores em todos os pontos estudados no período chuvoso, quando o aporte pluviométrico é mais elevado, resultando no aumento da intensidade das correntes de maré, especificamente as de vazante, mantendo um padrão de intensidade maior na superfície que no fundo, com conseqüente perda de energia cinética por atrito com o fundo e com as margens. A efetividade da vazão ainda foi maior no período de estiagem, em decorrência da menor pressão hidrodinâmica exercida pela baía do Marajó sob a foz do rio Paracauari, com maior facilidade de penetração da água exportada sentido rio Paracauari-Bacia do Marajó.

Segundo o autor, a única discrepância foi constatada nas margens do rio Paracauari, onde a intensidade da corrente de maré é maior no fundo que na superfície, com mudança aleatória da direção da corrente, tal fator pode ser provocado por conseqüência da existência de fragmentos de portos e/ou pela influência da propulsão dos motores de embarcações.

5.8.2. Hidrodinâmica do Lago Caraparu

O lago Caraparu é formado e abastecido pelas águas de um conjunto de incontáveis nascentes ao longo da Reserva Ecológica Mata do Bacurizal, a maioria das nascentes possuem características de efemeridade, com maior fluxo de água para o lago no período chuvoso de dezembro a maio. No período chuvoso o corpo hídrico do lago vai aumentando em massa de água conforme o aporte pluviométrico, se conectando com águas da zona de confluência do rio Paracauari com a baía do Marajó.

No período chuvoso a cota máxima o lago chega a ter 30, 2029 hectares de área alagada e alta atividade das nascentes, na estiagem a lâmina d'água é quase imperceptível devido à baixa atividade das nascentes.

5.8.3. Qualidade das Águas Subterrâneas do município de Salvaterra.

O estudo de Ribeiro (2017) apresenta a avaliação da qualidade da água subterrânea do município de Salvaterra por intermédio de poços domésticos e de abastecimento da população de Salvaterra, com pontos de amostragens bem próximos a área de estudo para a proposta de reavaliação, devido à proximidade os resultados refletem a situação da Reserva Ecológica da Mata do Bacurizal.

O estudo foi desenvolvido em 2 campanhas, a primeira foi realizada no período chuvoso de dezembro a maio que concentra 86% do total precitado, foram coletas amostras de 2 poços Amazonas com profundidade média de 6 metros, 17 poços tubulares com profundidade variável e 2 amostras da estação de tratamento da COSANPA no bairro Coqueirinho (Ribeiro, 2017), sendo está última de relevante interesse para este estudo, devido ser adjacente a área da Mata do Bacurizal.

A segunda campanha teve início em novembro, no auge do período de estiagem que vai de junho a novembro, segundo Ferreira (2001) este período concentra 14% do total precipitado. Na segunda campanha foram repetidos os procedimentos de coleta, aferição e amostragem, o objetivo é comparar os dados obtidos na 1ª campanha.

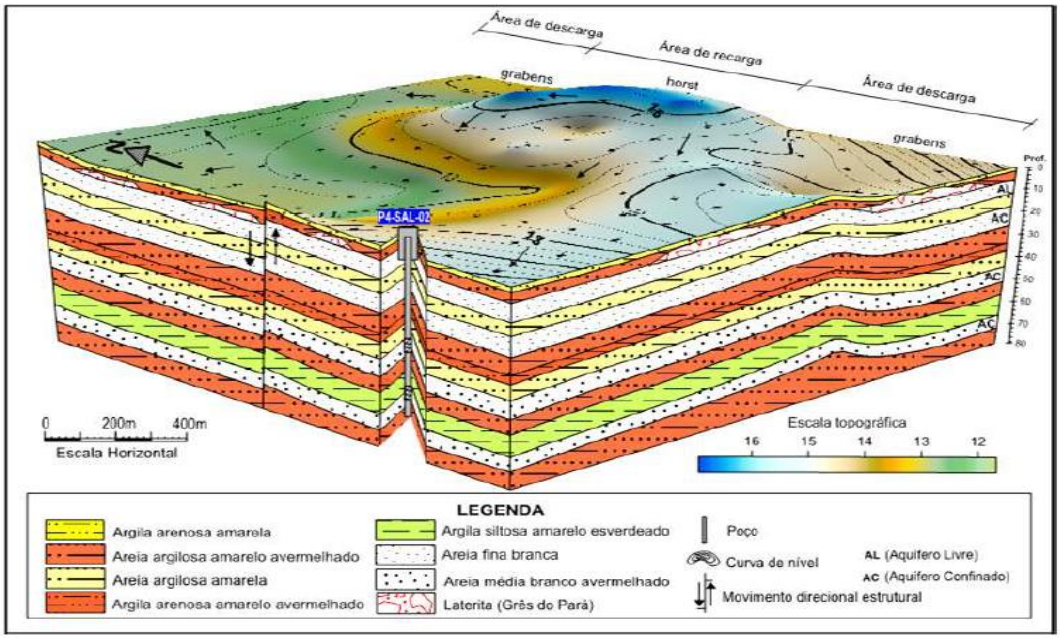
O autor concluiu que a população local utiliza a água subterrânea do aqüífero arenoso e areno-argiloso da Formação de Barreira e Pós-Barreira em poços com profundidade de 15 a

18 metros e os poços tipos Amazonas são constituídos por sedimentos arenosos recentes. A cidade em geral apresenta aqüíferos livres e confinados saturados.

Os poços tubulares de 80 metros da COSANPA são constituídos por sedimentos da formação Barreiras, com representação de areais finas à média com coloração branca e amarela, com distribuição intercalada do aqüífero em horizontes lateríticos, argiloso e camadas argilosas com pouca quantidade de água, formando aquitardes e aquicludes (Ribeiro, 2017).

A Figura 34 ilustra o modelo tridimensional e geométrico da caracterização hidroestratigráfica da área de estudo de Ribeiro (2017).

Figura 35 - Modelo tridimensional esquemático da hidroestratigrafia da área de estudo.



Fonte: Ribeiro (2017).

Ribeiro (2017) conclui ainda que o sentido do fluxo da água subterrânea da cidade de Salvaterra segue a direção Leste-Oeste em sentido ao Rio Paracauari e sentido Norte-Sul com a baía do Marajó ao norte da cidade. A topografia exerce papel fundamental, onde as áreas mais elevadas com cotas de 14 a 17 metros representam as recargas mais significativas e as cotas menores de 14 metros representam áreas de descarga.

Richter e Azevedo Netto (2002) ponderam que as características físicas como a cor, a turbidez, o pH, a temperatura e a condutividade elétrica sejam parâmetros de pouca importância sanitária, enquanto que as análises químicas são bastante vantajosas em termos de qualidade da água.

O teor de cloretos, nitratos, bem como o nitrogênio dissolvido permite aferir o grau de poluição de uma fonte de água, já os parâmetros biológicos determinam as impurezas na água causada por organismos presentes como bactérias, vírus e protozoários, as características biológicas são determinadas por exames bacteriológicos (coliformes totais e fecais) e hidrobiológicos.

Os Valores Máximos Permitidos (VMP) das águas subterrâneas são regidos pela Portaria do Ministério da Saúde (MS) nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011.

Os resultados da 1ª e 2ª campanhas estão expressos nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2 - Resultado da 1ª campanha das análises físico-químicas.

PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS																				
Parâmetros	*VMP	P1-G	P2-R	P3-R	P4-IG	P5-R	P6-R	P8-R	P9-IG	P10-R	P11-R	P12-R	P13-IG	P14-IG	P15-R	P16-R	P17-R	P18-IG	P19-R	P20-R	Média
**Temperatura (ºC)	--	28	29	30	28	27	27	29	29	29	28	27	29	29	29	29	29	28	28	29	28,5
*pH (upH)	6,0-9,5	4,9	4,9	4,6	5,0	5,4	5,2	4,4	5,7	4,4	4,8	4,8	4,8	5,0	4,2	5,6	4,5	4,6	4,6	4,6	4,8
**C.E (µS/cm-1)	--	251,4	258,4	258,8	260,7	256,3	258,6	254,0	252,5	258,7	259,6	257,0	249,5	247,2	256,4	251,5	258,3	253,1	248,0	258,1	255,1
*Turbidez (UNT)	5,0	4,3	1,0	1,1	3,2	1,0	4,0	1,7	1,12	1,17	1,25	0,95	2,6	1,2	1,0	2,9	1,5	2,2	1,0	1,0	1,8
*S.T.D (mg/L)	1000	170,9	175,7	176,1	177,2	174,2	175,8	172,7	171,7	175,9	176,5	174.7	169,6	168,1	174,3	171	175,6	172,1	168,6	175,5	173,4
**O.D (mg/L)	--	7,25	7,65	8,5	8,0	7,8	7,0	7,0	8,0	7,0	9,0	8,0	8,0	9,0	8,15	9,0	9,0	9,0	9,0	8,0	8,1
*Dureza total (mg/L $CaCO_3$)	500	11,5	10,5	10,0	10,5	20,0	12,0	10,0	15,0	10,0	10,5	20,0	30,0	30,5	28,0	15,0	10,0	10,0	20,0	20,0	15,97
**Alcalinidade (mg/L $CaCO_3$)	--	25,8	25,6	19,5	25,2	35,5	28,4	18,5	35,0	18,2	24,0	23,8	23,5	30,0	18,3	40,0	18,0	20,3	20,5	19,5	24,71
*Amônia (mg/L N-NH_3)	1,5	0,12	0,13	0,12	0,30	0,0	0,13	0,25	0,23	0,12	0,16	0	0,60	0,14	0,18	0,22	0,14	0,25	0,0	0,0	0,16
*Nitrato (mg/L N-NO^{-3})	10	25	7,0	25	0,0	17	7,0	32	25	25	25	42	40	36	38	10	5	20	28	25	22,73
*Cloreto (mg/L Cl^-)	250	40,0	45,0	48,0	40,0	45,0	48,0	50,0	45,0	50,0	40,0	45,0	60,0	55,0	50,0	45,0	50,0	42,0	45,0	50,0	47,0
*Ferro (mg/L Fe Total)	0,3	0,25	0,25	0,0	3,0	0,25	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,25	0,0	0,0	0,31

PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS																				
Parâmetros	*VMP	P1-G	P2-R	P3-R	P4-IG	P5-R	P6-R	P8-R	P9-IG	P10-R	P11-R	P12-R	P13-IG	P14-IG	P15-R	P16-R	P17-R	P18-IG	P19-R	P20-R
Coliformes Fecais/*E. coli* (UFC/100mL)	A	2.400	560	A	A	400	560	1.600	240	320	4.400	480	160	A	A	1.280	A	A	A	160
Coliformes Totais (UFC/100mL)	A	3.680	3.360	6.400	4.240	640	800	4.000	560	800	4,400	960	960	320	480	10.400	960	A	A	320

*Valores Máximos Permitidos para águas subterrâneas, pela portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 – Ministério da Saúde
**Valores não estabelecidos pelo Ministério da Saúde, porém, importantes para avaliação geral.
C.E (Condutividade Elétrica)
S.T.D (Sólidos Totais Dissolvidos)
O.D (Oxigênio Dissolvido)
upH (unidade Potencial Hidrogênico
UNT (Unidades Nefelométricas de Turbidez)
A (Ausência)
UFC (Unidade Formadora de Colônias) - As colônias foram calculadas pelo fator de correção 80, onde é dada pela equação k = p.n (p = fator de correção no valor 80, n = número de colônias e k = colônias confirmadas).

Fonte: Ribeiro, 2017.

Tabela 3 - Resultado da 2ª campanha das análises físico-químicas.

PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS																					
Parâmetros	VMP	P1-G	P2-R	P3-R	P4-IG	P5-R	P6-R	P8-R	P9-IG	P10-R	P11-R	P12-R	P13-IG	P14-IG	P15-R	P16-R	P17-R	P18-IG	P19-R	P20-R	Média
**Temperatura (ºC)	--	28	30	30	29	28	31	32	30	30	29	29	30	33	32	29	30	29	30	30	29,9
*pH (upH)	6,0-9,5	5,3	5,1	4,8	5,5	5,5	5,5	4,7	5,5	4,7	4,6	4,1	4,6	5,5	4,4	5,9	4,9	4,4	5,0	4,5	4,98
**C.E (µS/cm-1)	--	50,2	46,2	45,8	68,8	50,2	47,0	69,6	69,9	69,5	58,8	68,3	70	70,5	70,7	71,5	72	73,3	73,5	73,1	64,15
*Turbidez (UNT)	5,0	3,90	0,60	0,65	2,84	0,60	3,0	1,06	0,40	0,65	0,70	0,43	1,86	0,92	0,64	2,34	0,66	1,95	0,40	0,6	1,27
*S.T.D (mg/L)	1000	34,1	31,4	31,1	46,8	34,1	31,9	47,3	47,5	47,2	40,0	46,4	47,6	47,9	48,1	48,6	48,9	49,8	50,0	49,7	43,6
**O.D (mg/L)	--	8,5	7,95	8,0	7,5	8,0	9,0	7,2	7,4	6,5	6,25	7,1	8,5	7,5	7,15	6,85	6,5	8,0	6,0	7,0	7,41
*Dureza total (mg/L $CaCO_3$)	500	80	90	50	50	20	250	50	100	20	110	115	152	140	88	40	20	116	152	150	94,36
**Alcalinidade (mg/L $CaCO_3$)	--	40,3	35,1	45,2	50,5	40,0	44,2	50,7	40,6	40,8	32,6	30,6	22,3	38	34,12	60	35,8	30,59	22,35	22,5	37,70
*Amônia (mg/L $N\text{-}NH_3$)	1,5	0,14	0,12	0,13	0,60	0,18	0,24	0,30	0,30	0,18	0,21	0,18	0,24	0,18	0,24	0,12	0,18	0,30	0,24	0,18	0,22
*Nitrato (mg/L $N\text{-}NO^{-3}$)	10	17,5	3	7,0	0,0	10	3	15,0	22,0	13,5	13,0	40,0	40,0	30,0	14,5	0,0	0,0	18,8	19,4	25,0	15,35
*Cloreto (mg/L Cl^-)	250	90	120	150	120	90	80	70	60	100	60	60	110	90	80	70	200	80	150	180	103,15
*Ferro (mg/L Fe Total)	0,3	0,25	0,25	0,25	3,5	0,25	4,5	0,25	0,25	0,0	0,15	0,0	0,25	0,25	0,0	0,0	0,0	0,25	0,15	0,15	0,56

PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS																			
Parâmetros	*VMP	P1-G	P2-R	P3-R	P4-IG	P5-R	P6-R	P8-R	P9-IG	P10-R	P11-R	P12-R	P13-IG	P14-IG	P15-R	P16-R	P17-R	P18-IG	P19-R	P20-R
Coliformes Fecais/*E. Colli* (UFC/100mL)	A	A	A	A	A	A	A	2.800	A	A	A	A	A	560	A	3.200	A	A	A	160
Coliformes Totais (UFC/100mL)	A	A	A	A	A	A	A	5.360	400	80	320	80	A	880	A	6.160	400	A	A	320

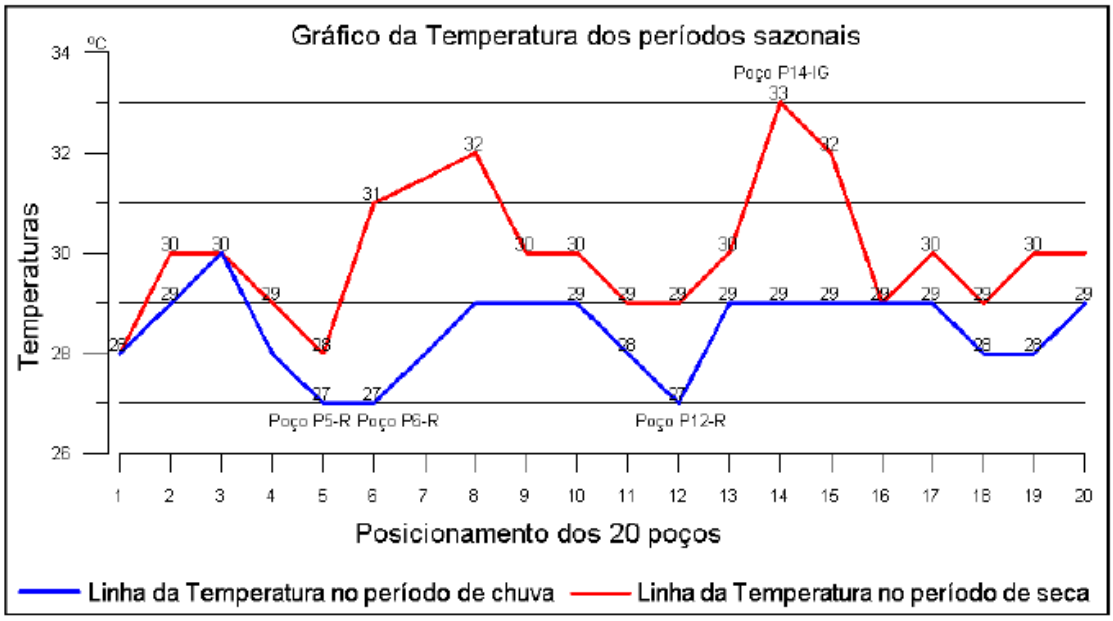
*Valores Máximos Permitidos para águas subterrâneas, pela portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 – Ministério da Saúde
**Valores não estabelecidos pelo Ministério da Saúde, porém, importantes para avaliação geral.
C.E (Condutividade Elétrica)
S.T.D (Sólidos Totais Dissolvidos)
O.D (Oxigênio Dissolvido)
upH (unidade Potencial Hidrogênico)
UNT (Unidades Nefelométricas de Turbidez)
A (Ausência)
UFC (Unidade Formadora de Colônias) - As colônias foram calculadas pelo fator de correção 80, onde é dada pela equação k = p.n (p = fator de correção no valor 80, n = número de colônias e k = colônias confirmada).

Fonte: Ribeiro, 2017.

Os resultados dos 20 poços obtidos nas Tabelas 3 e 4, foram comparados com os Valores Máximos Permitidos (VMP) recomendados pela Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 e os parâmetros que não estão previstos na Portaria nº 2.914/2011 como temperatura, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e alcalinidade foram correlacionados para constatar possíveis relações existentes entre eles.

Segundo Bahia (1997) o parâmetro temperatura influência na velocidade das reações químicas, além de acentuar a sensação de sabor e odor, temperaturas acima de 33ºC aceleram as reações químicas favorecendo o aparecimento de microrganismos. Segundo a pesquisa a medida no poço da COSANPA (PG4-IG) variou de 28ºC a 29ºC (Gráfico 1) nos períodos sazonais de chuva e seca (Ribeiro, 2017).

Gráfico 1 - Resultado da temperatura das amostras analisadas.

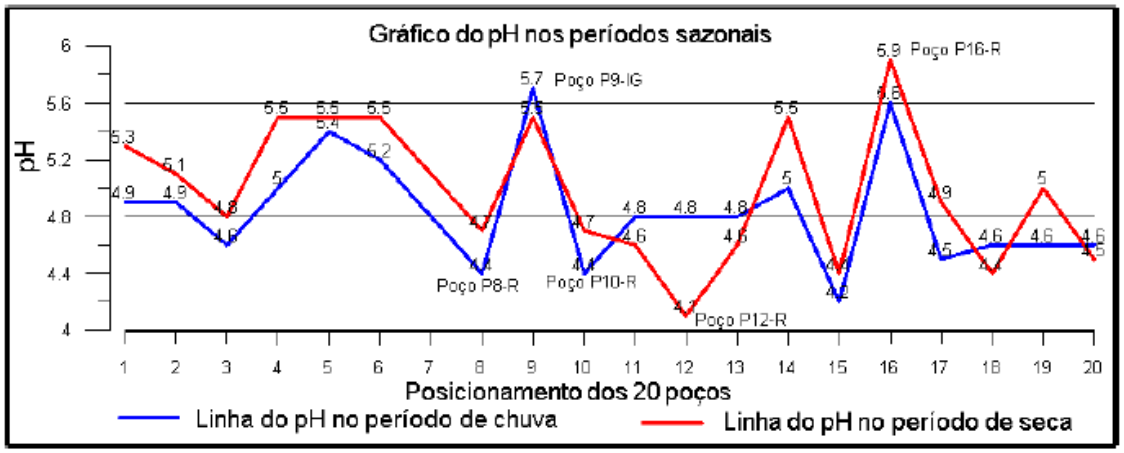


Fonte: Ribeiro (2017).

As temperaturas foram proporcionais ao clima sazonal, o nível estático da água dos poços estava muito próximo da superfície e as coletas em geral apresentaram variação de temperatura na proporção em que a temperatura ambiente aumentava (Ribeiro, 2017).

Segundo a Portaria nº 2.914/2011-MS, o pH para água doce recomendado para consumo humano é entre os limites de 6,0 a 9,5. Considerando as análises dos 20 poços, a média do período chuvoso foi de 4,8 e na estiagem a média foi de 4,98 (Gráfico 2), pode-se afirmar que as águas subterrâneas utilizadas pela população de Salvaterra são ácidas.

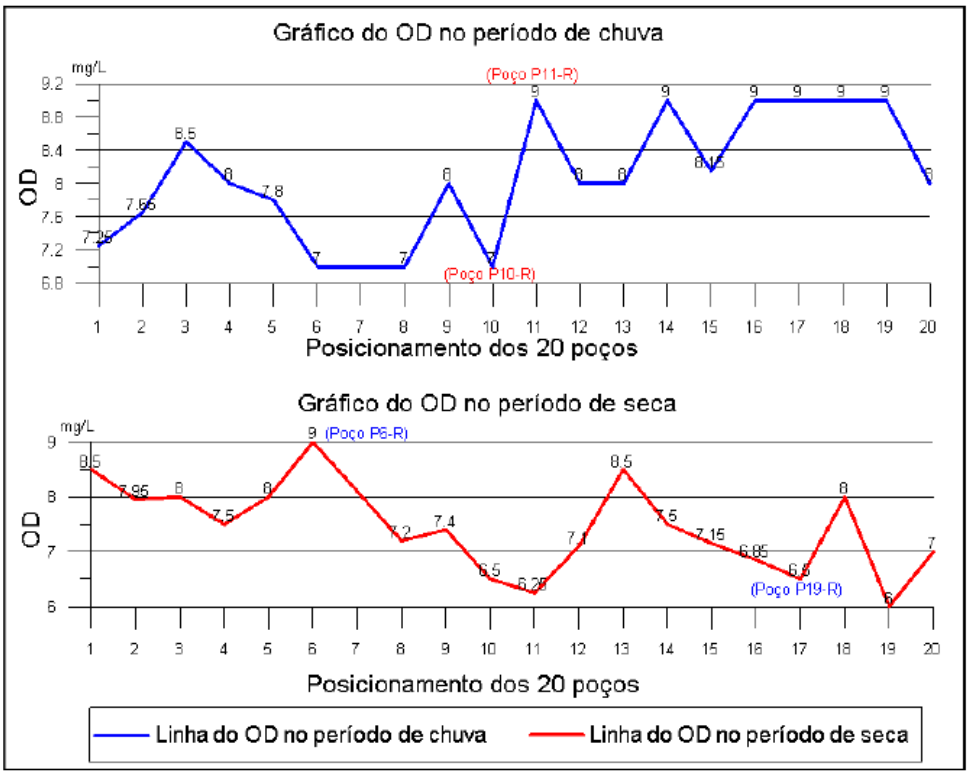
Gráfico 2 - Valores de variações de pH no período de seca e estiagem.



Fonte: Ribeiro (2017).

De acordo com a Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 357/2005 que o parâmetro de O_2 para água doce seja ≥ 5,0 mg/L (BRASIL, 2005). De acordo com o resultado de análise das amostras, todas estão com os valores permitidos pela legislação vigente, com média de 8,1 mg/L no inverno e média de 7,41 mg/L na estiagem (Gráfico 3).

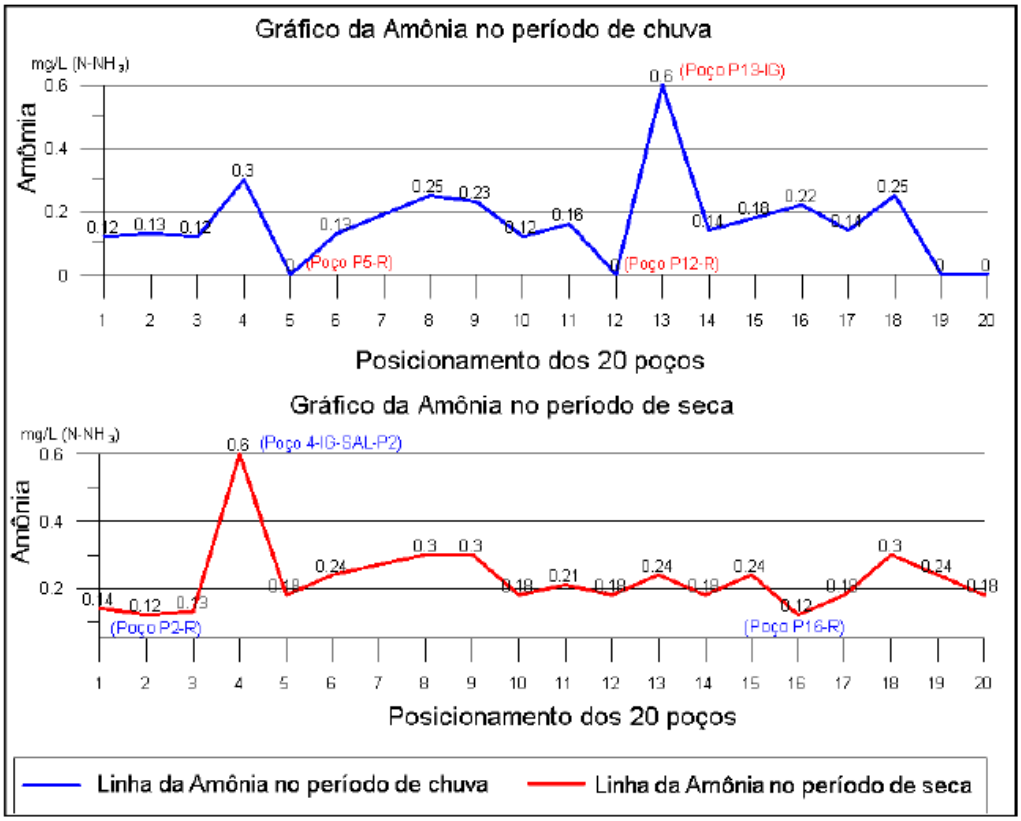
Gráfico 3 - Variação dos valores de Oxigênio Dissolvido (OD).



Fonte: Ribeiro (2017).

A Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde preconiza que o VMP de amônia seja de 1,5 mg/L N-NH_3 para consumo humano. Os resultados das análises para amônia foram todos dentro dos padrões estabelecidos, a média para o período de inervo e de estiagem foram de 0,16 e 0,22 mg/L N-NH_3 (Gráfico 4).

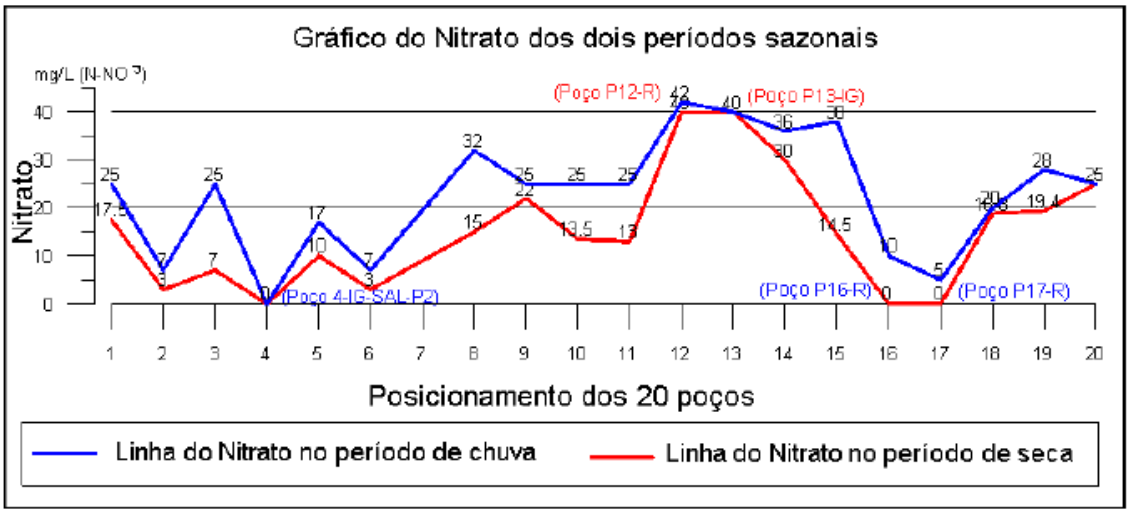
Gráfico 4 - Variação dos valores de amônia.



Fonte: Ribeiro (2017).

Segundo a Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde para o nitrato, o valor máximo permitido é de 10 mg/L N-NO^{-3}. O resultado do parâmetro de nitrato para as amostras variou de 0 a 42 mg/L N-NO^{-3}, apresentou valores de 0 mg/L N-NO^{-3} e 10 mg/L N-NO^{-3} (Gráfico 5).

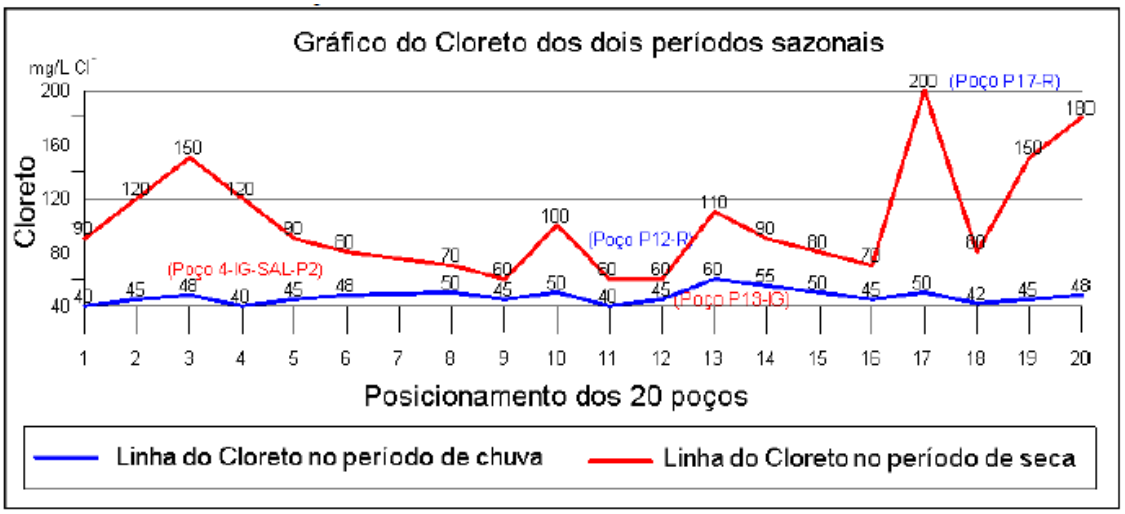
Gráfico 5 - Variação dos valores de nitrato.



Fonte: Ribeiro (2017).

O cloreto é um indicativo de poluição das águas por esgoto doméstico (Richter; Azevedo Netto, 2002). A Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde estabelece o VMP de 250 mg/L Cl^-. Todas as amostras estão dentro do padrão de aceitação para consumo humano, com média no inverno de 45,8 mg/L Cl^- e na estiagem de 103,15 mg/L Cl^- (Gráfico 6).

Gráfico 6 - Variação dos valores de cloreto.

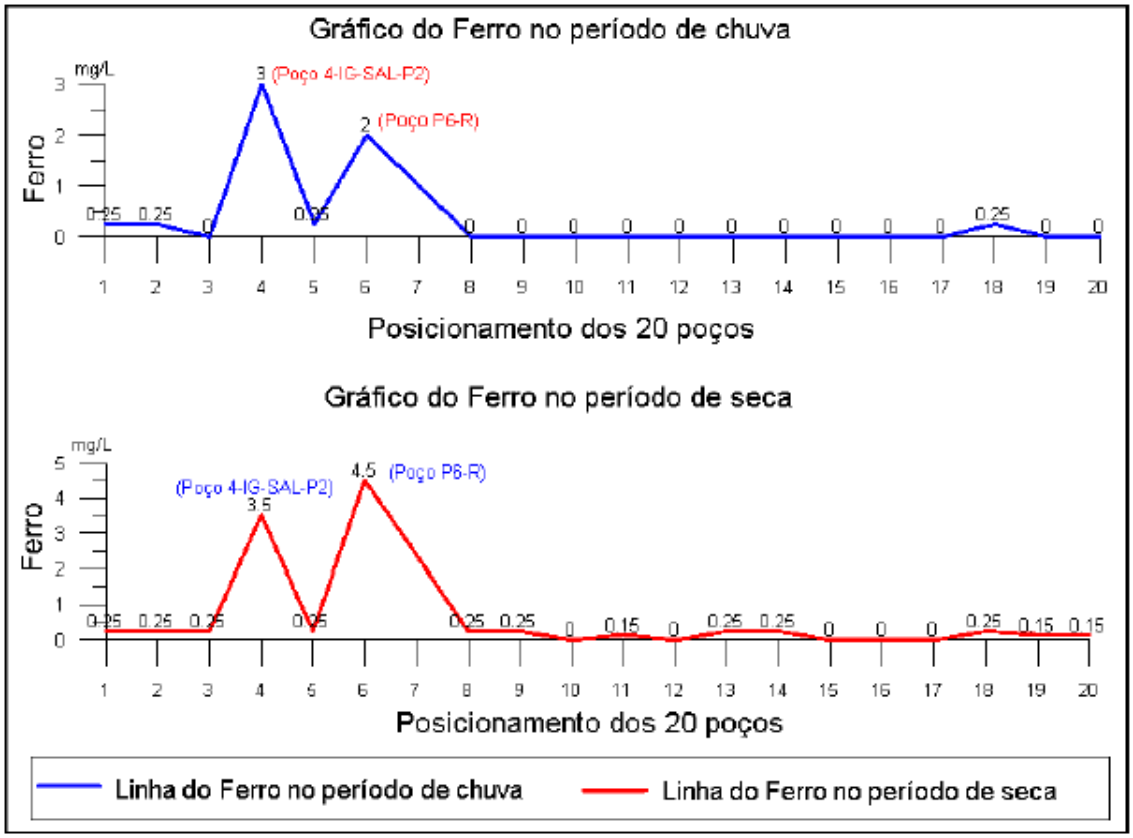


Fonte: Ribeiro (2017).

O Ferro (Fe) em associação com o manganês é um fato indesejado se tratando de consumo de águas subterrâneas, por adicionar um sabor adstringente e coloração amarela turva. É adotado convencionalmente o valor limite permitido seja de 0,3 mg/L e segundo os estudos de Richter e Azevedo Netto (2002) o valor de 0,5 mg/L já confere o sabor desagradável nas águas. O poço da COSANPA apresentou resultados impróprios

para consumo de acordo com a Portaria nº 2.914/2011-MS, com teor de ferro no inverno de 3,0 mg/L e 3,5 mg/L na estiagem (Gráfico 07), com teor 10 vezes acima do indicado. Os altos valores de Fe estão associados aos valores de pH entre 5,0 e 5,5.

Gráfico 7 - Variação dos valores de ferro.



Fonte: Ribeiro (2017).

A Portaria nº 2.914/2011-MS estabelece que em água para consumo humano, não é permitido à presença de coliformes fecais (*Escherichia coli*) e coliformes totais em 100 ml de água.

No período chuvoso o resultado foi que apenas 11% dos poços analisados são potáveis e em 89% constatou-se a presença de coliformes totais. No período de estiagem 53% dos poços tiveram o desempenho aprovado como potáveis e 47% deram positivo para coliformes totais.

6. CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES

O diagnóstico ambiental do meio físico da Reserva Ecológica da Mata do Bacurizal observou que a área de interesse apresenta características únicas, considerando em especial a sua localização, por se tratar de um dos únicos remanescentes de vegetação em área urbana.

Apesar da Reserva Ecológica da Mata do Bacurizal e Lago Caraparú já se constitui como Área de Preservação Permanente - APP e conseqüentemente tende a ser protegida pela legislação ambiental até o limite de faixa de 500 metros, o que deixaria parte da área sem proteção. Já a proposta de uma Unidade de Conservação sem dúvida contribuirá para uma melhor proteção daquele ambiente contra as atividades antrópicas degradantes que atualmente assolam a zona costeira.

A Reserva Ecológica da Mata do Bacurizal e do Lago Caraparú é um ecossistema sujeito a intensas modificações naturais causadas pelos regimes de marés e pelos regimes pluviométricos, resultando em ambiente altamente produtivo, constituindo-se como área de berçário, alimentação, repouso e reprodução da fauna principalmente aquática sendo também local utilizado por algumas espécies de aves migratórias.

A área de interesse exerce uma função importante na conservação dos ecossistemas de manguezais, locais de reprodução e "ninhais" de espécies endêmicas e migratórias, considerados patrimônio natural, que contribuem para a preservação da fauna, flora, solo e clima. As áreas estudadas também têm potencial turístico, podendo gerar benefícios socioeconômicos ao município.

A área também exerce importante função no ciclo hidrológico, em especial o lago do Caraparú que sofre influência da maré com pulso de inundação, possibilitando inúmeras relações ecológicas, químicas, físicas, biológicas e meteorológicas. Essas interações favorecem a manutenção de múltiplos e diferenciados habitats, que possibilitam ainda a existência de uma alta diversidade de espécies vegetais e animais, que juntos formam o patrimônio natural único da Reserva Ecológica da Mata do Bacurizal.

Portanto recomenda-se a reavaliação para uma categoria do grupo de uso sustentável diferente de Área de Preservação Ambiental - APA, devido ao arquipélago do Marajó constar como APA desde a Constituição do Estado do Pará.

7. REFERÊNCIAS

AB' SABER, A. N. Fundamentos da Geomorfologia Costeira do Brasil Atlântico Inter e Subtropical. Revista Brasileira de Geomorfologia. 2006, l (1): 27-43.

ALVARES, C.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONCALVES, J. L.; SPAROVEKET, G. Koppen'sclimateclassificationmap for Brazil. Meteorol. Z. 22 (6), 711– 728. 2014.

ALVES, I. C. C. Et al. Qualidade das águas superficiais e avaliação do estado trófico do rio Arari (Ilha de Marajó, norte do Brasil). Acta Amazônica. vol. 42(1) 2012: 115 - 124.

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

ATLAS GEOGRÁFICO. Escolar do Estado do Pará. 2013. 1. ed. - Belém: GAPTA/UFPA, 2013.

ANA. Agência Nacional das Águas- Notícias. Disponível em: http://www2.ana.gov.br. Acesso em: 20 de abr. de 2022.

BAHIA, M.A. da S. Caracterização biogeoquímica de águas subterrâneas da zona urbana de Porto Velho – RO. Dissertação (Mestrado em Geologia e Geoquímica). Programa de Pós-graduação em Geologia e Geoquímica, UFPA, Belém, 1997. 129f.

BARBOSA, G. V., RENNÓ, C. V. & FRANCO, E. M. S. Geomorfologia da Folha SA-22 Belém. Levantamento de Recursos Naturais, Folha SA.22, 1974, Belém, Ministério das Minas e Energia, Departamento Nacional de Produção Mineral, Projeto Radam, vol. 5, Rio de Janeiro.

BEMERGUY, R. L. Estudo sedimentológico dos poleocanais da região do rio Paracauari, Ilha do Marajó - Estado do Pará, Curso de Pós-Graduaçao em Geologia e Geoquímica, UFPA {Tese de Mestrado), 1981, Belém.

BEMERGUY, R. L. Cartografia Digital Aplicada a Integração dos Elementos Geomorfológicos da Ilha de Marajó. 2003. In: X Simp. Bras. De Geografia Aplicada.

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

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, Brasília, 12 dez. 2011. p. 39.

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. Resolução CONAMA Nº 357 Ministério do Meio Ambiente. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências de 17 de março de 2005. Disponível em: http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf. Acesso em: 02 outubro de 2023.

BURINGH, P. The applicationsofaerealphotographs in soilsurveys. In: American SocietyofPhotogrammetry. Manual ofphtotographicinterpretation. Washington.1960 p. 633-666.

CARMENA, F.F.; PIMENTEL, M. A. S.; PROST, M. T. R. C. Geomorfologia e paisagem: contribuições à classificação de unidades de paisagem da região oriental da ilha de Marajó, norte do Brasil. VI Seminário Latino-Americano de Geografia Física. II Seminário Ibero-Americano de Geografia Física. Universidade de Coimbra, Maio de 2010. Tema 5 - Geografia Física e Cultura: geopatrimónio e geoturismo.

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: 06/08/2022.

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. 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: Curuçá. Diretoria de Estatística e de Tecnologia e Gestão da Informação. - Belém, 2021. 60f. Ed. semestral, n. 1.

FERREIRA, Gabriela Padilha. Caracterização hidrodinâmica e do transporte de sedimentos na região fluvio-estuarina do rio Paracauari, Ilha de Marajó, Pará. 2013. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

FRANÇA, C. F. Morfologia e Mudanças Costeiras da Margem Leste da Ilha de Marajó (Pa). 2003. Tese de Doutorado (Curso de Pós- Graduação em Geologia e Geoquímica) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, 2003.

FURTADO, A. M. M.; FRANÇA C. F. DE; PIMENTEL, M. A. S. Relações relevo-solo-vegetação da ilha de Marajó-PA. 2010. Disponível em: https://www.geomorfologia.ufv.br. Acesso em: 07/04/2022.

ICMBIO, INSTITUO CHICO MENDES DA BIODIVERSIDADE. Parque Nacional da Tijuca. Disponível em: http://www.parquedatijuca.com.br. Acesso em:12 jul. 2023.

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: 01/10/2023.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Panorama de Salvaterra e Censo de 2022. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/salvaterra/panorama. Acessado em 13/07/2023.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Histórico. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/salvaterra/historico. Acessado em 13/07/2023.

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

IDESP. Boletim de Desmatamento e Focos de Calor. n. 17. Belém, 2012.

LIMA, R. R; TOURINHO, M. M.; COSTA, José P. C. da.Várzeasflúvio-marinhas da Amazônia brasileira: Características e possibilidades agropecuárias. Belém: Ministério da Educação, Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Serviço de Documentação e Informação, 2001. 2ª edição, 341 págs.

LIMA, Ã. M. M.; OLIVEIRA, L. L., PONTINHAS, R. L.; LIMA, R. J. S. Ilha do Marajó: revisão histórica, hidroclimatologia, bacias hidrográficas e propostas de gestão. HOLUS Environment, 2005. V.5, N. 1, 65 pags.

LUZ, L. M. da; RODRIGUES, J. E. C; PONTE, F. C. da; SILVA, C. N. da. ATLAS GEOGRÁFICO. 2013.

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

MAPBIOMAS. Coleções de uso e ocupação do solo. Disponível em: https://mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas-1?cama_set_language=pt-BR. Acesso em: 13/07/2023.

MARTINS, S. E. M. Geomorfologia e sedimentologia dos depósitos sedimentares recentes da porção superior do estuário do rio Pará (baía de Marajó, Amazônia). - Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 2010. [123 f.] il. Dissertação (Mestrado). - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geociências. Porto Alegre, RS - BR, 2010.

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 ladiversidadbiologica, 1992. Disponível em: https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf. Acesso em: 12 julho 2023.

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 - FUNDEFLOR, 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 e dispõe sobre o Sistema Estadual de Unidades de Conservação da Natureza (SEUC), criado pelo art. 82 da Lei Estadual nº 5.887, 9 de maio de 1995.

PUREZA, Fabiana. Unidades de conservação. Matrix Editora, 2016.

RIBEIRO, Ronaldo Pimentel. A qualidade das águas subterrâneas da cidade de Salvaterra. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Recursos Hídricos, Universidade Federal do Pará, 2017.

RICHTER, C.A.; AZEVEDO NETTO, J.M. de. Tratamento de água: tecnologia atualizada. São Paulo. Editora Edgar Blücher LTDA. 2002. p. 1-38.

ROSSETI, D. F. Late CenozoicSedimentaryEvolution in Northeastern Pará, Barzil, withintheContextofSeaLevelChanges. Jornal of South American Earth Sciences. v.14, p. 77-89, 2001.

ROSSETI, D. F. Evolução sedimentar miocênica nos estados do Pará e Maranhão. Revistado Instituto de Geociências – USP, Geol. USP Sér. Cient., São Paulo, **6**(2) : 7-18, 2007.

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. Política de Recursos Hídricos do Estado do Pará. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. Belém: SEMA, 2012.

SETUR, SECRETARIA ESTADUAL DE TURISMO. Inventário turístico de Salvaterra-PA, 2018.

SOUZA, L. S. B.; ROSSETTI, D. F. Análise morfoestrutural na porção leste da Ilha do Marajó/PA. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14. (SBSR), Natal. Anais. São José dos Campos: INPE, 2009. p. 3387-3394. 2009.

TEIXEIRA, J.V.B.; COSTA, L.T.R. Estágio de Campo III: sub-área X, estudo integrado da região de Soure-Salvaterra-Marajó, PA. Belém: UFPA. Centro de Geociência. Departamento de Geologia. 153p. 1992.

TRANCOSO, R. Mudanças na cobertura da terra e alterações na resposta hidrológica de bacias hidrográficas da Amazônia. Dissertação de Mestrado. PPGBT – INPA/UFAM. p. 139, 2006.

TOMASELLA, J.; NEILL, C.; FIGUEIREDO, R.; NOBRE, A. D. Balanços Hídrico e Químico em Escala de Bacia de Drenagem Incluindo Exportações de Nutrientes de Florestas Intactas e Áreas Perturbadas. In: Amazoniaand Global Change, 2009.

Thorp, J.,& Smith, G. D. (1949). Highercategoriesofsoilclassification: order, suborder, andgreatsoilgroups. Soil Science, 67(2), 117-126.

VALERIANO, M.M. ROSSETTI, D.F. Topographicmodelingof Marajó island, Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário. 2007, Belém (Publicação digitalizada).

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