PROGEL
Gestão de recursos naturais

Relatório de Avaliação Ambiental
Açude do cote
Felipe Guerra/RN

RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL
AÇUDE DO COTE
FELIPE GUERRA/RN

PROGEL
Gestão de recursos naturais

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 6
2. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO E EMPREENDEDOR RESPONSÁVEL PELO RELATÓRIO ..... Erro! Indicador não definido.
2.1 EMPREENDEDOR RESPONSÁVEL ..... Erro! Indicador não definido.
2.2. EMPRESA RESPONSÁVEL PELO RELATÓRIO 7
3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO 8
3.1. APRESENTAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA E MICROBACIA 13
3.2. ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA 17
3.2.1 Dados da sub-bacia hidrográfica 18
3.2.2 Padrão de drenagem 18
3.3. ANÁLISE HÍDRICO DA REGIÃO – CARACTERIZAÇÃO DAS PRECIPITAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS 25
3.4. FONTES POLUIDORAS E CARACTERIZAÇÃO DAS OCUPAÇÕES (EDIFICAÇÕES (COMUNIDADES), FRUTICULTURA, ATIVIDADES PETROLÍFERAS 32
3.5. AVALIAÇÃO PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E BIOLÓGICOS 38
3.5.1. Análises físico-química da água 38
3.5.2. Coletas e análises biológicas 41
3.5.2.1. Análise da qualidade de sedimentos 41
3.5.3. Localização dos Pontos de Amostragem 43
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES 47
4.1 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA 47
4.2 ANÁLISE DA MICROBIOLOGIA DA ÁGUA 52
4.3 AVALIAÇÃO DA INTEGRIDADE BIÓTICA (EPA) 64
4.4 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AS CAMPANHAS 2023/2025 69
5 CONCLUSÃO 72
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 74
7. EQUIPE TÉCNICA 77
ANEXOS 79

Lista de Figuras

Figura 1 - Visualização ampla da poligonal do campo de petróleo e destaque para presença de trecho do açude do cote.....8
Figura 2 - Posição da área em estudo, em relação ao município de Felipe Guerra e estado do Rio Grande do Norte.....9
Figura 3 - Visualização da posição do açude estudado em relação ao município e campo de produção Asa Branca.....10
Figura 4 - Mapa de localização do Açude do Cote. 11
Figura 5 - Informações hidrológicas do município de Felipe Guerra/RN. 14
Figura 6 - Mapa da bacia hidrográfica 15
Figura 7 - Principais tipos de padrão de drenagem: (a) dendrítica; (b) treliça; (c) retangular; (d) paralela; (e) radial e (f) anelar (CHRISTOFOLETTI, 1980). 19
Figura 8 - Visualização da microbacia.....21
Figura 9 - Hierarquia Fluvial da sub-bacia do Rio Apodi-Mossoró 22
Figura 10 - Hipsometria e declividade da bacia hidrográfica Apodi Mossoró ...26
Figura 11 - Relatório EMAPRN referente aos últimos 03 anos.....28
Figura 12 – Visualização geral açude do Cote, zona rural de Felipe Guerra/RN. 31
Figura 13 - Visualização das atividades antrópicas no entorno da área em estudo. 37
Figura 14 – Registros da coleta de amostras para análise de qualidade da água, Açude do Cote. 40
Figura 15 – Ilustração de momento de coleta de amostra de sedimentos nos pontos no Açude do Cote e alguns materiais utilizados. 42
Figura 16 - Figura dos pontos de amostragem na área em estudo. 44
Figura 17 - Mapa de localização dos pontos de coleta e análise da água do Açude de Cote. 45
Figura 18- Fotografias ilustrativas dos locais de amostragem em maio de 2025. 46
Figura 19 – Mapa de análises físico-químicas nas parcelas que compõem o Açude do Cote. 51
Figura 20- Resultados dos parâmetros físico-químicos analisados, Ponto 1 ...52
Figura 21- Resultados dos parâmetros físico-químicos analisados, Ponto 2 ...52
Figura 22- Resultados dos parâmetros físico-químicos analisados, Ponto 3 ...52
Figura 23- Resultados dos parâmetros físico-químicos analisados, Ponto 4 ...53
Figura 24- Resultados dos parâmetros físico-químicos analisados, Ponto 7 ...53
Figura 25 - Densidade fitoplanctônica (Ind/mL) em ecossistemas aquáticos no entorno do município de Felipe Guerra-RN, em maio/2025.....57
Figura 26 - Densidade de organismos zooplanctônicos em ecossistemas aquáticos distribuídos no entorno do município de Felipe Guerra-RN, em maio/2025.....59
Figura 27 - Foto representativa da cobertura e estágios de decomposição das macrófitas aquáticas na estação de coleta 1.....62
Figura 28 - Visualização da área com vegetação submersa.....65
Figura 29 - Visualização da área com acúmulo de sedimentos. 66
Figura 30 - Visualização da área com solo exposto.....67

Lista de Tabelas

Tabela 1– Identificação do empreendedor......Erro! Indicador não definido.
Tabela 2– Informações cadastrais da empresa responsável pelo relatório......**7**
Tabela 3 - Características morfométricas **17**
Tabela 4 - Hierarquia fluvial......**23**
Tabela 5 - Densidade de drenagens da sub-bacia do Rio Apodi-Mossoró. **24**
Tabela 6 - Classificação de densidade de drenagens......**24**
Tabela 8 - Coordenadas dos pontos de coletas das análises químicas e biológicas.....**38**
Tabela 9- Análises de parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 -Artigo 15......**39**
Tabela 10- Variáveis físicas, químicas e biológicas por ponto de coleta em ecossistemas aquáticos no entorno do município de Felipe Guerra- RN, em maio/2025......**49**
Tabela 11 - Resumo comparativo entre as duas amostragens realizadas.....Erro! Indicador não definido.

Lista de Quadros

Quadro 3 - Lista de espécies fitoplanctônicas **54**
Quadro 4 - Lista de taxons zooplanctônicos. **58**
Quadro 5 -Síntese das condições qualidade de habitat. ..... Erro! Indicador não definido.

Lista de Anexos

Anexo 1 – Mapa de Localização
Anexo 2 – Imagem georrefenciada açude do cote
Anexo 3 – Mapas possíveis fontes poluidoras
Anexo 4 – Laudo laboratorial – análises físico-químicas
Anexo 5- Documentação fotográfica
Anexo 6 – ART´s

1. INTRODUÇÃO

A exploração e produção de petróleo e gás natural constituem atividades estratégicas para a segurança energética, o desenvolvimento econômico e o avanço tecnológico de uma nação. Do ponto de vista ambiental, a sua viabilidade está condicionada à adoção de políticas e práticas sustentáveis, que compatibilizem os interesses produtivos com a conservação dos ecossistemas e a valorização das comunidades localizadas no entorno das áreas de influência direta e indireta.

Os benefícios econômicos advindos da cadeia petrolífera são expressivos e abrangem desde a geração de emprego e renda até a dinamização de economias locais, por meio da contratação de serviços, fornecimento de bens e aumento da arrecadação fiscal. Esse setor também tem sido vetor de indução ao progresso tecnológico, estimulando o desenvolvimento de soluções de engenharia avançada, automação, monitoramento ambiental em tempo real e tecnologias para mitigação de impactos ambientais.

Entretanto, para que tais benefícios sejam legitimamente sustentáveis, é imprescindível considerar as populações que vivem nas áreas adjacentes às operações petrolíferas. A presença e o envolvimento ativo dessas comunidades são elemento-chave para o sucesso das iniciativas socioambientais e para a governança territorial. A escuta qualificada, o diálogo transparente e a implementação de mecanismos de participação social contribuem para o fortalecimento do capital social e institucional, ao mesmo tempo em que reduzem os conflitos e ampliam os ganhos coletivos.

Considerando o exposto acima, a Petrorecôncavo buscou por meio de consultoria especializada – empresa Progel, a elaboração desse relatório técnico, avaliar os parâmetros físico, químicos e biológicos do Açude do Cote, presente na comunidade Arapuá, zona rural de Felipe Guerra/RN – campo de produção Asa Branca, sendo registrado por algumas pessoas da comunidade o questionamento da possível contaminação do referido açude e julgando que seria ocasionado em virtude das atividades de petróleo.

2. EMPRESA RESPONSÁVEL PELO RELATÓRIO

A empresa responsável pelo relatório se encontra devidamente descrita na tabela 1.

Tabela 1– Informações cadastrais da empresa responsável pelo relatório.

IDENTIFICAÇÃO
RAZÃO SOCIAL: PROGEL – Projetos Geológicos Ltda – EPP **CNPJ/MF:** 05.167.985/0001-68 **INSCRIÇÃO MUNICIPAL:** 007.459-4 **CREA:** 4961 EM/RN **ENDEREÇO:** Rua Maria Auxiliadora da Silva, n. º 2 – Abolição III – CEP: 59617-020 – Mossoró/RN **TELEFONE:** (0xx84) 3317-5233 **FAX:** (0xx84) 3317-5233. **NÚMERO DE REGISTRO NO CADASTRO TÉCNICO FEDERAL DE ATIVIDADES POTENCIALMENTE POLUIDORAS E/OU UTILIZADORAS DOS RECURSOS AMBIENTAIS:** 282804 **REPRESENTANTE LEGAL:** Paulo César Ramos Coelho **CPF:** 143.602.683-00 **CREA:** 2103280709 **E-MAIL** comercial@progel.com.br **PESSOA DE CONTATO:** Adjane Monique de Sousa **CPF:** 012.603.884-84 **ENDEREÇO:** Rua Maria Auxiliadora da Silva, n.º 2 – Centro – CEP: 59617-020 – Mossoró/RN **FONE / FAX:** (0xx84) 3317-5233. **E-mail:** monique@progel.com.br

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo foi realizado no Açude do Cote, localizado na zona rural Sítio Cote, no município de Felipe Guerra, Rio Grande do Norte. O açude do Cote fica inserido parcialmente, dentro dos limites do campo de produção de petróleo Asa Branca, zona rural de Felipe Guerra/RN (figuras 1 e 2). Mapa de localização em anexo.

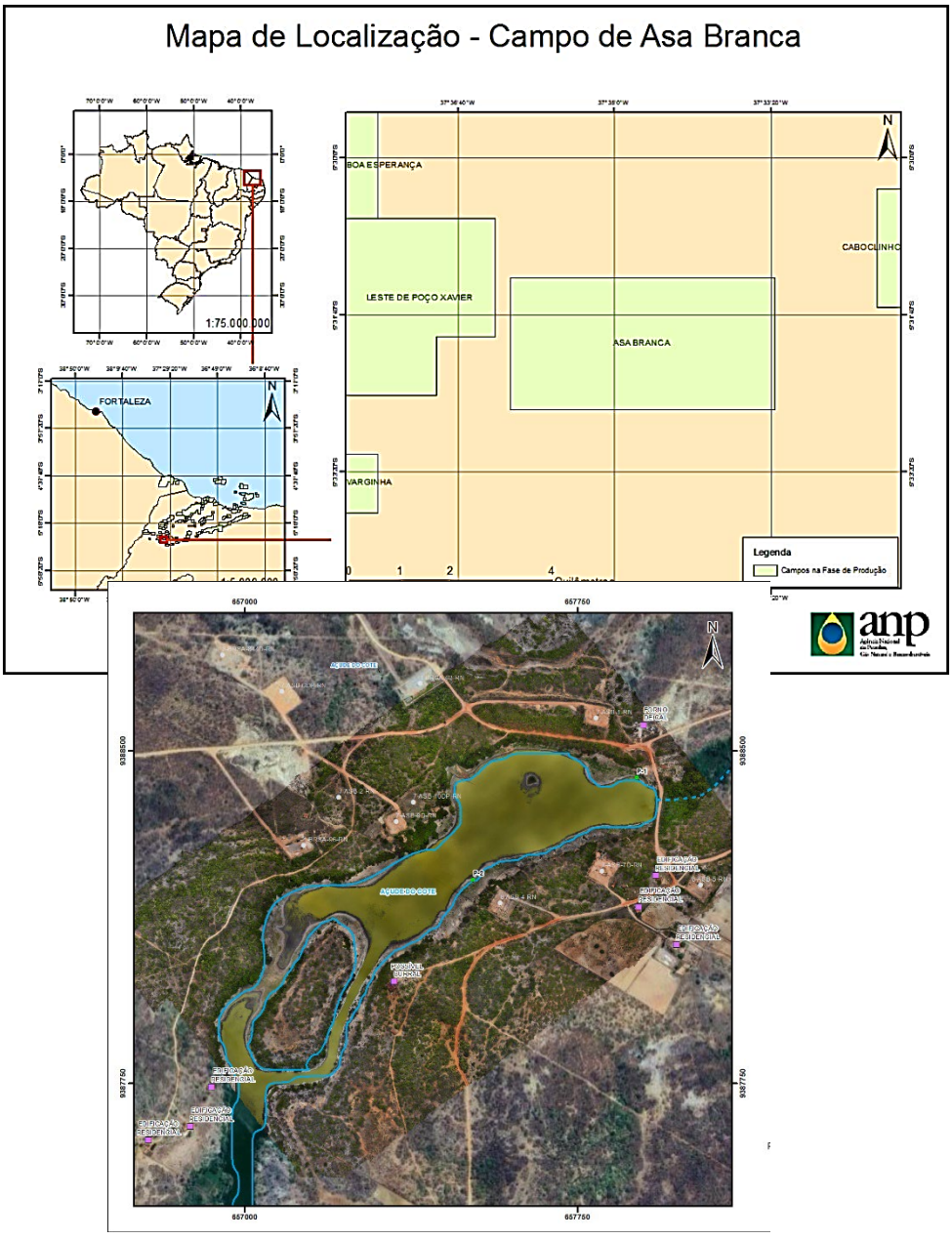


Figura 1 - Visualização ampla da poligonal do campo de petróleo e destaque para presença de trecho do açude do cote.

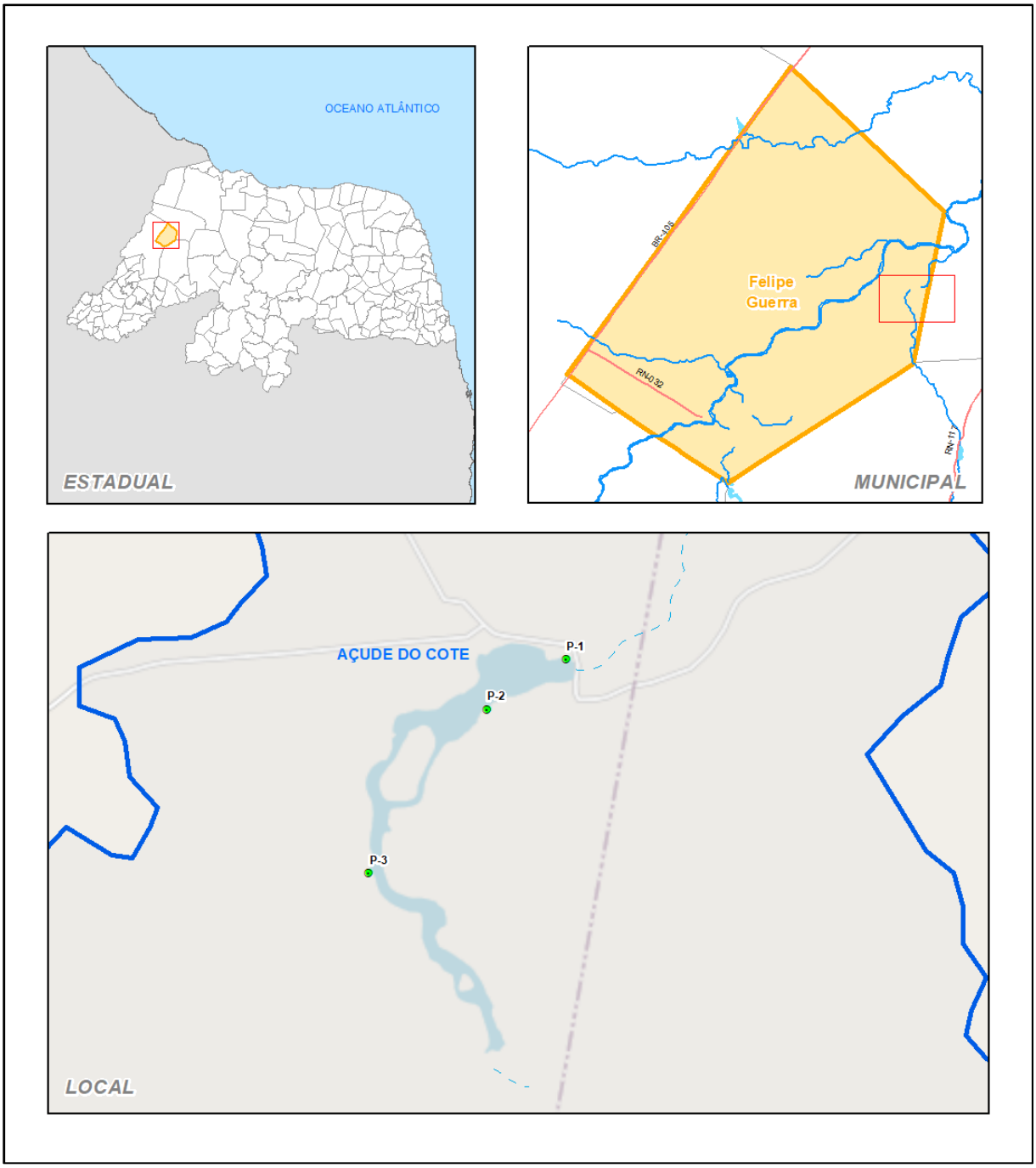


Figura 2 - Posição da área em estudo, em relação ao município de Felipe Guerra e estado do Rio Grande do Norte.

O acesso se dá pela RN-117 (saindo de Mossoró sentido Caraúbas) (Figura 3). Partindo da referida rodovia são utilizadas estradas vicinais para o acesso as locações em estudo. Mapa de localização em anexo.

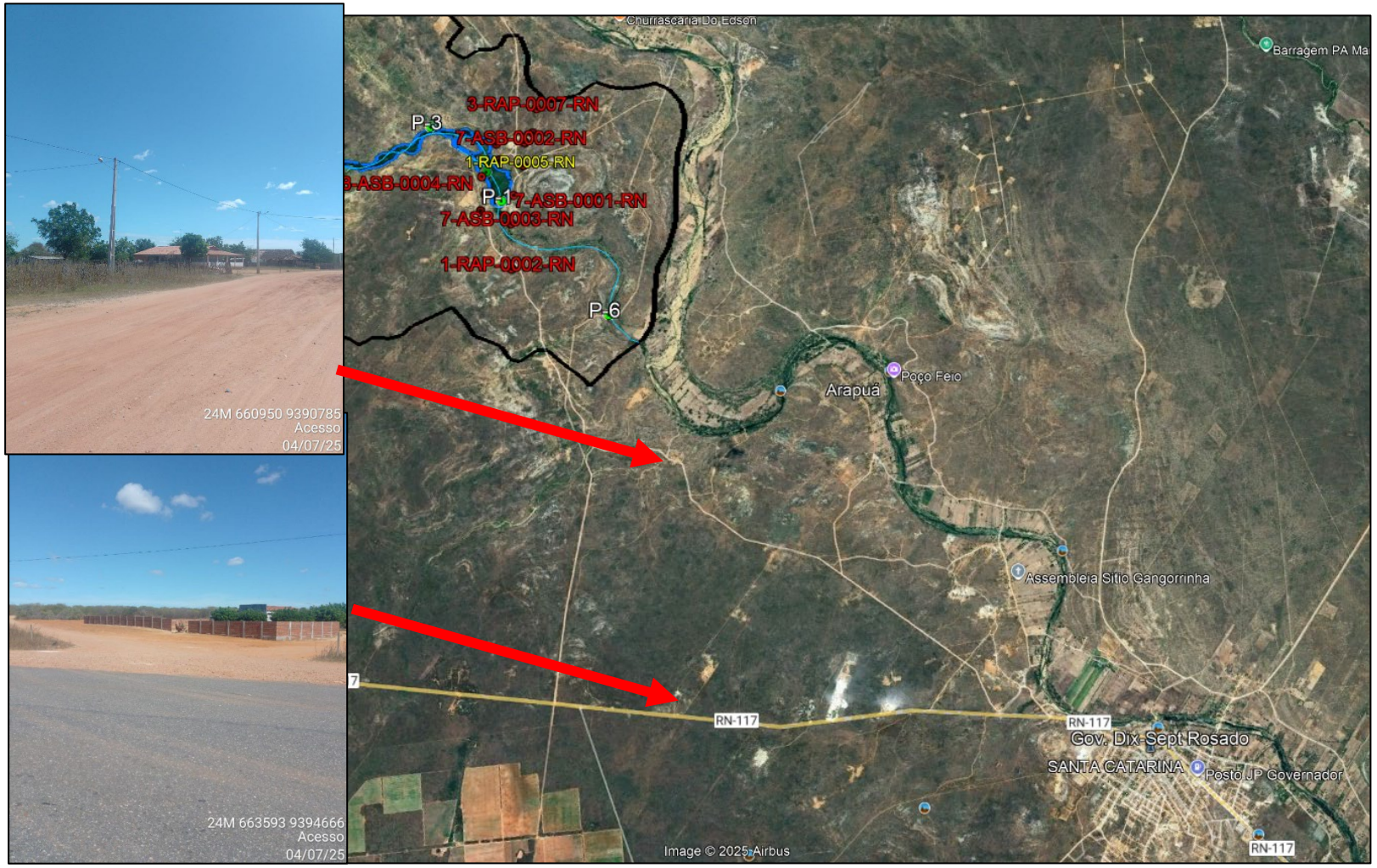


Figura 3 - Visualização da posição do açude estudado em relação ao município e campo de produção Asa Branca.

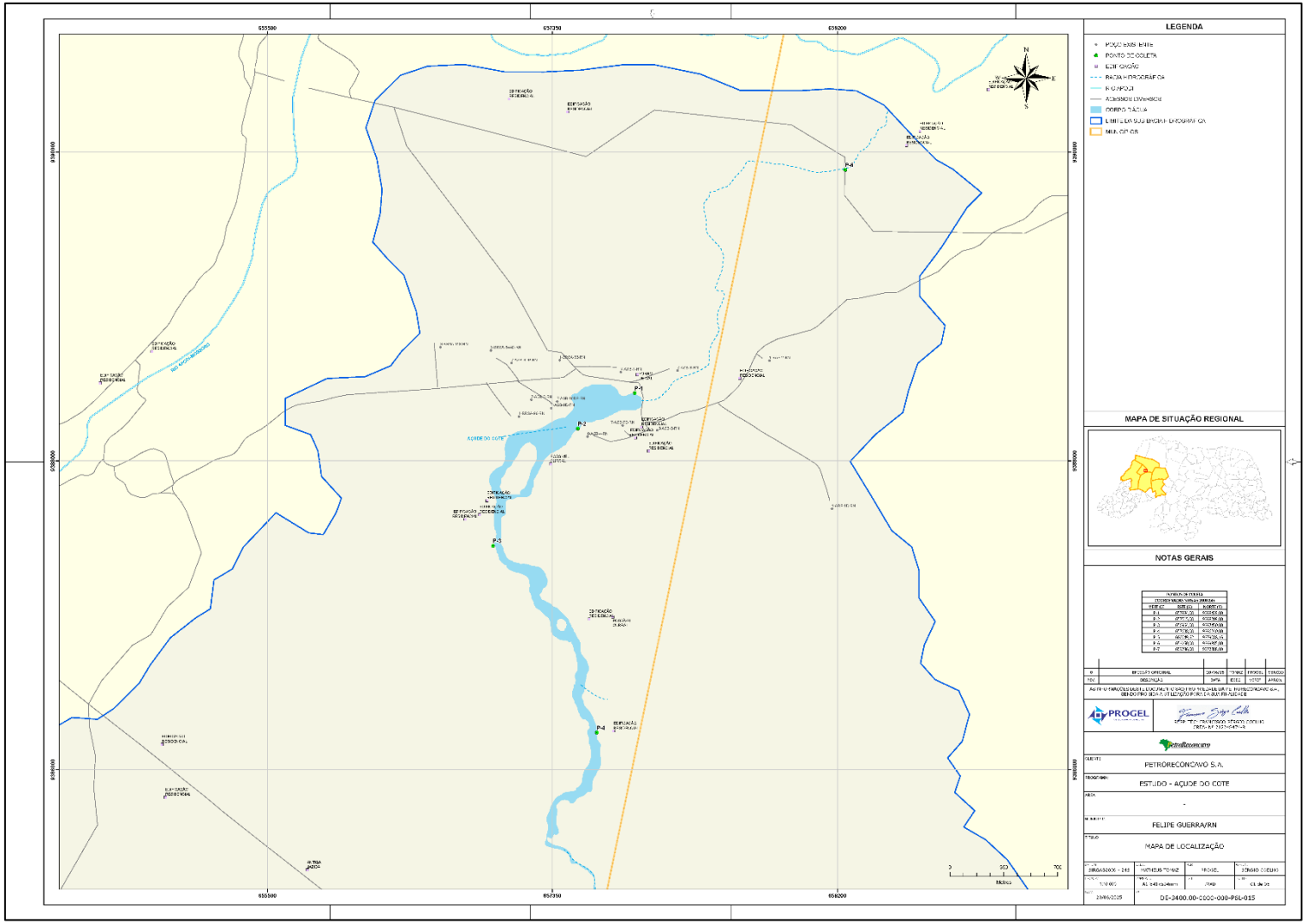


Figura 4 - Mapa de localização do Açude do Cote.

Segundo o IDEMA (acesso em 22/10/2010), Felipe Guerra/RN possui clima muito quente e semiárido, com estação chuvosa atrasando-se para o outono. Seu período chuvoso é de fevereiro a maio, e uma temperatura média nos seus 27,8°C. A vegetação é de caráter mais seco, com abundância de cactácea e plantas de porte mais baixo e espalhado. O município tem o relevo abaixo de 100 metros de altitude, localizado na Chapada do Apodi, com terras planas, formado por terrenos sedimentares, nas margens do rio Apodi-Mossoró. Nos aspectos geológicos, está situado em área de abrangência da Formação Jandaíra (Bacia Potiguar). Em sua bacia hidrográfica está o Aquífero Jandaíra, que é composto dominantemente por calcários, apresentando água geralmente salobra e uma composição química favorável à pequena irrigação, ainda conforme o Perfil do Idema.

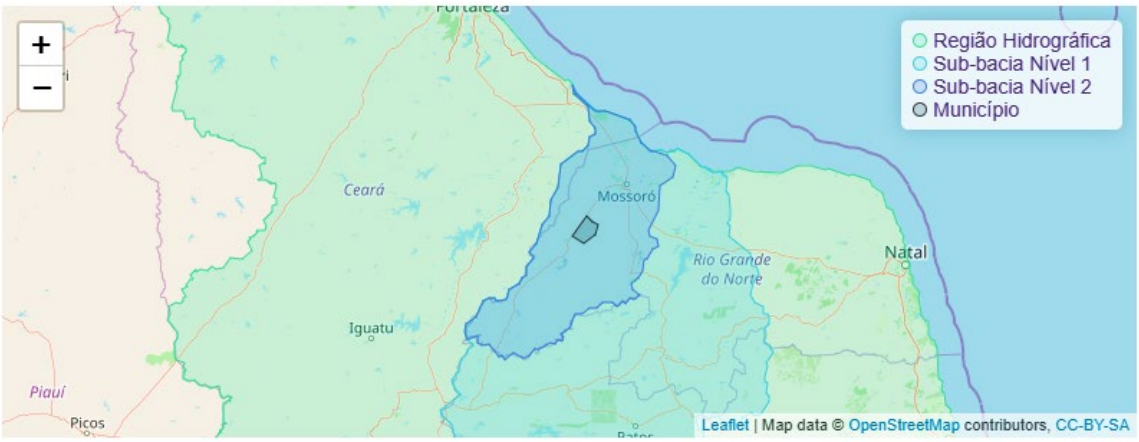
Em relação as atividades econômicas, baseia-se principalmente em agricultura, pesca, pecuária e serviços correlacionados, motivado pela grande participação da população local na agricultura. Oliveira, Silva & Silva (2009), já caracterizavam a região como modificada por atividades agropecuárias e pela construção civil, com consequências no aterramento do espaço alterando as características naturais dos olhos d'água.

Em entrevista aberta com alguns moradores do Sítio Cote, que vivem próximo à região do açude em questão, foi possível verificar que a comunidade está constituída em maioria por atividade de agricultura e a pesca, tendo entre eles pessoas de idade avançada e já aposentados. A maior parte dos resíduos gerados nas residências não recebem destinação adequada e, de acordo com os relatos, são depositados para queima. A água para uso doméstico não advém da Caern, e a comunidade é abastecida por carros de transporte e distribuição de água: carros pipa e poços artesianos. Além disso nos âmbitos da saúde, a população recebe visitas médicas na própria residência quando surge a necessidade, mas nota-se a ausência de unidades de atendimento para acompanhamento frequente na região. Vale ressaltar que o saneamento básico deficiente, incide em problemas ambientais, como possibilidade de contaminação de água e solo, bem como de aquíferos.

3.1. APRESENTAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA E MICROBACIA

Do ponto de vista hidrológico a região é composta pelos Aquíferos Jandaíra e Aluvião, formados predominantemente por calcário. Assim, apresentando em geral águas salobras, com composição química favoráveis a pequena irrigação (IDEMA, 2013, p. 9).

Considerando os dados da ANA, o município de Felipe Guerra, está inserido na Rede hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental.



Fonte: SNIRH/ANA

Região Hidrográfica	ATLÂNTICO NORDESTE ORIENTAL
Subbacia Nível 1	PIRANHAS
Subbacia Nível 2	APODI
Unidade Estadual de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos	Apodi Mossoró
Principais rios (percentual do rio dentro do município)	Rio Apodi (46,93%), Riacho do Abreu (20,36%), Riacho da Forquilha (7,13%)
Manancial(is) de abastecimento	Subterrâneo
Tipo(s) de manancial(is)	Subterrânea
Classificação do(s) manancial(is)	Manancial com Média Vulnerabilidade
Índice de segurança hídrica	Baixa

Fonte: SNIRH/ANA

Fonte: https://infosanbas.org.br/municipio/felipe-guerra-rn/

Figura 5 - Informações hidrológicas do município de Felipe Guerra/RN.

Segundo Christofoletti (1980), a análise das características físicas de uma bacia hidrográfica tem aplicação nas seguintes áreas: escolha de fontes para abastecimento de água; projeto e construções de obras hidráulicas; projetos de drenagem; irrigação; regularização de Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.3947 3947 corpos d'água e controle de inundações; controle da poluição; controle de erosão; navegação; aproveitamento hidroelétrico; operação de sistemas hidráulicos complexos; recreação e preservação do meio ambiente e preservação e desenvolvimento da vida aquática.

A área de influência direta e indireta do empreendimento, compreende terrenos situados na bacia hidrográfica Apodi/Mossoró (Figura 6).

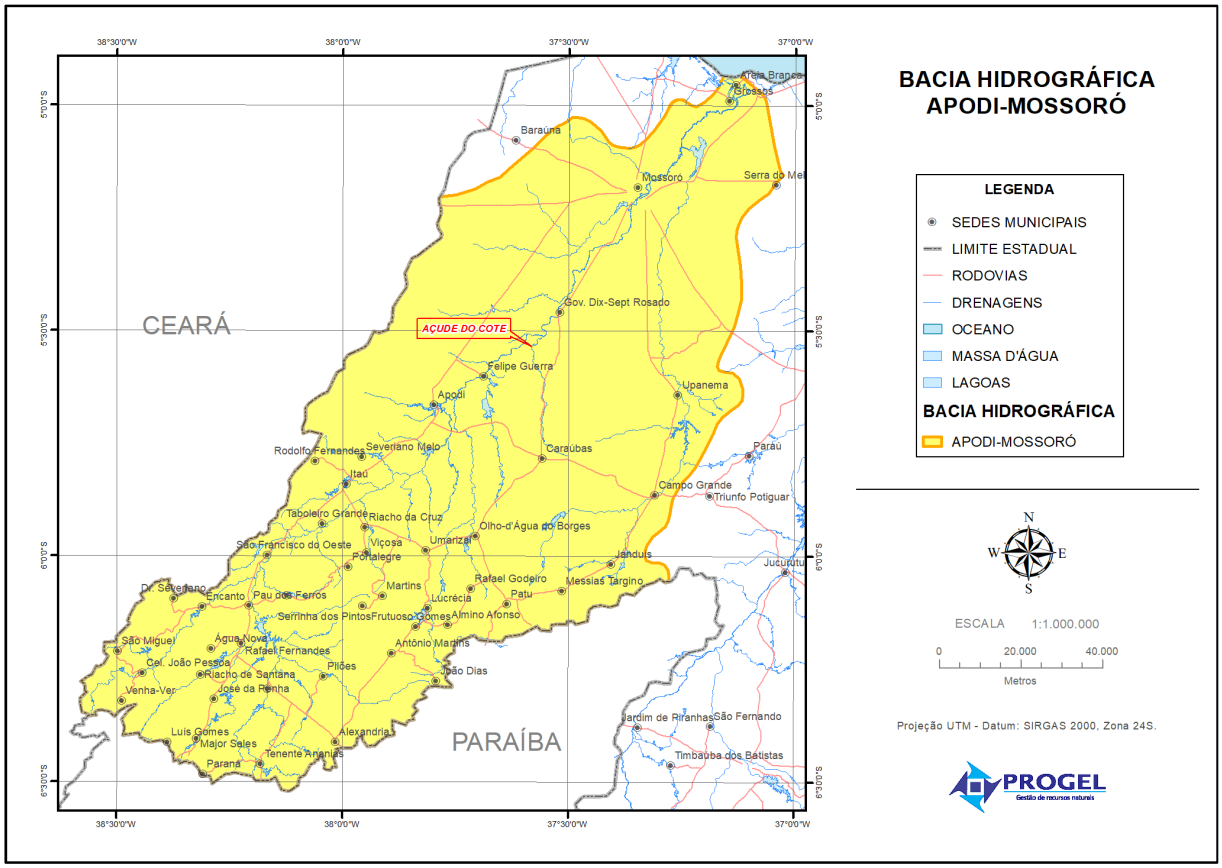


Figura 6 - Mapa da bacia hidrográfica

A estrutura física das bacias hidrográficas é caracterizada por cursos d'água que apresentam os seguintes padrões de drenagens: dendrítico, subparalelo, radial e anastomosados. Esses padrões estão intimamente relacionados ao modelamento geomorfológico e a geologia da bacia. Uma observação importante é com relação à calha dos rios Apodi/Mossoró, rio do Carmo e Piranhas/Açu, que são orientadas geologicamente pelo sistema de falhamento associado à Falha de Areia Branca.

Bacia Hidrográfica Apodi/Mossoró

A área de influência direta do estudo ambiental encontra-se majoritariamente inserida no baixo curso da Bacia Hidrográfica Apodi/Mossoró. Esta bacia é a segunda maior do Estado, ocupando uma área de 14.271 Km^2 (27% do território). O rio Apodi-Mossoró nasce na serra de Luís Gomes, recebendo, nos invernos rigorosos, águas da lagoa de Apodi, sendo o principal rio dos municípios de Pau dos Ferros, Apodi, Felipe Guerra, Governador Dix-Sept Rosado e Mossoró (SEMARH, 2007).

O canal desta bacia é erosivo nos primeiros 100 km, trecho em que disseca a Depressão Sertaneja. As nascentes situam-se na porção SW deste estado, mais exatamente na porção NE da Serra de Pereiro entre 350 e 500 m.

Em seu baixo e médio curso, entretanto, desenvolve características de um rio de planície, situado sobre os sedimentos mesozóicos da sequência pós-rifte da bacia sedimentar potiguar. Nesse trecho, forma um vale alinhado de direção NE-SW. Sua largura inicia-se com cerca de 250 m e termina na foz com aproximadamente 8 km em um eixo longitudinal de 70 km, apresentando desnível da ordem de 0,06°.

Em seu alto curso, observa-se que a elevada densidade de drenagem resulta de sua relação com o embasamento pré-cambriano. Nesse caso, os padrões dendrítico e sub-dendrítico resultam da impermeabilidade das rochas cristalinas e o padrão paralelo resulta da conformação da drenagem às estruturas tectônicas, principalmente relevos orientados segundo as direções das principais zonas de cisalhamento. O *trend* NE-SW controla feições erosionais dos maciços formando vales incisos ao longo desta direção.

No baixo curso do rio Apodi-Mossoró, a diminuição da densidade dos canais se dá em função da maior permeabilidade do substrato constituído por arenitos da Formação Açu e calcários da Formação Jandaíra (Sequência pós-rifte da bacia sedimentar potiguar). Nessa área, o vale do rio Apodi-Mossoró está embutido em uma

depressão de aproximadamente 100 m de profundidade e disseca o centro da bacia sedimentar potiguar.

3.2. ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA

A água constitui um dos elementos físicos mais importantes na composição da paisagem terrestre, interligando fenômenos da atmosfera inferior e da litosfera, e interferindo na vida vegetal, animal e humana, a partir da interação com os demais elementos de seu ambiente de drenagem. Dentre as múltiplas funções da água destaca-se seu papel como agente modelar do relevo da superfície terrestre, controlando tanto a formação como o comportamento mecânico dos mantos de solos e rochas. (COELHO NETTO, 2007).

A Geomorfologia Fluvial engloba o estudo dos cursos d'água e os das bacias hidrográficas. Enquanto o primeiro se detém nos processos fluviais e nas formas resultantes do escoamento das águas, o segundo considera as principais características das bacias hidrográficas que condicionam o regime hidrológico.

A caracterização morfométrica de uma bacia hidrográfica consiste na descrição sucinta dos fatores topográficos, geológicos, geomorfológicos e de ocupação do solo intervenientes na geração de escoamento e na determinação de coeficientes definidores de forma, drenagem, declividade da bacia, entre outros. A tabela 3 apresenta as principais características morfométrica da bacia hidrográfica estudada.

Tabela 2 - Características morfométricas

CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA	
Geometria	Área da Bacia Hidrográfica (km²)
	Perímetro (km)
	Comprimento do rio principal (Km)
ÍNDICE PADRÃO DE DRENAGEM	
Análise linear	Densidade de drenagem Dd (km/km²)
	Hierarquia Fluvial
	Padrão de drenagem

Para auxiliar a delimitação dos limites hidrográficos do açude do Cote, foi utilizada a base cartográfica do Exército Brasileiro que inclui as seguintes cartas topográficas, em escala 1:100.000: Quixeré, SB-24-X-C-III; Mossoró, SB-24-X-D-I; Apodi, SB-24-X-C-VI; Augusto Severo, B-24-X-D-IV; Pau dos Ferros, SB-24-Z-A-II e Catolé do Rocha, SB-24-Z-A-III, para a delimitação da sub-bacia hidrográfica foi utilizada a imagem do sistema sensor PALSAR (Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar) que faz parte de um dos três instrumentos a bordo do satélite de imageamento orbital ALOS-1 (Advanced Land Observing Satellite-1), com resolução espacial de 12,50 m. Por se tratar de um sistema ativo de imageamento, no comprimento das micro-ondas (Banda L) as imagens não são afetadas por condições meteorológicas e operável tanto durante o dia quanto à noite.

3.2.1 Dados da sub-bacia hidrográfica

A área de drenagem ou área de contribuição corresponde a toda área drenada pelo conjunto do sistema fluvial, em projeção horizontal, inclusa entre seus divisores topográficos. A área de uma bacia hidrográfica é o elemento básico para o cálculo de outras várias características físicas.

O perímetro por definição, é a soma de todos os lados de uma figura plana, e nesse caso corresponde ao comprimento dos limites estabelecidos pelos seus divisores de água.

Para a área de estudo foi delimitado uma sub-bacia do Rio Apodi-Mossoró considerando toda a área a montante do açude do Cote incluindo todos os afluentes que desaguam no rio principal.

O comprimento do canal principal de uma bacia, é definido como a distância que se estende ao longo do curso d'água, desde a desembocadura (foz) até sua nascente.

3.2.2 Padrão de drenagem

O estudo dos padrões de drenagem foi assunto amplamente debatido na literatura geomorfológica. De acordo com CHRISTOFOLETTI (1980), os padrões de drenagem referem-se ao arrajamento espacial dos cursos fluviais, que podem ser

influenciados em sua atividade morfogenética pela natureza e disposição das camadas rochosas, pela resistência litológica variável, pelas diferenças de declividade e pela evolução geomorfológica da região. Desta forma, o conhecimento mais detalhado do sistema de drenagem é de grande importância para o estudo de uma bacia hidrográfica. A figura 7 apresenta os principais tipos de padrão de drenagem.

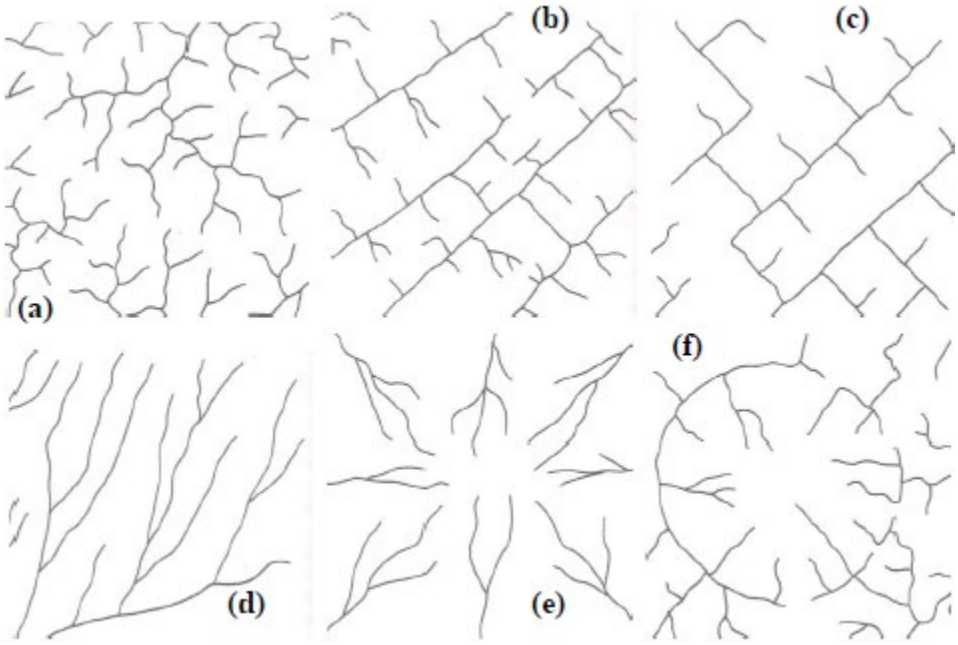


Figura 7 - Principais tipos de padrão de drenagem: (a) dendrítica; (b) treliça; (c) retangular; (d) paralela; (e) radial e (f) anelar (CHRISTOFOLETTI, 1980).

O padrão de drenagem que caracteriza a bacia hidrográfica em apreço pode ser definido genericamente como de padrão Dentrítico, pois seu desenvolvimento se assemelha à configuração de uma árvore, cujos ramos formados pelas correntes tributárias distribuem-se em todas as direções sobre a superfície do terreno, e se unem formando ângulos agudos de graduações variadas, mas sem chegar nunca ao ângulo reto. A presença de confluência em ângulos retos, no padrão dentrítico, constitui anomalias que se deve atribuir, em geral, aos fenômenos tectônicos. Esse padrão é tipicamente desenvolvido sobre rochas de resistência uniforme, ou em estruturas sedimentares horizontais.

O Açude do Cote possui aproximadamente uma área de 37,714 há, apresenta caráter intermitente e está inserido na Bacia Hidrográfica Apodi-Mossoró, em uma sub-bacia com área de 28.370,592 há (Figura 8). Considerando o objetivo do relatório em tela, de ir além de registrar a ausência de contaminantes por hidrocarbonetos, projetou-se também a subbacia, com finalidade de identificar os principais afluentes e parcelamento do solo no entorno do açude do cote e que interfiram na qualidade da água, bem como contribua com o processo de eutrofização.

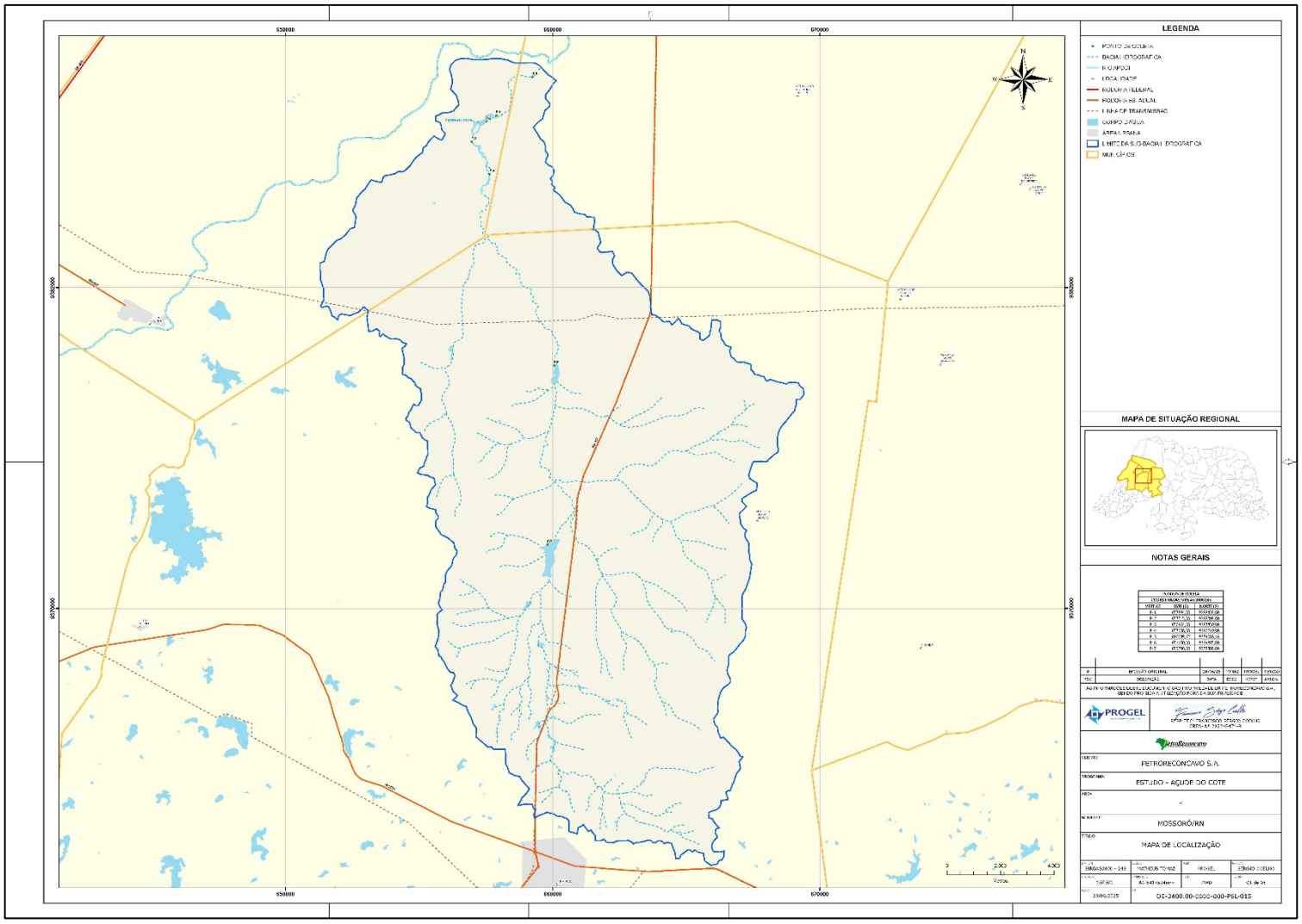


Figura 8 - Visualização da sub-bacia.

3.2.3 Hierarquia fluvial

Definir a hierarquia da rede fluvial, segundo CHRISTOFOLETTI (1980), consiste no processo de se estabelecer a classificação de determinado curso d'água (ou da área drenada que lhe pertence), no conjunto total da bacia hidrográfica na qual se encontra. Ainda segundo o autor, isto é realizado em função de facilitar e tornar mais objetivos os estudos morfométricos sobre a bacia hidrográfica.

No modelo de STRAHLER, proposto em 1952 é o mais utilizado até hoje, os canais de primeira ordem são aqueles que não possuem nenhum tributário, estendendo-se desde a nascente até a confluência; os canais de segunda ordem são formados por dois canais de primeira ordem e somente recebem afluentes de primeira ordem; os canais de terceira ordem surgem da confluência de dois canais de segunda ordem, podendo receber afluentes de segunda e primeira ordens; os canais de quarta ordem são aqueles formados pela confluência de dois canais de terceira ordem, podendo receber tributários de ordens inferiores, e assim sucessivamente (figura 9).

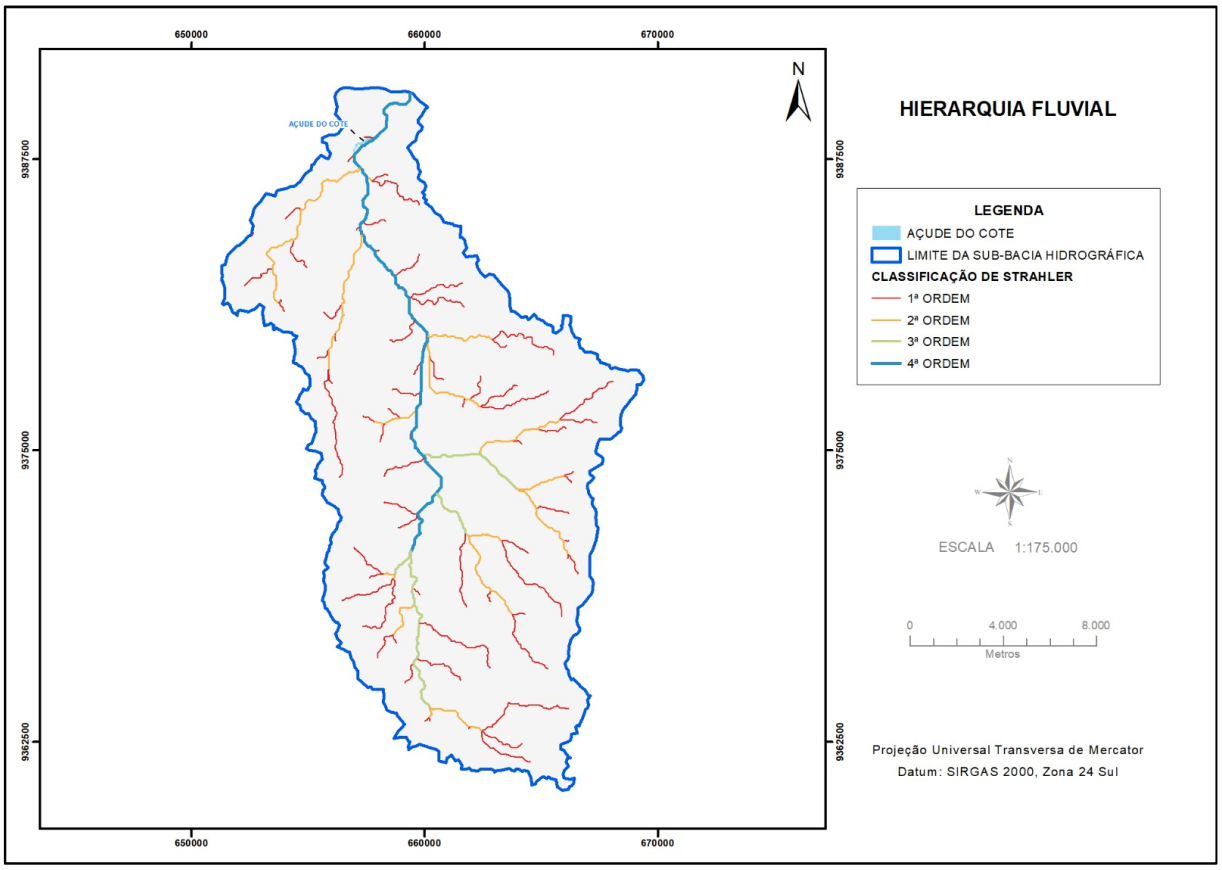


Figura 9 - Hierarquia Fluvial da sub-bacia do Rio Apodi-Mossoró

A tabela 4 demonstra como foi determinada a hierarquia fluvial da bacia em estudo utilizando o método de STRAHLER (1952). A aplicação do método revelou que o Rio Apodi-Mossoró são de quarta ordem.

Tabela 3 - Hierarquia fluvial.

Ordem	Quant. de Drenagens	Comprimento Médio (km)
1ª	121	0,89
2ª	56	0,89
3ª	38	0,46
4ª	46	0,55

3.2.4 Análise areal da bacia hidrográfica

Segundo CHRISTOFOLETTI (1980), na análise das bacias hidrográficas estão inseridos vários índices nos quais intervêm medições planimétricas, além de medições lineares. Os índices analisados são apresentados a seguir, sendo que os principais parâmetros geométricos, tais como, área e perímetro da bacia, comprimento e desnível do curso d'água.

3.2.5 Densidade de drenagem

A densidade de drenagem indica a eficiência da drenagem da bacia, quanto mais eficiente o sistema de drenagem da bacia, mais rapidamente a água do escoamento superficial originada da chuva chegará à saída da bacia.

A densidade de drenagem correlaciona o comprimento total dos canais de escoamento com a área da bacia hidrográfica. O cálculo da densidade de drenagem é importante na análise da bacia porque apresenta relação inversa com o comprimento dos rios. À medida que aumenta o valor numérico da densidade há diminuição quase proporcional do tamanho dos componentes fluviais da bacia de

drenagem (CHRISTOFOLETTI, 1980). A tabela abaixo ilustra a densidade de drenagem da sub-bacia do Rio Apodi-Mossoró.

Tabela 4 - Densidade de drenagens da sub-bacia do Rio Apodi-Mossoró.

Sub-Bacia Hidrográfica	**Comprimento total dos cursos d'água (km)**	**Área da Bacia Hidrográfica (km²)**	**Densidade de Drenagem Dd (km/km²)**
Rio Apodi-Mossoró	2,79	270,77	0,01

Segundo GARCEZ & ALVAREZ (1998), se existir um número bastante grande de cursos de água numa bacia, relativamente sua área, o deflúvio atinge rapidamente os rios, e, assim sendo, haverá provavelmente picos de enchentes altos e deflúvios de estiagem baixos.

A densidade de drenagem depende do clima e das características físicas da bacia hidrográfica. O clima atua tanto diretamente, através do regime e da vazão dos cursos d'águas, como indiretamente, com influência sobre a vegetação.

Segundo VILLELA & MATTOS (1975), embora existam poucas informações sobre densidade de drenagem de bacias hidrográficas, pode-se afirmar que este índice varia de 0,5 km/km², para bacias com drenagem pobre, a 3,5 km/km² ou mais, para bacias excepcionalmente bem drenadas. BELTRAME (1994) apresenta uma tabela com valores de densidade de drenagem. A tabela 6, apresenta a classificação dos valores de densidade de drenagem.

Tabela 5 - Classificação de densidade de drenagens.

Valores de Dd (km/km²)	**Qualificação da Dd**
Menor que 0,50	Baixa
De 0,50 a 2,00	Mediana
De 2,01 a 3,50	Alta
Maior que 3,50	Muito Alta

A densidade de drenagem foi inicialmente definida por HORTON (1945), podendo ser calculada pela Equação 1.

$$Dd = \frac{L_t}{A}$$ Equação 1

Onde:

L_t = comprimento total dos canais;

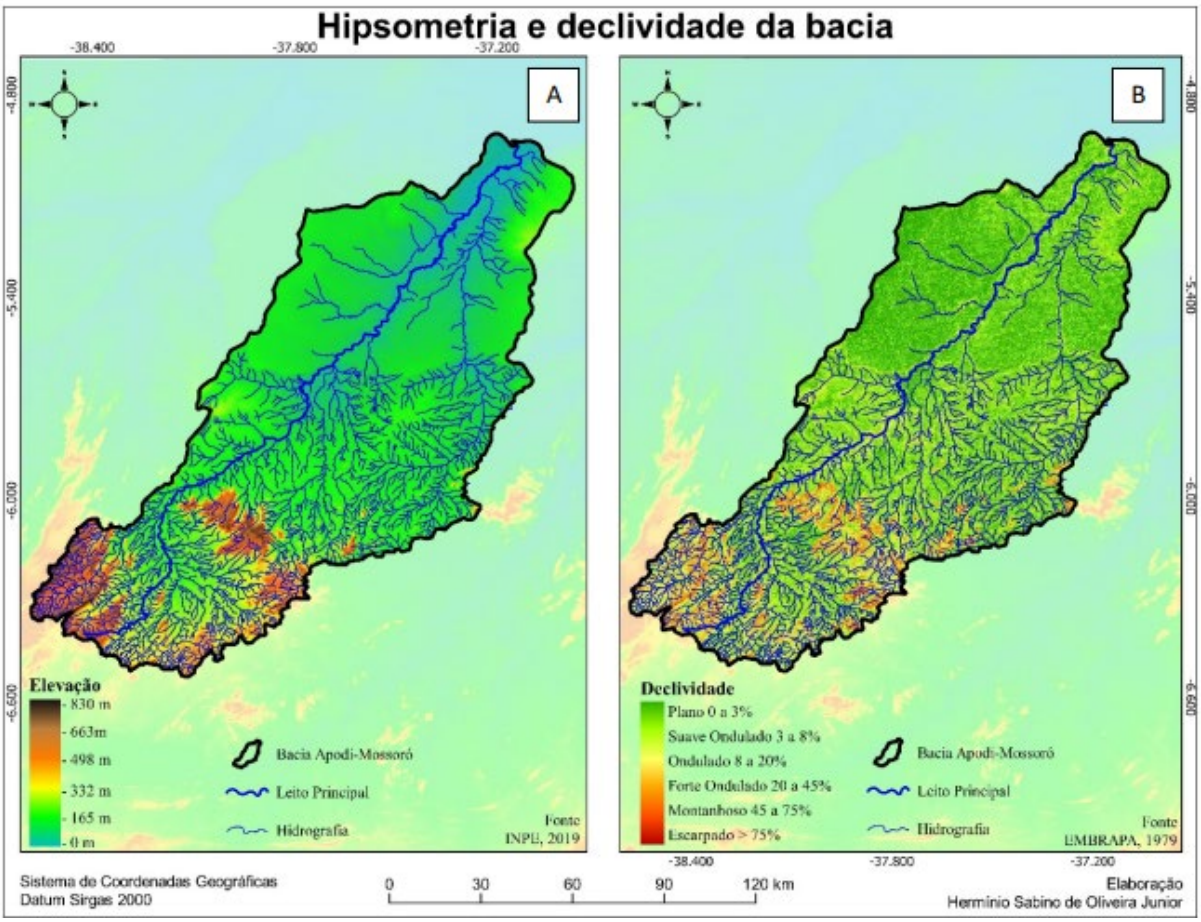
A = área da bacia hidrográfica

A aplicação da equação forneceu densidade de drenagem (Dd) da bacia em estudo igual a 0,01 km/km². Este valor de densidade de drenagem qualifica a bacia como de densidade baixa.

3.3. ANÁLISE HÍDRICO DA REGIÃO – CARACTERIZAÇÃO DAS PRECIPITAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS

Filho, Sobrinho e Junior 2021, destacam que o quantitativo de recursos hídricos disponível numa bacia hidrográfica está diretamente ligado às características edafoclimáticas da bacia, como solo, precipitação e evapotranspiração. Em condições de clima semiárido, em que os índices pluviométricos são baixos e muito variáveis no tempo e no espaço e as taxas de evapotranspiração são elevadas, a disponibilidade hídrica tende a ser menor. Além disso, em condições semiáridas, em função das altas temperaturas no ano inteiro e das grandes variações meteorológicas anuais e interanuais, ocorre um forte efeito da elasticidade hidrológica nas bacias hidrográficas situadas nessas regiões.

O tipo de clima predominante ao longo de sua bacia hidrográfica, segundo a Classificação climática de W. Köppen, é BSwh', ou seja, clima seco, muito quente, com o quadrimestre chuvoso (fevereiro-maio) ocorrendo no final da estação de verão, atrasando-se para o outono, e com a temperatura do mês mais frio maior que 18 oC. No extremo sudoeste da bacia, numa pequena área onde encontramse suas nascentes, ocorre, segundo a classificação de W. Köppen, um tipo Aw´, caracterizado por um clima tropical chuvoso com verão seco e estação chuvosa, também, no verão, atrasando-se para o outono (figura abaixo).



Fonte: Filho, Sobrinho e Junior, 2021

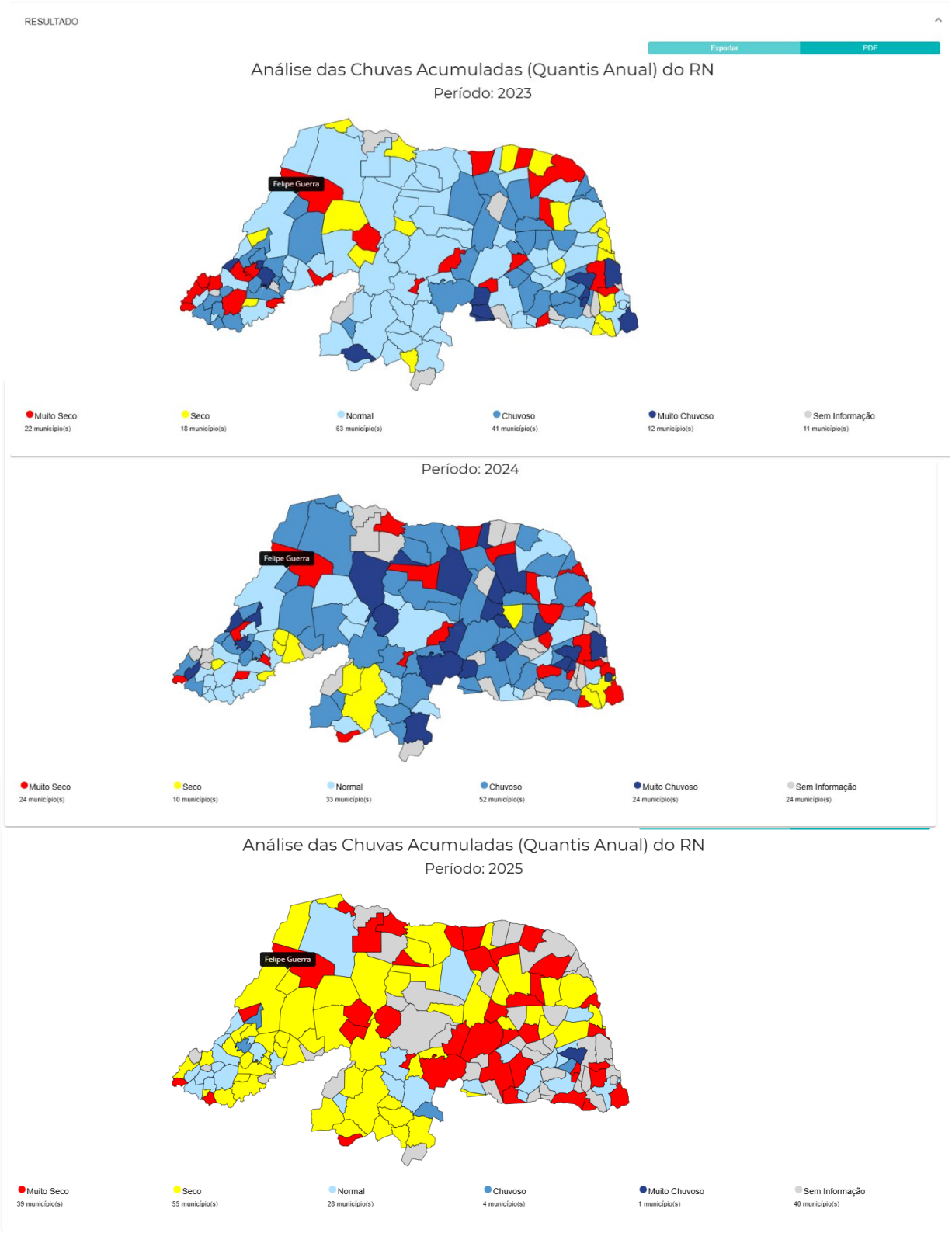
Figura 10 - Hipsometria e declividade da bacia hidrográfica Apodi Mossoró

Importante registrar que para se considerar e compreender a dinâmica do volume acumulado nas bacias, subacias e afluentes, além de registrar os dados pluviométricos do município em questão, deve-se considerar também todos os municípios associados a bacia.

Para o município de Felipe Guerra e estado do Rio Grande do Norte, apresenta-se na figura 11, informações sobre a classificação da EMPARN para os anos 2023-2025. O ano de 2023, considerando uma visão global – municípios da bacia hidrográfica, pode-se inferir que foi um ano de escassez de chuvas, enquanto para o ano de 2024, registrou-se maior ocorrências de chuvas. A precipitação pluviométrica no Rio Grande do Norte em 2024 teve um primeiro trimestre com chuvas acima da média esperada, com 454,3 mm, o que representa 45,2% acima do esperado. As chuvas ficaram acima da média em todas as regiões do estado, com destaque para

as regiões do Agreste Potiguar e outras. Em janeiro, as chuvas ficaram 29,4% acima da média, e em março, atingiram 43% da média esperada para o mês.

Para o ano de 2025, o estado do Rio Grande do Norte (RN) teve um acumulado de chuvas que variou bastante entre as cidades e meses, mas em efeito acumulativo considera-se pela EMPARN como um período de poucas chuvas.



Fonte: https://meteorologia.emparn.rn.gov.br/graficos?tipo=quantisAnoCorrente

Figura 11 - Relatório EMAPRN referente aos últimos 03 anos

Com a sazonalidade, e a redução do acúmulo de água nos corpos hídricos, evidencia-se dentre outras situações, visualmente o acúmulo de matéria orgânica, sendo registrado conforme as imagens na figura abaixo:

a) Imagem setembro de 2024 – açude do cote ainda refletindo o recebimento de água dos afluentes e período chuvoso regional
b) Imagem fevereiro de 2025 – açude do cote ainda refletindo o recebimento de água dos afluentes, mas perceptível a redução do volume de água e visível a mancha de eutrofização
c) Imagem julho de 2025 – açude do cote refletindo a escassez das chuvas, perceptível a redução do volume de água e visível a mancha de eutrofização

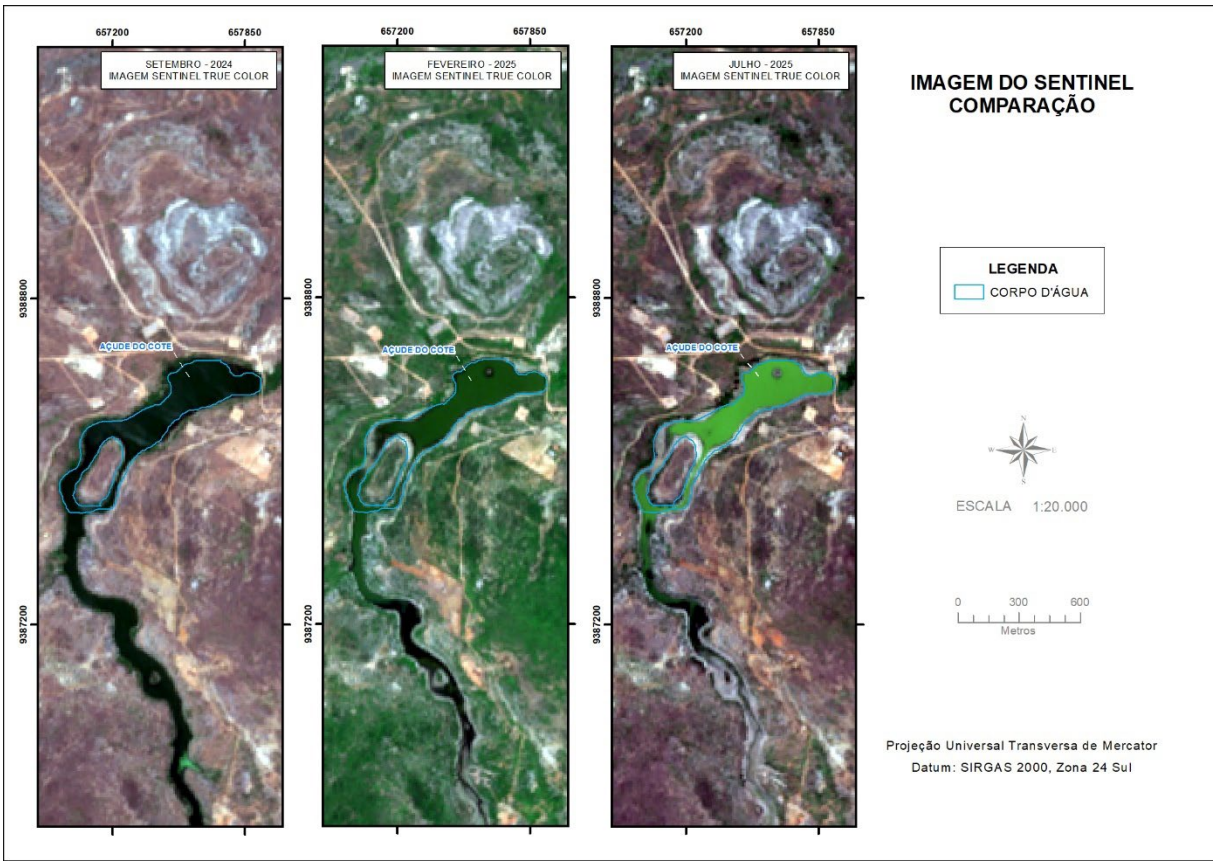


Figura 12 - Registro de períodos refletindo a variação do acúmulo de água e a visibilidade da mancha – eutrofização.

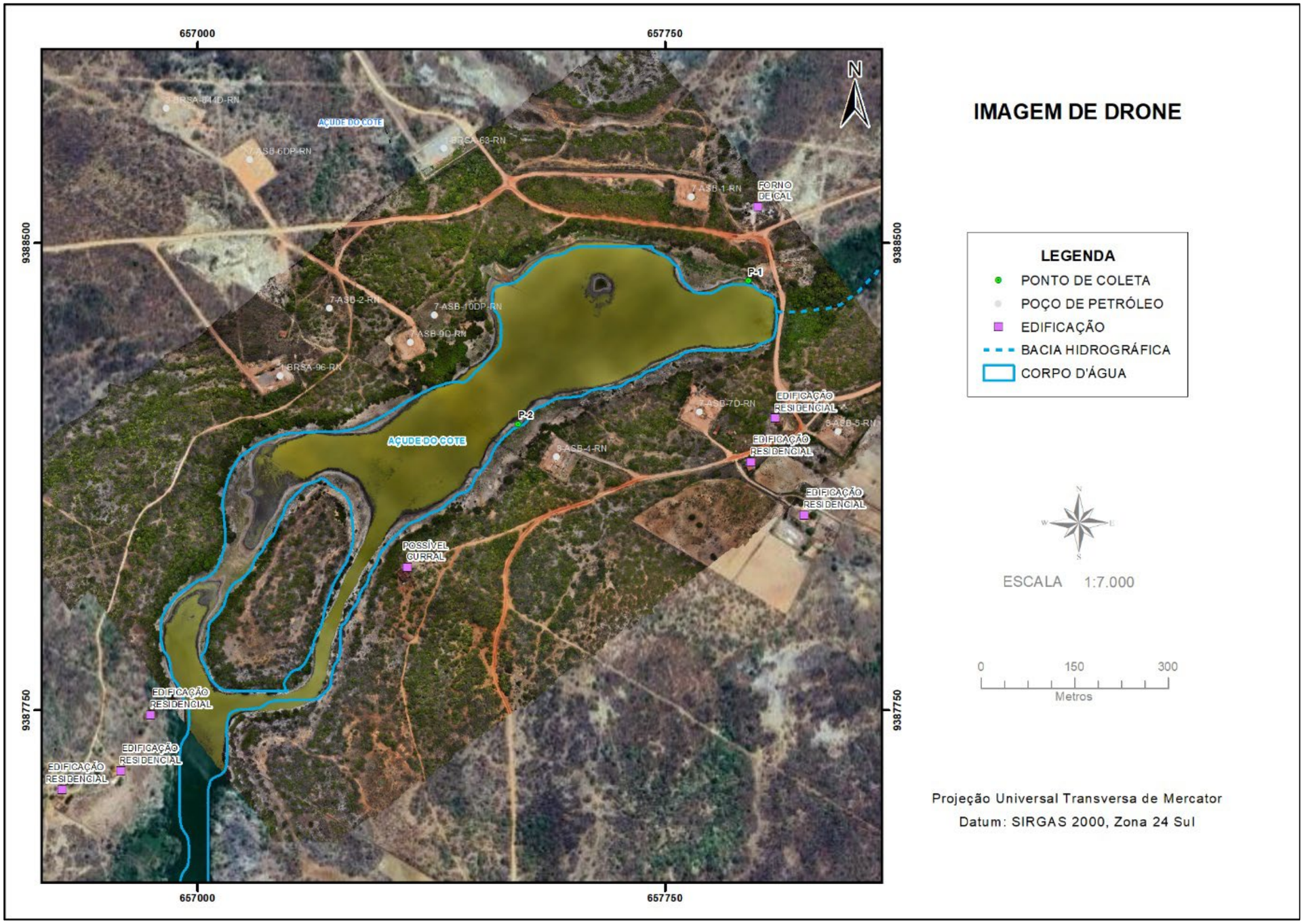
Considerando o relato de moradores locais sobre a presença de uma mancha esverdeada na lâmina d'água do referido açude, é possível, à primeira vista, inferir que tal fenômeno está diretamente relacionado ao acúmulo excessivo de matéria orgânica no corpo hídrico.

Essa hipótese é reforçada pela observação de múltiplos fatores antrópicos que contribuem para a carga orgânica no sistema (figuras abaixo), entre os quais destacam-se:

- a existência de moradias com sistema de esgotamento sanitário ineficiente ou inexistente, o que favorece o lançamento de efluentes domésticos diretamente no manancial;
- a utilização do açude por bovinos para dessedentação e termorregulação, promovendo o aporte de nutrientes (particularmente nitrogênio e fósforo) por meio das excretas animais;
- a prática agrícola no entorno da área, muitas vezes sem a devida conservação do solo e sem barreiras de contenção de sedimentos e fertilizantes, o que intensifica a lixiviação e carreamento de resíduos orgânicos e agrotóxicos;
- e as atividades de extração artesanal que podem promover a mobilização de sedimentos e o comprometimento da qualidade físico-química da água.

Todos esses elementos configuram um ambiente propício à eutrofização do açude, processo caracterizado pela proliferação excessiva de organismos fotossintetizantes, como algas e cianobactérias, resultando na coloração esverdeada visível à superfície da água.

Figura 13 - Visualização açude do cote – destaque para a cor da água.



Fonte: Imagem georreferenciada – drone Mavic. Progel, 2025

Figura 14 – Visualização geral açude do Cote, zona rural de Felipe Guerra/RN.

3.4. FONTES POLUIDORAS E CARACTERIZAÇÃO DAS OCUPAÇÕES (EDIFICAÇÕES (COMUNIDADES), FRUTICULTURA, ATIVIDADES PETROLÍFERAS

A região sofre com condições climáticas relacionadas a fenômenos de secas, devido aos baixos índices pluviométricos anuais (MARTINS; MAGALHÃES; FONTENELE, 2017). Com o intuito de mitigar as consequências do déficit hídrico na região, foram construídos reservatórios dirigidos a armazenar água de chuva para contribuir com o desenvolvimento humano local (LIMA et al., 2013; CAMPOS, 2014). No entanto, o binômio quantidade e qualidade de água tem que ser considerado. Essa região, por exemplo, apresenta características geogênicas somadas as atividades antrópicas desenvolvidas que podem ser potencialmente prejudiciais para o ambiente, pois liberam metais pesados e outros poluentes causando poluição e contaminação hídrica e Impacto antrópico nos recursos hídricos do estado do Rio Grande do Norte: uma análise geoespacial de vulnerabilidade ambiental. De fato, estima-se que cerca de 80% de todas as enfermidades e mais de 35% dos óbitos ocorridos nos países em desenvolvimento são causados pelo consumo de água contaminada, como é o caso do Brasil (KHAN et al., 2013; DÍAZ-MARTÍNEZ; GRANADA-TORRES, 2018; TEIXEIRA et al., 2020).

Portanto, não só a ausência, escassez ou abundância de água delimita um fator social para o desenvolvimento da comunidade dependente, mas um determinante sanitário relacionado a presença e disseminação de tóxicos e patógenos através deste veículo (REBOUÇAS, 2001; NAVONI et al., 2014; CHAVES et al., 2016; MARCON et al., 2017).

Os níveis de poluição podem ser causados, ao menos em parte, pela intensificação da piscicultura, somado ao uso de agrotóxicos, fato diretamente relacionado com o incremento nos níveis de fósforo e nitrogênio observados. Resultados semelhantes foram observados por outros autores em cenários ambientais semelhantes ao estudado neste trabalho (COSTA et al., 2006). Além disso, a atividade de piscicultura, realizada dentro dos reservatórios, pode influenciar negativamente não só na qualidade da água, pela geração de resíduos biológicos e a adição direta de produtos químicos, mas também pela introdução de espécies, alterando os ciclos ecológicos desenvolvidos naturalmente nesses biomas (CHELLAPPA, CAMARA; ROCHA, 2003; SIMÕES et al., 2007; BARROS et al., 2017).

Também nesse sentido, o impacto da agroindústria sobre os recursos hídricos tem sido amplamente documentado, descrevendo-se níveis elevados de uma diversidade de pesticidas e inseticidas com consequências tóxicas (FAO/OMS, 2010; WHO, 1992, 2008; SILVA et al., 2017; MALOSCHIK et al., 2010; ZHENG et al., 2016).

A conjugação de eventos climáticos extremos, notadamente os períodos prolongados de estiagem, com práticas antrópicas que favorecem processos erosivos, introdução de micropoluentes e eutrofização, compromete de forma significativa a qualidade da água, afetando negativamente a biota aquática e o equilíbrio ecológico dos ecossistemas associados.

O Açude do Cote, localizado no município de Felipe Guerra/RN e objeto do presente estudo, encontra-se submetido a tais condições adversas, apresentando desde o ano de 2023 baixos níveis de acumulação hídrica, o que evidencia sua vulnerabilidade frente à irregularidade do regime pluviométrico regional.

Reservatórios, sejam naturais ou artificiais, constituem massas d'água cuja dinâmica está intrinsecamente associada à sazonalidade climática. Segundo Braga (2006), essa variação influencia diretamente a capacidade de amortecimento do sistema aquático frente à carga poluidora, atuando como fator de resiliência. Contudo, pressões antrópicas contínuas elevam o potencial poluidor sobre os corpos hídricos, resultando em impactos negativos sobre sua capacidade de autodepuração, afetando diretamente a vegetação marginal, as comunidades planctônicas (fitoplâncton e zooplâncton), a fauna íctica e os organismos bentônicos.

Outro aspecto relevante está relacionado às zonas ecológicas da massa d'água – fótica, litorânea e afótica – cujas características físicas (profundidade, penetração da luz e substrato) determinam a distribuição e diversidade das comunidades biológicas. A redução do volume de água afeta diretamente essas zonas, alterando a composição e a estrutura das cadeias tróficas locais.

Conforme evidenciado nas Figuras 15 a 17, a área do entorno do Açude do Cote, correspondente à sub-bacia hidrográfica delimitada, apresenta uma multiplicidade de usos do solo, refletindo o padrão comum em diversas regiões do estado, especialmente em áreas adjacentes a corpos d'água. Dentre as principais atividades antrópicas identificadas, destacam-se: ocupações irregulares com edificações, práticas agropecuárias (inclusive criação extensiva de bovinos e caprinos), agricultura, piscicultura, extração mineral artesanal e operações vinculadas

à indústria petrolífera. Todas essas atividades, quando não geridas adequadamente, potencializam a degradação da qualidade ambiental e a vulnerabilidade do reservatório.

Figura 15 - Atividades de criação de caprinos, bovinos, extração artesanal no entorno do açude do cote.

Figura 16 - Atividades de plantio e atividades petrolíferas no entorno do açude do cote.

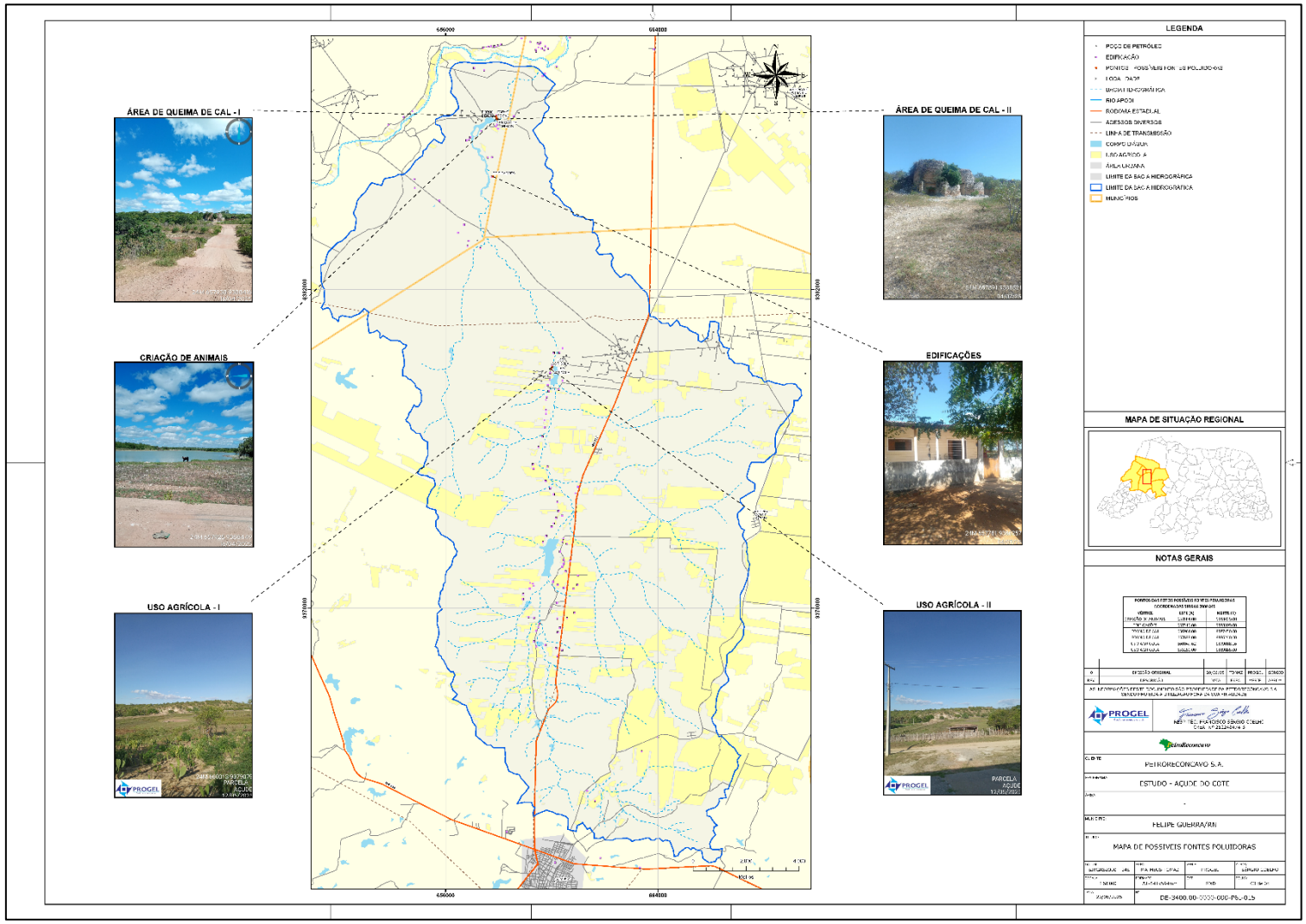


Figura 17 - Visualização das atividades antrópicas no entorno da área em estudo.

3.5. AVALIAÇÃO PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E BIOLÓGICOS

Foi realizada amostragem de água e avaliação das condições bióticas em 7 pontos amostrais distribuídos em ecossistemas aquáticos no entorno do município de Felipe Guerra, em maio/2025. Vale salientar que as estações de coleta 5 e 6, não apresentaram água no momento da coleta, sendo realizada apenas a aplicação do protocolo de avaliação da integridade biótica dos locais.

As coletas de água foram realizadas por amostragem direta, em superfície (0,3 m), utilizando frascos de polietileno previamente lavados com água destilada. A medição in situ dos parâmetros de temperatura, condutividade elétrica, pH e oxigênio dissolvido foi feita com sondas multiparâmetros devidamente calibradas.

3.5.1. Análises físico-química da água

Para caracterização da qualidade da água do açude foram definidos os seguintes parâmetros: turbidez, pH, condutividade elétrica, Sólidos Totais Dissolvidos (STD), condutividade elétrica, cloretos totais, nitrogênio total, coliformes totais e termotolerantes, além de hidrocarbonetos: Benzeno, Etilbenzeno, Tolueno e Xilenos (BTEX) de acordo com os métodos analíticos descritos no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2012).

Estes parâmetros foram analisados a partir de amostras em pontos definidos, conforme apresentado na tabela abaixo:

Tabela 6 - *Coordenadas dos pontos de coletas das análises químicas e biológicas.*

COORDENADAS EM SIRGAS 2000 DOS PONTOS AMOSTRAIS				
PONTO	**ESTE**	**NORTE**	**OBS**	**Localização**
P-1	657884,00	9388439,00	Análise físico-química, BTEX e microbiológica.	Açude do Cote- Próx. Forno de Cal.
P-2	657515,00	9388209,00	Análise físico-química, BTEX e microbiológica.	Açude do Cote- Próx. ao poço 8-ASB-0004-RN
P-3	656964,00	9387450,00	Análise físico-química, BTEX e microbiológica.	Açude do Cote- Próx. a residência; com criação de animais
P-4	657638,00	9386240,00	Análise físico-química, BTEX e microbiológica.	Açude do Cote- Próx. a residência; com criação de animais
P-5	660049,62	9379088,16	-	Açude do Cote- Área sem água; Próx. a residência com cultivo

P-6	653250,00	9389885,00	-	Açude do Cote- Área sem água, indicando antiga passagem
P-7	659796,00	9372388,00	Análise físico-química, BTEX e microbiológica.	Açude do Cote- Próx. a residência com cultivo

**BTEX são hidrocarbonetos que dão sigla aos compostos orgânicos Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xileno.*

Visando ampliar a caracterização de água e descartar possíveis contaminações por derivados do petróleo, foram coletadas três amostras em cada um dos pontos: P1, P2, P3, P4 e P7 (Tabela 3) para análise de BTEX, sendo P5 e P6, desconsiderados pois encontravam-se sem lâmina d'água, tendo sido aplicada apenas a avaliação de integridade do hábitat. As análises foram realizadas tendo como referência a Resolução Nº 357, de 17 de março de 2005 do CONAMA.

A tabela 9, mostra os parâmetros analisados pela Resolução do CONAMA, como o Limite de Quantificação e o V.M. P (Valores Máximos Permitidos) em um corpo d'água.

***Tabela 7-** Análises de parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 -Artigo 15.*

Parâmetros	Limite de Quantificação	V. M. P
Benzeno (µg/L)	0,0005	0,005 µg/L
Etilbenzeno (µg/L)	0,001	90 µg/L
Tolueno (µg/L)	0,001	2 µg/L
Xilenos (µg/L)	0,003	300 µg/L

Fonte: Aquanalous laboratório, 2025.

Demonstração nas figuras abaixo de um dos momentos de coleta das amostras de água no açude do Cote.

Figura 18 – Registros da coleta de amostras para análise de qualidade da água, Açude do Cote.

Para coleta das amostras físico-químicas da água, foram analisados os seguintes parâmetros: turbidez, pH, condutividade elétrica, Sólidos Totais Dissolvidos (STD), condutividade elétrica, cloretos totais, nitrogênio total, coliformes totais e termotolerantes, além de hidrocarbonetos: Benzeno, Etilbenzeno, Tolueno e Xilenos (BTEX), as amostras foram acondicionadas em garrafa de polietileno (PET) previamente higienizadas e mantidas sob e refrigeração até sua análise em laboratório.

3.5.2. Coletas e análises biológicas

3.5.2.1. Análise da qualidade de sedimentos

O zooplâncto foi amostrado por meio da filtração de 100 litros de água superficial utilizando uma rede de plâncton com abertura de malha de 68 µm. O conteúdo retido foi transferido para frascos plásticos e preservado em formol glicerinado a 4%. As amostras foram triadas sob estereomicroscópio, com identificação dos organismos pertencentes aos principais grupos (Cladocera, Copepoda e Rotifera), de acordo com literatura especializada.

A estimativa da cobertura de macrófitas aquáticas foi realizada por meio da observação direta em unidades de amostragem de 1 m², delimitadas com moldura metálica, em triplicata por ponto amostral. A identificação das espécies foi feita em campo, sendo coletados indivíduos para construção de excicatas e confirmação das identificações utilizando chaves de identificação regionais. Foi calculada a porcentagem de cobertura visual dentro de cada quadrante amostral, com base em protocolo adaptado do Manual de Macrófitas Aquáticas do Ministério do Meio Ambiente (2007).

A amostragem de organismos bentônicos foi realizada com auxílio de rede de mão e tamisagem de sedimento marginal. O material coletado foi acondicionado em recipientes plásticos e preservado com álcool 70%. A triagem e identificação dos organismos foram feitas sob lupa estereoscópica, com apoio de literatura taxonômica específica, visando identificar os principais grupos indicadores (moluscos, larvas de insetos, oligoquetas, etc.).

A integridade biótica dos locais foi avaliada por meio da aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) adaptado da EPA (Barbour et al., 1999), o qual leva em consideração variáveis físicas do habitat, uso da zona ripária, presença

de vegetação ciliar, grau de perturbação antrópica, conectividade lateral e profundidade relativa. Os pontos sem lâmina d'água foram analisados com foco na estrutura da vegetação e ocupação do leito seco, com observação das interferências humanas na área de várzea.

Na figura 19 apresenta o registro fotográfico de um dos pontos de coleta para análise de sedimentos.

Figura 19 – Ilustração de momento de coleta de amostra de sedimentos nos pontos no Açude do Cote e alguns materiais utilizados.

3.5.3. Localização dos Pontos de Amostragem

Os pontos amostrais foram definidos com base na delimitação da sub-bacia, considerando uma distribuição representativa desses pontos do curso d'água até a barragem do Açude (Figuras 20 e 21).

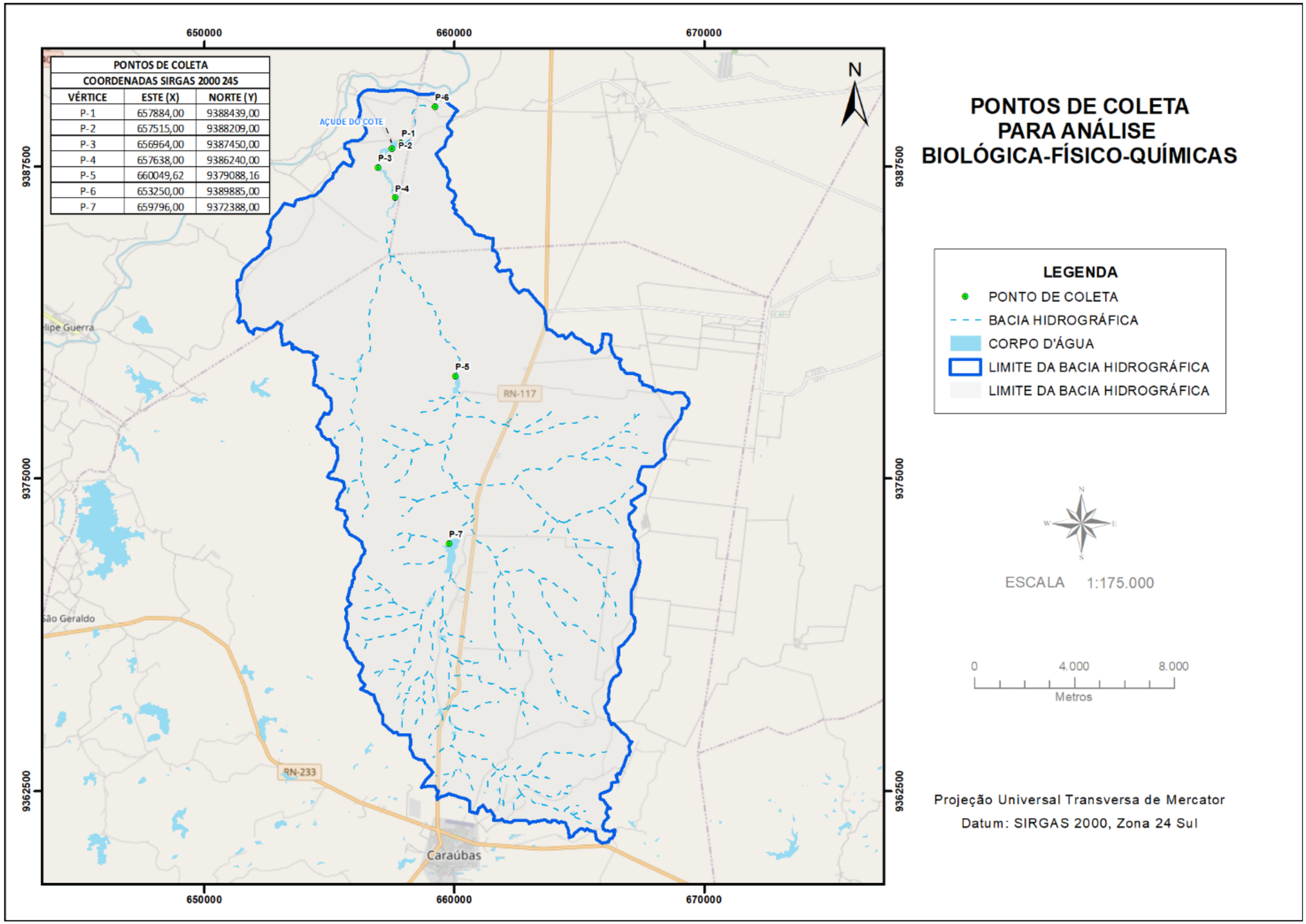


Figura 20 - Figura dos pontos de amostragem na área em estudo.

PONTO DE COLETA 01

PONTO DE COLETA 02

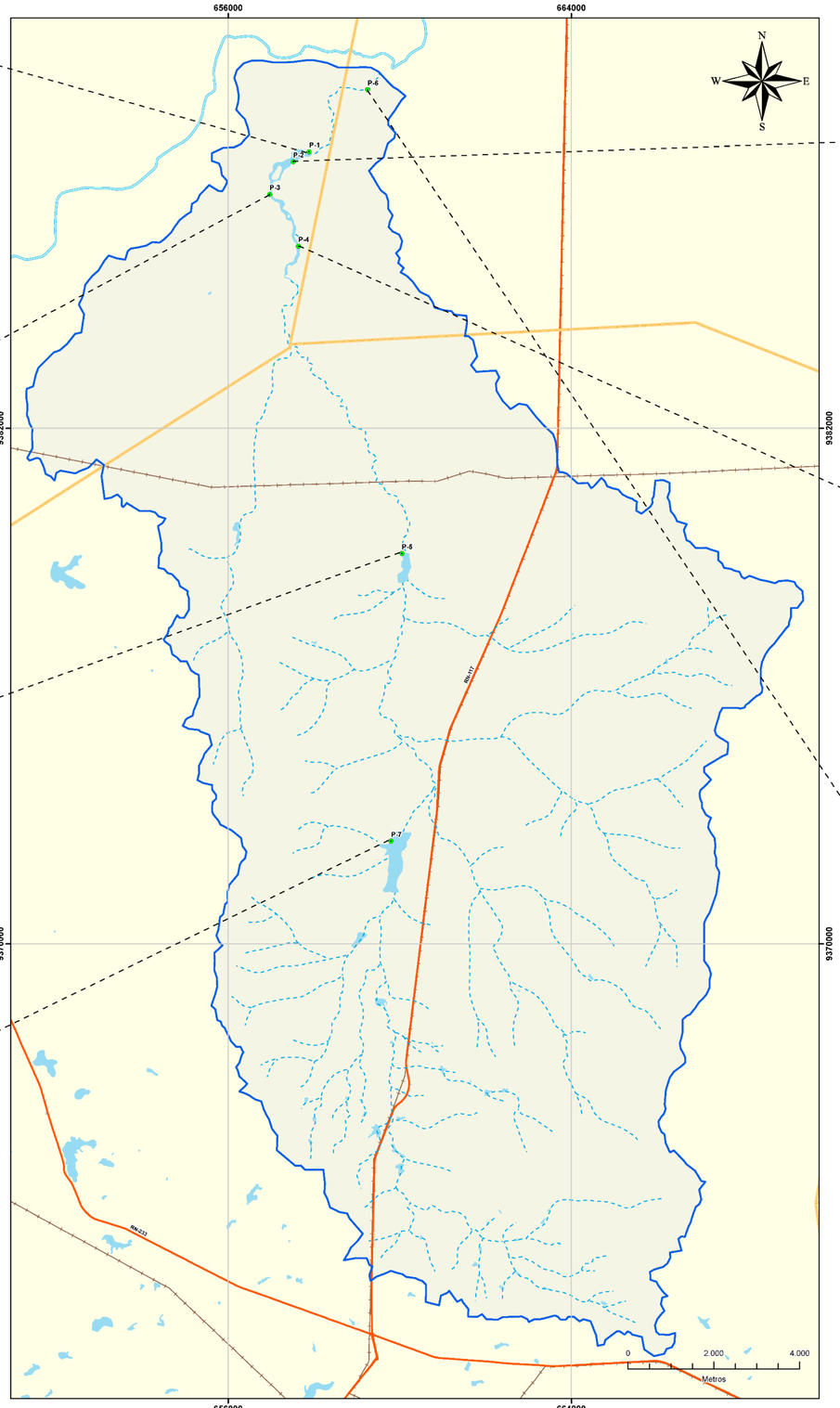
PONTO DE COLETA 03

PONTO DE COLETA 04

PONTO DE COLETA 05

PONTO DE COLETA 06

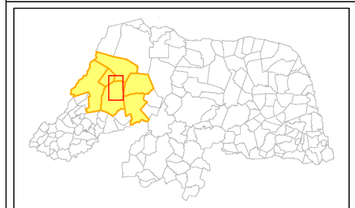
PONTO DE COLETA 07



LEGENDA

- PONTO DE COLETA
- BACIA HIDROGRÁFICA
- RIO APODI
- RODOVIA FEDERAL
- RODOVIA ESTADUAL
- LINHA DE TRANSMISSÃO
- CORPO D'ÁGUA
- LIMITE DA BACIA HIDROGRÁFICA
- MUNICÍPIOS

MAPA DE SITUAÇÃO REGIONAL



NOTAS GERAIS

PONTOS DE COLETA COORDENADAS SIRGAS 2000 24S		
VÉRTICE	ESTE (X)	NORTE (Y)
P-1	657884,00	9388439,00
P-2	657515,00	9388209,00
P-3	656964,00	9387450,00
P-4	657638,00	9386240,00
P-5	660040,62	9379088,16
P-6	653250,00	9389885,00
P-7	659796,00	9372388,00

REV.	DESCRIÇÃO	DATA	EXEC.	VERIF.	APROV.
0	EMISSÃO ORIGINAL	20/06/25	TOMAZ	PROGEL	SÉRGIO

AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA PETRORECÔNCAVO S.A., SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.

RESP. TÉC: FRANCISCO SÉRGIO COELHO
CREA- Nº 212248474-8

CLIENTE:	PETRORECONCAVO S.A.
PROGRAMA:	ESTUDO - AÇUDE DO COTE
ÁREA:	-
MUNICÍPIO:	MOSSORÓ/RN
TÍTULO:	MAPA DE LOCALIZAÇÃO E IMAGEM

DATUM	EXEC.	VERIF.	APROV.
SIRGAS2000 - 24S	MATHEUS TOMAZ	PROGEL	SÉRGIO COELHO
ESCALA: 1:58.000	FORMATO: A1-841x594mm	EXT .MXD	FOLHA: 02 de 05
DATA: 20/06/2025	Nº DE-3400.00-0000-000-P6L-015		

Figura 21 *- Mapa de localização dos pontos de coleta e análise da água do Açude de Cote.*

As amostras foram coletadas na região pelágica do ecossistema, conforme as orientações do Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (2018) e Manual Técnico de Coleta, Acondicionamento, Preservação e Análises Laboratoriais de Amostras de Água para Fins Agrícolas e Ambientais (2004).

A figura abaixo, ilustra os locais definidos de amostragem.

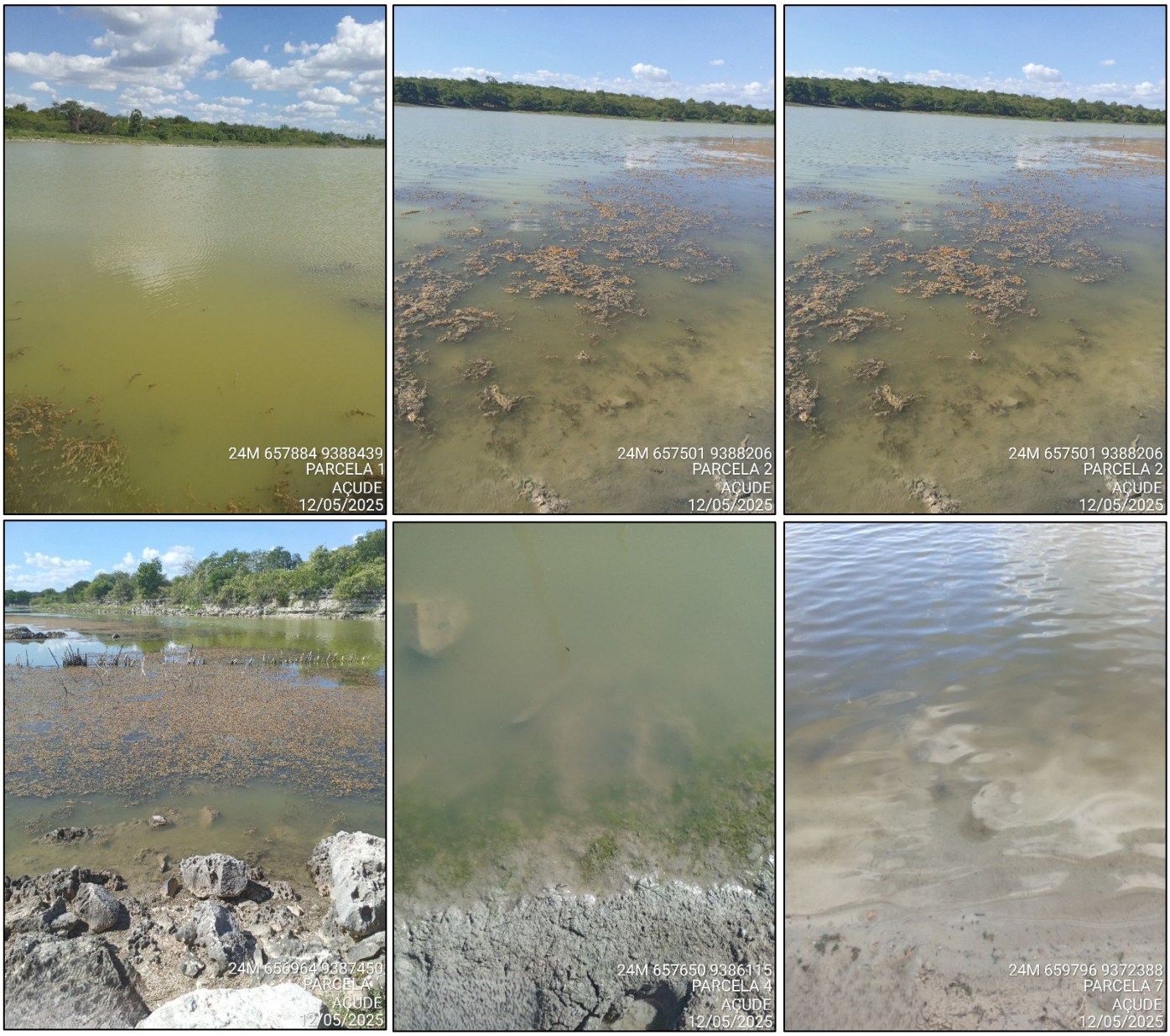


Figura 22- Fotografias ilustrativas dos locais de amostragem em maio de 2025.

Posteriormente, os dados foram tabulados e encaminhados ao laboratório para análise, seguindo os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA

O pH da água apresentou variação entre 8,44 no ponto P7, proximo a uma área de fruticultuta irrigada, e 9,36 no ponto P2 proximo, conforme apresentado na tabela 6. A alcalinidade registrada pode ser atribuida a intensa atividade fotossintetica de algas e macrofitas nos reservatórios (FRANÇA, *et al.,* 2022) assim como pela predominância de bicarbonatos e carbonatos que corroboram essa tendência à alcalinização, especialmente em condições de baixa vazão e evaporação intensa, como é o caso do Açude do Cote.

Os resultados de condutividade elétrica (variando de 1.039 a 1.733 µS/cm) e de sólidos totais dissolvidos (748 e 1.248 mg/L) apontam para um processo acentuado de acúmulo de sais na massa d'água, intensificado pela evaporação constante característica do clima semiárido. Tais valores indicam uma alta mineralização, compatível com corpos d'água de baixa renovação e longo tempo de retenção (Tabela 1).

O acúmulo de sais também se reflete nas concentrações de cloretos, que variaram entre 324,89 e 529,83 mg/L – todos acima do limite de 250 mg/L previsto pela Resolução CONAMA 357/2005 para águas de Classe 2. Esses resultados indicam evapoconcentração significativa e/ou aporte de salinidade por atividades antrópicas, como irrigação, lançamento de efluentes ou presença de solos naturalmente salinos.

A turbidez apresentou valores expressivos (22 a 40 UT em quatro dos cinco pontos com água), refletindo a presença de material em suspensão oriundo da decomposição orgânica, florações algais e sedimentos ressuspensos. Essa turbidez elevada reduz a penetração de luz, afeta a fotossíntese e contribui para condições de estratificação térmica e química, favorecendo ambientes instáveis e com baixa oxigenação nos níveis mais profundos.

As concentrações de amônia (0,36 a 0,66 mg/L) e nitrato (0,08 a 0,15 mg/L) evidenciam a presença de nitrogênio reativo em todas as amostras, suficiente para

sustentar uma elevada produtividade primária. Ainda que abaixo dos limites legais, tais concentrações indicam carregamento significativo de matéria orgânica nitrogenada, que pode ter origem em escoamento agrícola, fezes de animais ou descargas difusas.

O fósforo total, variando de 0,10 a 0,15 mg/L, refletem as condições de ambientes eutrofizados, conforme os critérios limnológicos adotados para reservatórios continentais (>0,03 mg/L para eutrofia moderada; >0,1 mg/L para eutrofia severa). Essa disponibilidade de fósforo, associada aos demais nutrientes e à baixa renovação da água, favorece a proliferação de algas e cianobactérias, bem como de vegetação aquática submersa.

Os valores de coliformes termotolerantes foram detectados em quatro dos cinco pontos amostrados, variando de 480 a 1.120 NMP/100mL. O ponto 07 ultrapassou o limite de 1.000 NMP/100mL, indicando contaminação fecal recente com risco à saúde humana e animal. Ainda que os demais pontos estejam dentro do limite legal, a presença constante desses microrganismos em ambientes sem balneabilidade sugere ausência ou deficiência de saneamento básico nas áreas de entorno.

A distribuição generalizada dos coliformes, aliada à ausência de estações de tratamento, fossas sépticas ou rede de esgoto nas áreas rurais adjacentes, indica provável contaminação difusa por escoamento superficial, presença de gado nas margens ou lançamento direto de resíduos humanos e animais nos reservatórios. Isso caracteriza uma situação crítica de vulnerabilidade sanitária, especialmente em um cenário de uso múltiplo das águas (abastecimento, irrigação, dessedentação animal).

Os compostos relacionados ao petróleo, como benzeno, tolueno, etilbenzeno, xileno e HPA's, apresentaram resultados abaixo dos limites de quantificação, indicando, na data da coleta, ausência de contaminação direta por derivados do petróleo.

Considerando a avaliação ambiental e os testes corroborados pelos parâmetros físico, químicos e biológicos, evdiencia-se processo de eutrofização no corpo hídrico, mas não existe contaminação por derivados de petróleo.

Os resultados para essa análise podem ser observados na tabela abaixo.

Tabela 8- Variáveis físicas, químicas e biológicas por ponto de coleta em ecossistemas aquáticos no entorno do município de Felipe Guerra- RN, em maio/2025.

Variável	Ponto 01	Ponto 02	Ponto 03	Ponto 04	Ponto 07
pH	9,2	9,4	9,2	9,3	8,4
Turbidez (UT)	40,0	36,0	22,0	6,0	34,0
Condutividade (µS/cm)	1123,0	1120,0	1187,0	1733,0	1039,0
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	808,0	806,0	855,0	1248,0	748,0
Sólidos Totais (mg/L)	844,0	839,0	878,0	1253,0	787,0
Amônia (mg/L)	0,4	0,4	0,4	0,5	0,7
Nitrato (mg/L)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
Fósforo Total (mg/L)	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1
Cloretos (mg/L)	339,9	324,9	349,9	529,8	329,9
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	640,0	480,0	480,0	0,0	1120,0

Fonte: Aquanalous laboratório, 2025.

Ao analisar a distribuição dos parâmetros químicos por ponto de coleta, registrou-se variação alguns parâmetros, se destacando os associados a processos de eutrofização. Para contribuir com a discussão, destacamos a variação do ph - Organismos aquáticos são sensíveis a variações de pH. Mudanças bruscas podem levar à mortalidade de peixes e outros seres vivos. A faixa de pH ideal para a maioria das espécies aquáticas varia entre 6 e 9, segundo a resolução CONAMA 357. Variações de pH podem afetar a disponibilidade de nutrientes essenciais para a vida aquática. O pH afeta a atividade de microrganismos, podendo alterar a decomposição da matéria orgânica e a disponibilidade de oxigênio na água, no caso do estudo em tela, infere-se a baixa disponibilidade de oxigênio na água, em virtude do processo de eutrofização. A análise e o monitoramento da qualidade da água, incluindo as formas de nitrogênio, são essenciais para garantir a saúde pública e a preservação do meio ambiente. A avaliação dessas substâncias permite identificar fontes de poluição, avaliar a potabilidade da água e tomar medidas para prevenir riscos à saúde e impactos ambientais. O nitrogênio, originado da decomposição de matéria orgânica, excreção de organismos aquáticos, e atividades humanas como

agricultura e tratamento de esgoto. O nitrito é um estado intermediário da oxidação da amônia a nitrato, ou da redução do nitrato. O nitrato é o produto final da oxidação da amônia na água, resultante da decomposição da matéria orgânica e de atividades humanas. O nitrato pode indicar contaminação mais antiga ou escoamento de áreas com fertilizantes. Em termos de qualidade da água, a concentração e as variações de cloreto são indicadores importantes. Cloreto em excesso pode conferir sabor salgado à água e, em altas concentrações, pode ser prejudicial à saúde, afetando a pele. Além disso, variações nos níveis de cloreto podem indicar alterações nas fontes de água ou problemas nos sistemas de tratamento. Ao detalhar acerca dos parâmetros acima, aqueles com alta significância associadas as características físico-químicas presentes em cada parcela foram: pH, Nitrito, Nitrato (Amônia) e Cloretos. Estes foram distribuídos de acordo com sua concentração por toda a área que compõe o Açude do Cote (Figura 23).

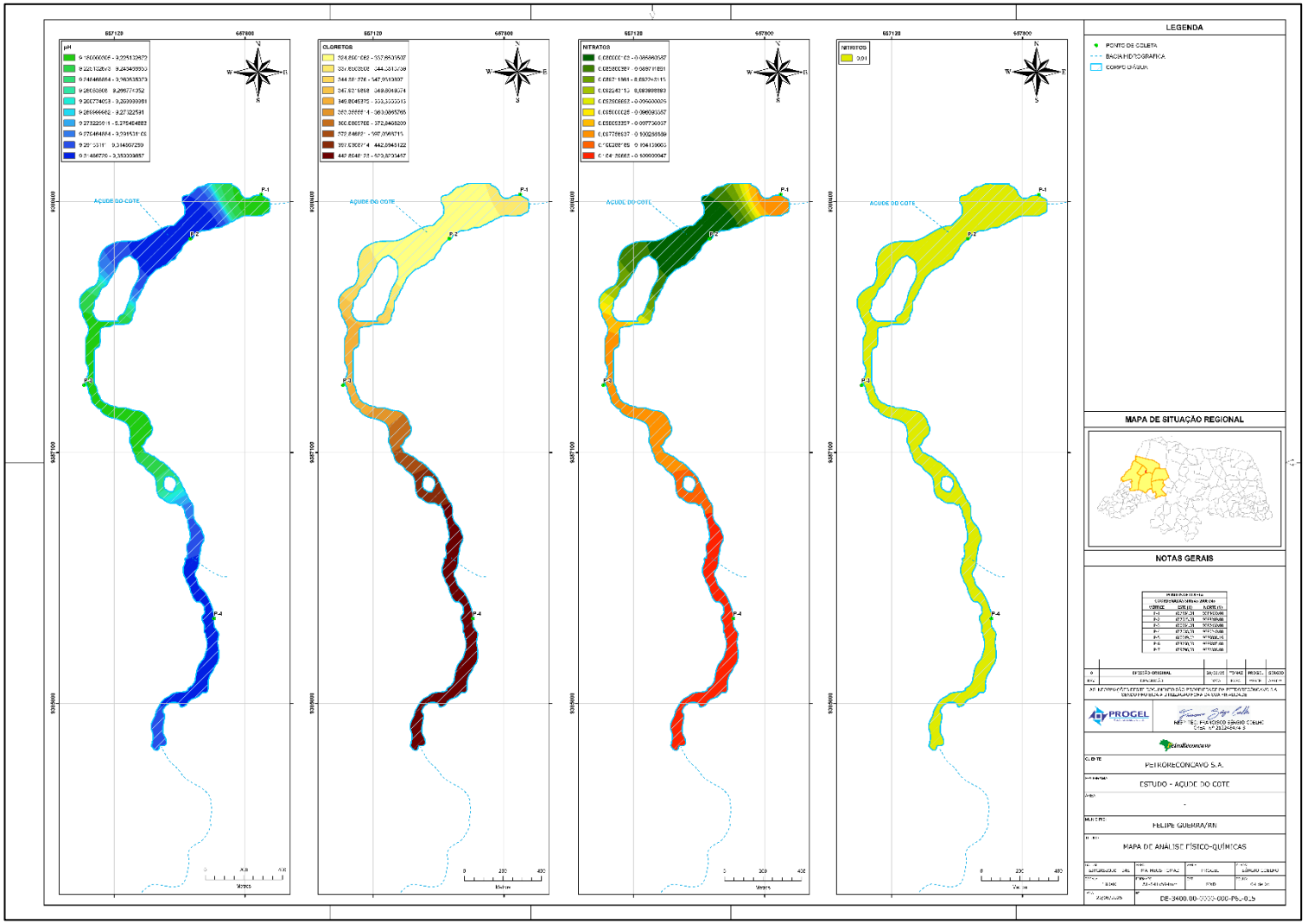


Figura 23 – Mapa de análises físico-químicas nas parcelas que compõem o Açude do Cote.

4.2 ANÁLISE DA MICROBIOLOGIA DA ÁGUA

Os sedimentos são fontes relevantes de informação sobre a qualidade ambiental dos corpos hídricos. Eles refletem não apenas o estado atual do ecossistema, mas também fornecem indicios sobre a evolução historica de diversos parâmetros hidrológicos e químicos. Além de atuarem como reservatório de nutrientes e contaminantes, os sedimentos desempenham papel ativo e na troca de substancias com coluna d'agua e a biota aquatica (MOZETO & SOARES, 2006).

Para as análises de derivados de petróleo, seguiram-se os criterios estabelecidos na Resolução CONAMA Nº357, De 17 de Março de 2005. Foram coletados pontos para analise de hidrocarbonetos (Etilbezeno, Benzeno, Tolueno e Xileno) cujo os resultados indicaram concentrações abaixo dos valores máximos permitidos, apresentando resultados que não ultrapassam 0,084 µg/L, como apresentado nas figuras 24 a 28.

Os resultados obtidos demonstram um resultado positivo, estando em conformidade com da Resolução.

Figura 24- *Resultados dos parâmetros físico-químicos analisados, Ponto 1*

Análise	Resultado	Resolução CONAMA 357/2005 – Artigo 15.	LQ
Benzeno	Não detctado	Máx. 0,005 µg/L	0,0005
Tolueno	Não detctado	Máx. 2 µg/L	0,001
Etilbenzeno	Não detctado	Máx. 90 µg/L	0,001
Xileno	Não detctado	Máx. 300 µg/L	0,003

Figura 25- *Resultados dos parâmetros físico-químicos analisados, Ponto 2*

Análise	Resultado	Resolução CONAMA 357/2005 – Artigo 15.	LQ
Benzeno	Não detctado	Máx. 0,005 µg/L	0,0005
Tolueno	Não detctado	Máx. 2 µg/L	0,001
Etilbenzeno	Não detctado	Máx. 90 µg/L	0,001
Xileno	Não detctado	Máx. 300 µg/L	0,003

Figura 26- *Resultados dos parâmetros físico-químicos analisados, Ponto 3*

Análise	Resultado	Resolução CONAMA 357/2005 – Artigo 15.	LQ
Benzeno	Não detctado	Máx. 0,005 µg/L	0,0005
Tolueno	Não detctado	Máx. 2 µg/L	0,001
Etilbenzeno	Não detctado	Máx. 90 µg/L	0,001
Xileno	Não detctado	Máx. 300 µg/L	0,003

Figura 27- *Resultados dos parâmetros físico-químicos analisados, Ponto 4*

Análise	Resultado	Resolução CONAMA 357/2005 – Artigo 15.	LQ
Benzeno	Não detctado	Máx. 51 µg/L	0,0005
Tolueno	Não detctado	Máx. 215 µg/L	0,001
Etilbenzeno	Não detctado	Máx. 25 µg/L	0,001
Xileno	Não detctado	N.D.	0,003

Figura 28- *Resultados dos parâmetros físico-químicos analisados, Ponto 7*

Análise	Resultado	Resolução CONAMA 357/2005 – Artigo 15.	LQ
Benzeno	Não detctado	Máx. 0,005 µg/L	0,0005
Tolueno	Não detctado	Máx. 2 µg/L	0,001
Etilbenzeno	Não detctado	Máx. 90 µg/L	0,001
Xileno	Não detctado	Máx. 300 µg/L	0,003

- **Biodiversidade da Comunidade Fitoplanctônica e comparativo com os dados também analisados em 2023 com os dados de 2025**

Um total de 33 táxons fitoplanctônicos foram observados ao longo dos pontos de coleta, distribuídos em 5 grupos taxonômicos: Cyanobacteria (13), Chlorophyceae (8), Bacillariophycea (5), Euglenophyceae (4) e Zygnemaphyceae (3) (Quadro 3).

A composição taxonômica do fitoplâncton nos reservatórios amostrados totalizou:

Quadro 1 - Lista de espécies fitoplanctônicas

Cyanobacteria
Aphanizomenon gracile
Aphanocapsa delicatissima
Chroococcus dispersus
Coelosphaerium sp.
Dolichospermum planctonicum
Eucapsis densa
Limnothrix planctonica
Merismopedia tenuissima
Microcystis aeruginosa
Planktothrix agardhii
Pseudanabaena galeata
Raphidiopsis raciborskii
Synechococcus elongatus
Chlorophyceae
Botryococcus braunii
Closterium parvulum
Crucigenia crucifera
Desmodesmus opolienses
Kirchneriella contorta
Monoraphidium contortum
Pediastrum duplex
Scenedesmus acuminatus
Bacillariophyceae
Aulacoseira granulata
Cyclotella meneghiniana
Fragilaria capucina
Gomphonema parvulum
Navicula cryptocephala
Euglenophyceae
Euglena proxima
Phacus orbicularis
Strombomonas sp.
Trachelomonas volvocina
Zygnemaphyceae
Chlamydomonas reinhardtii
Cosmarium sp.
Staurastrum gracile

A composição e densidade da comunidade fitoplanctônica observada na campanha de 2023 apontam para um ambiente em processo avançado de eutrofização, com dominância marcante de cianobactérias potencialmente toxigênicas. As análises indicam que todos os pontos avaliados apresentam densidades críticas, capazes de comprometer a qualidade ambiental do ecossistema aquático.

Dentre as espécies identificadas, destaca-se *Microcystis aeruginosa* (figura abaixo) como a mais abundante na maioria dos pontos, com densidades superiores a 5000 Ind/mL nos pontos 01, 02 e 04, e atingindo o valor crítico de 22000 Ind/mL no Ponto 07. Esse valor está muito acima do limite de alerta definido pela Organização Mundial da Saúde (2.000 Ind/mL), configurando risco elevado de ocorrência de toxinas como microcistinas, especialmente em águas utilizadas para dessedentação animal, irrigação e abastecimento humano.

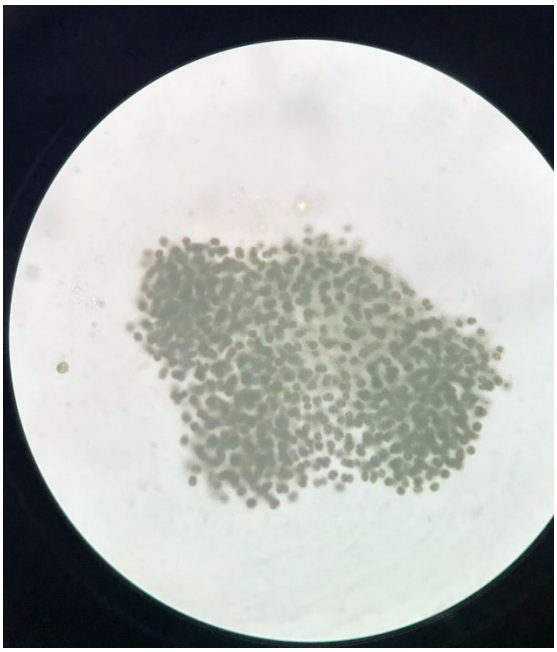


Figura 29 - Registro em microscópio - Cianobactérias – Micro*cystius.*

O Ponto 04 apresentou a maior densidade de *Raphidiopsis raciborskii* (7.800 Ind/mL), espécie também reconhecida por sua capacidade de produzir saxitoxinas e cilindrospermopsina. Sua dominância nesse ponto sugere condições ambientais específicas de estabilidade térmica e estratificação, favorecendo seu

desenvolvimento, o que pode estar relacionado à elevada condutividade e carga de nutrientes detectada na água.

Outras cianobactérias registradas em densidades significativas incluem *Planktothrix isothrix*, que ultrapassou 7.700 Ind/mL no Ponto 02, e *Dolichospermum spiroides*, *Limnothrix planctonica* e *Cylindrospermopsis raciborskii*, todas compatíveis com ambientes aquáticos de elevada carga orgânica e estabilidade hídrica.

As demais algas verdes e diatomáceas ocorreram em densidades moderadas, com destaque para gêneros como *Monoraphidium*, *Scenedesmus*, *Aulacoseira* e *Gomphonema*, refletindo ainda algum grau de diversidade funcional no sistema, embora com tendência de supressão em relação ao domínio das cianobactérias. Organismos indicadores de águas meso- a eutróficas, como *Cyclotella meneghiniana* e *Fragilaria crotonensis*, também foram registrados (figura 30).

Com base na composição e abundância das espécies, é possível afirmar que o fitoplâncton atuou como bioindicador das condições tróficas críticas do ambiente, reforçando o diagnóstico de não conformidade com os padrões de qualidade da CONAMA 357/2005 para corpos de Classe 2, especialmente nos pontos 04 e 07. A observação de formações de espuma e águas com coloração esverdeada e densa em campo corrobora os dados de densidade e indica a possibilidade de florações nocivas recorrentes, que comprometem a integridade biótica e colocam em risco a segurança dos usos múltiplos da água.

Outro aspecto relevante a destacar é que, na região Nordeste, as condições ambientais como baixo volume hidrico dos reservatorios, as ltas temperaturas medias, o tempo de retenção elevado e a eutrofização artificial favorecem o desenvolvimento de cianobactérias (WILK- WOŹNIAK et al., 2016).

Tal condição representa o risco a saúde humana, visto que as cianobactérias podem ser bioacumaladas em tecidos vegetais e animais, afetando oconsumo de hortaliças irrigadas irrigadas com essas águas (Nery et al., 2021) e de pescados (MENDES, BARBOSA & NERY, 2016).

O que também pode ser considerado sobre os riscos das cianobactérias é que o seu crescimento elevado em um corpo hídrico pode afetar o ecossistema aquático, pois sua decomposição consome grandes quantidades de oxigenio, o que pode provocar a mortandade dos peixes.

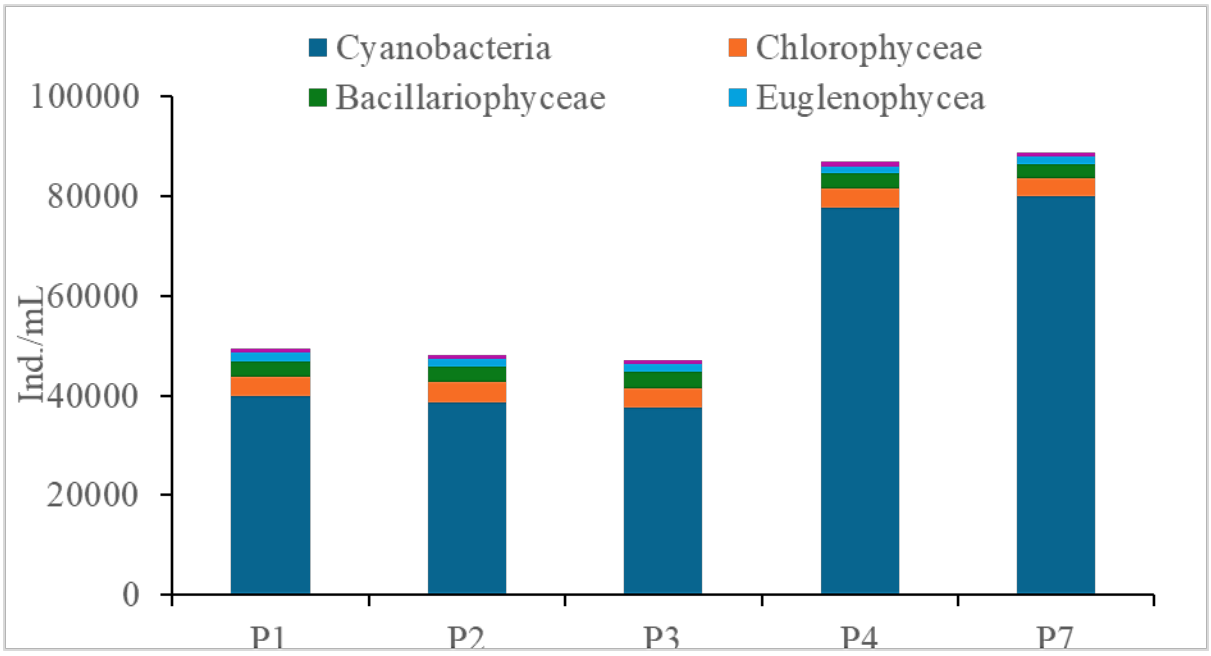


Figura 30 - Densidade fitoplanctônica (Ind/mL) em ecossistemas aquáticos no entorno do município de Felipe Guerra-RN, em maio/2025.

- **Biodiversidade da Comunidade Zooplanctônica**

A comunidade zooplanctônica registrada durante a foi composta por 14 táxons, distribuídos entre os grupos Rotifera, Copepoda e Cladocera. A composição e abundância desses organismos refletem as condições ambientais observadas no reservatório, caracterizadas por elevada condutividade elétrica, acúmulo de nutrientes, alta turbidez e indícios de eutrofização severa (Quadro 4).

Quadro 2 - Lista de taxons zooplanctônicos.

Rotifera
Asplanchna priodonta
Brachionus calyciflorus
Filinia longiseta
Keratella cochlearis
Lecane bulla
Polyarthra vulgaris
Trichocerca similis
Copepoda
Mesocyclops longisetus
Notodiaptomus sp.
Thermocyclops decipiens
Cladocera
Bosmina sp.
Ceriodaphnia cornuta
Daphnia gessneri
Moina sp.

Os rotíferos se destacaram como grupo dominante em todos os pontos amostrados, com elevadas densidades de espécies amplamente reconhecidas por sua tolerância a ambientes eutrofizados, como Brachionus calyciflorus e Keratella cochlearis. Esses organismos apresentam ciclo de vida curto, grande capacidade de colonização e resiliência a variações bruscas nos parâmetros físico-químicos, características comuns em reservatórios tropicais sujeitos a pressões antrópicas. A predominância de rotíferos é, portanto, compatível com ambientes enriquecidos em matéria orgânica, com florações frequentes de cianobactérias e baixa renovação hídrica (Figura 31).

O zooplâncton foi representado principalmente por microcrustáceos (cladóceros e copépodos), seguidos por rotíferos, em composição típica de ambientes com alta produtividade primária. A predominância dos microcrustáceos, especialmente em áreas com menor cobertura de macrófitas, sugere que o sistema ainda mantém nível intermediário de filtradores eficientes, embora sob pressão crescente. A presença expressiva de rotíferos em alguns pontos indica aumento da

matéria orgânica particulada e qualidade trófica alterada, já que esses organismos são mais tolerantes a condições de instabilidade e variações ambientais bruscas. De forma geral, a comunidade zooplanctônica observada reforça o diagnóstico de ambiente eutrofizado, mas funcionalmente ativo, com potencial de resposta a ações de mitigação.

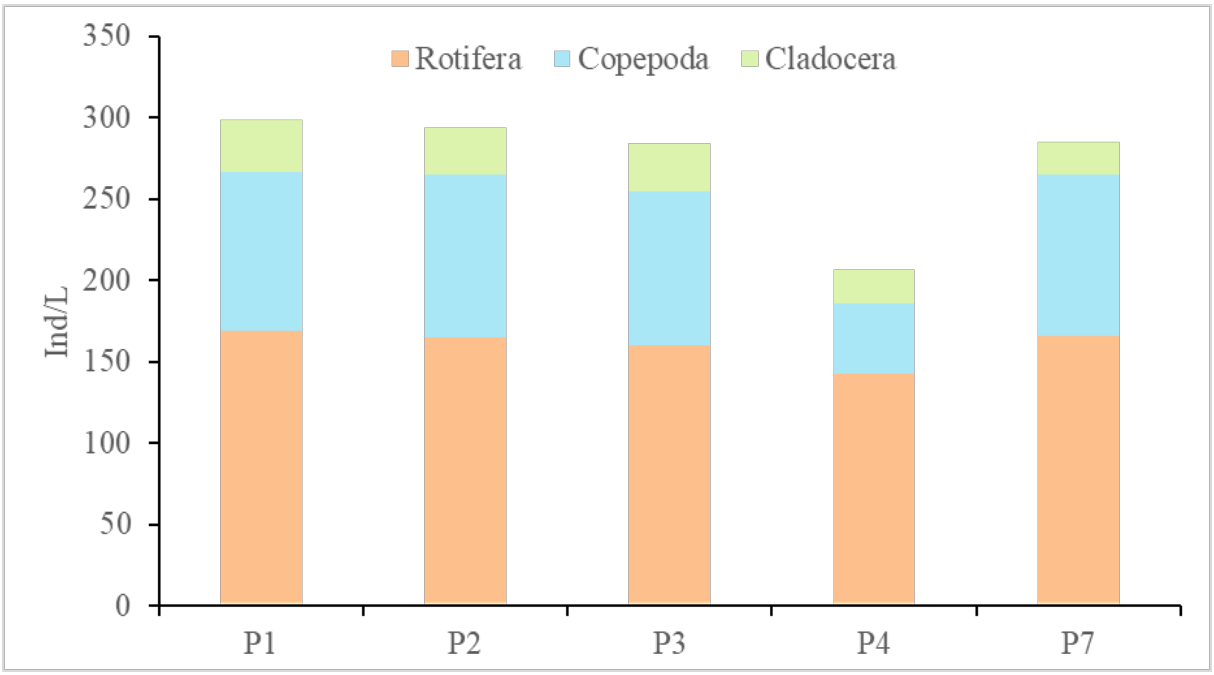


Figura 31 - Densidade de organismos zooplanctônicos em ecossistemas aquáticos distribuídos no entorno do município de Felipe Guerra-RN, em maio/2025.

Os Copépodos, especialmente os representantes da ordem Cyclopoida, como *Mesocyclops longisetus* e *Thermocyclops decipiens* apresentaram alta abundância nas estações P1, P2, P3 e P7. Esses organismos são predadores ativos de fitoplâncton e microzooplâncton e são favorecidos em sistemas com elevada disponibilidade de alimento, como aqueles com predominância de microalgas e matéria orgânica particulada. Sua ocorrência em densidades significativas nesses pontos sugere a existência de cadeias tróficas curtas, com estrutura simplificada e dominância de poucos níveis funcionais. A presença consistente de Copépodes Ciclopóides está associada à elevada produtividade e à degradação da qualidade da água, características típicas de ecossistemas lênticos do semiárido sob estresse trófico.

Por outro lado, os cladóceros foram registrados em densidades mais baixas e com menor representatividade entre os pontos. Espécies como a *Moina* sp., *Bosmina* sp. e *Ceriodaphnia cornuta* estiveram presentes, mas com populações reduzidas, enquanto *Daphnia gessneri* apresentou valores discretos. A baixa abundância desse grupo é coerente com o cenário ambiental observado, uma vez que os cladóceros são mais sensíveis a alterações físico-químicas, especialmente à turbidez elevada e à presença de toxinas produzidas por cianobactérias. Além disso, a competição alimentar com rotíferos e o estresse ambiental generalizado tendem a limitar o estabelecimento dessas espécies em reservatórios degradados.

A estrutura observada da comunidade zooplanctônica, marcada pela dominância de rotíferos, alta densidade de Copépodes Ciclopóides em alguns pontos e rarefação de cladóceros reflete o processo de eutrofização avançada nos sistemas aquáticos estudados. Este padrão é típico de ambientes lênticos tropicais sob influência de fatores como evapoconcentração, carreamento de nutrientes por atividades antrópicas e ausência de tratamento de efluentes. A composição registrada indica uma perda de diversidade funcional e uma simplificação da teia alimentar planctônica, com predominância de organismos tolerantes e oportunistas.

Essas características são consistentes com as descrições feitas para reservatórios localizados em regiões semiáridas, onde a escassez hídrica, aliada a altas temperaturas e uso intensivo do solo, intensifica os efeitos da eutrofização e compromete a integridade ecológica dos ecossistemas aquáticos. Assim, a comunidade zooplanctônica registrada funciona não apenas como um reflexo das condições físico-químicas, mas também como um bioindicador da severidade das pressões ambientais que atuam sobre os ecossistemas avaliados.

- **Biodiversidade da Comunidade de Macrófitas Aquáticas**

Durante a amostragem, foram registradas duas espécies de macrófitas aquáticas: *Egeria densa*, com ocorrência em todos os pontos de amostragem, e *Eichhornia crassipes*, registrada apenas na estação 03. O reduzido número de espécies observadas reflete uma baixa diversidade de macrófitas no ambiente. No entanto, a ampla distribuição espacial de *Egeria densa* evidencia

sua capacidade de adaptação a diferentes condições ambientais, mesmo em ambientes com características adversas como os do semiárido.

A abundância das macrófitas foi estimada com base no potencial de cobertura das áreas de coleta, revelando valores variando entre 5 e 10% de cobertura nas estações em que estavam presentes. Essa cobertura esteve concentrada especialmente nas regiões marginais, onde a menor profundidade, a baixa correnteza e a maior estabilidade física favorecem o desenvolvimento dos organismos. A maior cobertura foi observada na estação 03, onde ocorreu a coexistência das duas espécies (*Egeria* e *Eichhornia*), alcançando 10% de cobertura estimada. Por outro lado, a menor cobertura foi registrada na estação 07, com apenas 5% de área coberta por macrófitas, e exclusivamente pela presença de *Egeria densa*.

A distribuição e a composição dessas macrófitas são coerentes com os padrões observados em ecossistemas aquáticos do semiárido. *Egeria densa*, uma espécie submersa de crescimento intenso, é conhecida por sua ampla tolerância a ambientes eutrofizados, águas de baixa transparência e elevada carga de nutrientes, condições estas presentes nos pontos amostrados. Sua ocorrência em todos os locais sugere resiliência frente à salinização e às variações físico-químicas registradas. Já *Eichhornia crassipes* (aguapé), espécie flutuante de crescimento rápido, é altamente dependente de estabilidade hídrica e disponibilidade de nutrientes.

Um aspecto importante observado foi que ambas as espécies apresentavam sinais de decomposição parcial, indicando um estágio avançado de senescência ou estresse ambiental. Esse processo pode estar relacionado à elevada carga de nutrientes, à salinização progressiva, à presença de florações de cianobactérias e à variação no nível da lâmina d'água. A decomposição da biomassa vegetal contribui adicionalmente para o ciclo interno de nutrientes, intensificando a eutrofização e promovendo consumo de oxigênio nos níveis inferiores da coluna d'água (Figura 32).

- **Biodiversidade da Comunidade Zoobentos**

Figura 32 - Foto representativa da cobertura e estágios de decomposição das macrófitas aquáticas na estação de coleta 1.

A análise da fauna zoobentônica resultou no registro de dois táxons de moluscos gastrópodes: *Melanoides tuberculata* e *Biomphalaria* sp. Ambas as espécies são comuns em ambientes lênticos tropicais, sendo frequentemente associadas a condições ambientais eutrofizadas, substratos instáveis e baixa renovação hídrica. A presença desses organismos reflete diretamente o estado trófico e sanitário dos ecossistemas aquáticos amostrados, além de apresentar relevância potencial para a saúde pública.

Melanoides tuberculata foi a espécie mais abundante e amplamente distribuída, estando presente em todos os pontos de amostragem com densidades superiores às observadas para *Biomphalaria*. Os pontos 1, 3, 4 e 7 apresentaram as maiores concentrações de *Melanoides*, sugerindo que essas regiões reúnem condições favoráveis ao seu estabelecimento, como sedimentos orgânicos, acúmulo de matéria particulada e estabilidade marginal. Essa espécie exótica, introduzida em diversos sistemas aquáticos do Brasil, tem elevada capacidade adaptativa, sendo resistente à poluição orgânica, à variação de oxigênio dissolvido e à salinidade, características compatíveis com os parâmetros físicos e químicos registrados nesta campanha.

Em relação à ocorrência de *Biomphalaria*, os resultados indicaram densidades menores e distribuição mais restrita, com sua maior abundância registrada no ponto 3 e a menor no ponto 4. A presença desse gênero, amplamente conhecido como hospedeiro intermediário de *Schistosoma mansoni*, agente etiológico da esquistossomose, exige atenção especial, ainda que a densidade observada tenha sido relativamente baixa. Mesmo em densidades moderadas, a presença de *Biomphalaria* em corpos d'água utilizados para abastecimento humano, dessedentação animal ou recreação representa risco potencial à saúde pública, principalmente em áreas sem cobertura de saneamento básico e com escoamento superficial não controlado.

A elevada concentração de nutrientes, turbidez, coliformes termotolerantes, e o processo de eutrofização avançada favorecem comunidades bentônicas empobrecidas e dominadas por organismos tolerantes, como os moluscos registrados. Além disso, a presença de detritos orgânicos em decomposição, baixa velocidade de correnteza e margens com vegetação degradada contribuem para a manutenção de habitats bentônicos propícios à proliferação desses táxons, o que reforça o diagnóstico de comprometimento ecológico do sistema e apontam para a

necessidade de monitoramento contínuo da fauna aquática, especialmente devido às implicações sanitárias associadas à ocorrência de *Biomphalaria* em ambientes de usos múltiplos. A vigilância ambiental, aliada a medidas de gestão sanitária e controle da poluição difusa, é essencial para mitigar os riscos à saúde humana e garantir a segurança do uso das águas dos reservatórios.

4.3 AVALIAÇÃO DA INTEGRIDADE BIÓTICA (EPA)

A aplicação adaptada do Protocolo de Avaliação de Hábitat da EPA às estações 1, 2, 3, 4 e 7 permitiu caracterizar a qualidade física dos hábitats disponíveis para as comunidades aquáticas, considerando atributos como estabilidade de margens, cobertura vegetal ripária, composição do substrato e influência antrópica. O protocolo, originalmente desenvolvido para ambientes lóticos, foi ajustado à realidade do sistema semiárido e às condições marginalmente lênticas do reservatório, focando nas interfaces água-terra onde a biota está mais diretamente exposta a variações ambientais.

As estações 1 e 3 apresentaram os melhores indicadores de qualidade de hábitat, com escores considerados de “bom” a “regular” na maioria dos parâmetros. Ambas contavam com presença de vegetação marginal submersa (*Egeria densa*), maior estabilidade das margens e substrato relativamente diversificado, com presença de matéria orgânica e sedimentos de granulometria mista (Figura 33). Foram também os locais com maior abundância de *Melanoides tuberculata* e cobertura moderada de macrófitas aquáticas, mesmo em estágio de decomposição. Esses elementos sugerem maior disponibilidade de microhábitats e alguma resiliência física e ecológica (Quadro 3).

Figura 33 - Visualização da área com vegetação submersa.

A estação 2 apresentou uma condição intermediária, com menor heterogeneidade física e sinais de instabilidade marginal. A vegetação ripária era ausente ou descontínua em diversos trechos, e o substrato apresentava acúmulo visível de sedimentos finos, associados a maior turbidez e deposição de detritos (Figura 34). A ausência de cobertura vegetal protetora na interface água-terra e a compactação do substrato indicam um ambiente vulnerável à erosão e à perda de estrutura bentônica.

Figura 34 - Visualização da área com acúmulo de sedimentos.

Na estação 4, foi observada uma condição paradoxal. Embora a presença de vegetação ripária no entorno indicasse um potencial estrutural favorável, a estação está localizada a jusante de um sítio com criação de animais a menos de 15 metros da margem, o que afeta significativamente a integridade ecológica do trecho. Sinais de pisoteio, compactação de solo, aporte de matéria orgânica e presença de sedimentos finos foram observados. A influência direta do escoamento superficial contendo matéria fecal e nutrientes favorece a degradação do microhábitat bentônico e compromete a qualidade física do substrato. A fauna local refletiu esse impacto, com presença de *Melanoides tuberculata* em alta densidade, mas com reduzida ocorrência de *Biomphalaria*, provavelmente sensível ao estresse físico-químico e à instabilidade local. Assim, embora a estrutura ripária estivesse visivelmente presente, sua efetividade ecológica foi comprometida pela pressão antrópica localizada.

A estação 7 apresentou as piores condições físicas entre os pontos avaliados, com escores reduzidos em todos os parâmetros. A margem estava desprovida de

vegetação ripária, com sinais evidentes de degradação, erosão e uso por animais. A cobertura de macrófitas foi a menor registrada (apenas 5%), e o substrato consistia quase exclusivamente de lama compactada com elevado conteúdo orgânico em decomposição. A exposição do solo, associada à ausência de filtragem natural, favorece o aporte de contaminantes, confirmando os dados de qualidade da água e a presença elevada de coliformes fecais, com risco potencial à saúde humana e animal (Figura 35).

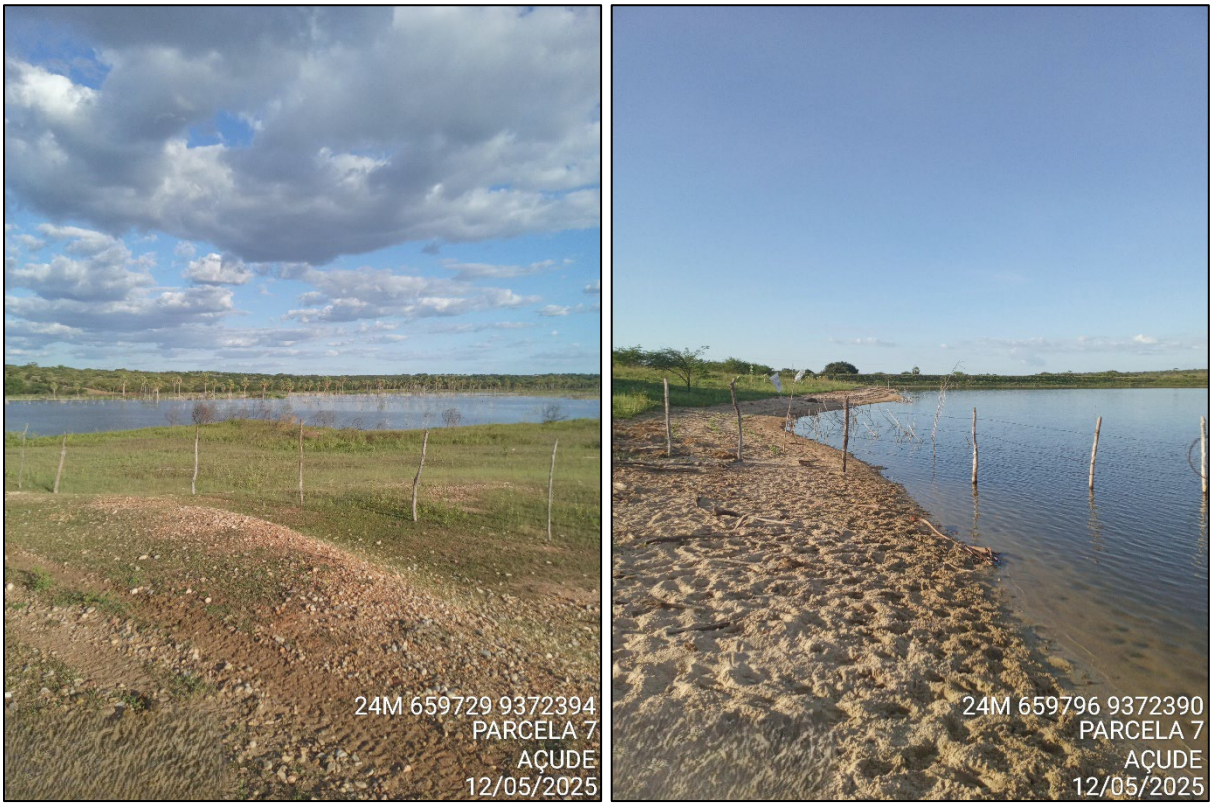


Figura 35 - Visualização da área com solo exposto.

As estações 5 e 6, diferentemente das demais, apresentavam ausência total de lâmina d'água no momento da campanha, revelando o caráter intermitente e sazonal dos sistemas aquáticos no semiárido. Ambas se encontravam completamente dessecadas, sendo utilizadas pela população local para fins não relacionados ao uso ambiental direto dos ecossistemas aquáticos: a estação 5 funcionava como acesso viário informal (estrada) e a estação 6 como área de cultivo agrícola e criação de animais.

Em substituição à lâmina de água, foi observada a presença de vegetação terrestre adaptada ao semiárido, composta por espécies lenhosas típicas da caatinga. Apesar da vegetação ripária estar presente nos locais, seu papel como elemento protetor e estruturante do hábitat aquático encontra-se totalmente descaracterizado, uma vez que os usos antrópicos substituíram funcionalmente a dinâmica ecológica natural da área alagável.

Do ponto de vista do Protocolo da EPA, essas estações seriam classificadas com escores nulos ou mínimos em praticamente todos os parâmetros avaliados, uma vez que: (i) não havia cobertura de substrato aquático; (ii) a conectividade hidrológica estava interrompida; (iii) as margens apresentavam compactação e degradação visíveis; (iv) os usos antrópicos (trânsito de veículos, pisoteio de animais, cultivo agrícola) modificaram profundamente a estrutura física da unidade de avaliação.

Embora não apresentassem, naquele momento, descarga de poluentes evidente, os usos atuais representam fontes potenciais de poluição parcial, principalmente devido ao acúmulo de matéria orgânica, resíduos fecais e distúrbios no solo, que serão mobilizados durante os primeiros eventos de recarga hídrica. Esse processo pode resultar em uma rápida eutrofização autóctone logo após as primeiras chuvas significativas, agravada pela concentração de nutrientes e materiais particulados depositados no leito seco.

Assim, mesmo em condição seca, essas áreas devem ser consideradas zonas críticas de risco ecológico, com implicações diretas para a qualidade da água e para a saúde dos ecossistemas durante os ciclos de enchente.

No ano de 2025, não foi observado mortandade de organismos da classe de peixes presentes no açude, mas ainda é possível verificar o acúmulo de macrófitas e o processo de eutrofização, que poderá gerar pela decompisição uma diminuição de oxigênio dissolvido na água, atribuindo também má qualidade.

Quadro 3 - Síntese das condições qualidade de habitat.

Estação	Qualidade do Hábitat	Principais características
P1	Regular a boa	Vegetação marginal presente, estabilidade razoável, substrato variado
P2	Regular	Vegetação ausente em trechos, margens instáveis, sedimentos finos acumulados
P3	Boa	Vegetação aquática e ripária presente, substrato com heterogeneidade moderada
P4	Regular (potencial comprometido)	Vegetação ripária presente, mas impactada por criação animal próxima
P5	Muito ruim	Sem água, usada como estrada, solo compactado, sem função ecológica atual
P6	Muito ruim	Sem água, uso agrícola e criação animal, risco de eutrofização futura
P7	Ruim a muito ruim	Margens degradadas, sem vegetação, substrato compactado, cobertura mínima

4.4 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AS CAMPANHAS 2023/2025

A análise comparativa entre os dados de 2023 e os resultados obtidos na campanha de 2025 revela a persistência de condições eutróficas severas e sinais contínuos de pressão antrópica sobre os sistemas aquáticos avaliados. Contudo, nota-se também variações pontuais nos níveis de alguns parâmetros, especialmente relacionados à eutrofização e à presença de coliformes, indicando que os impactos ambientais são dinâmicos, multifatoriais e com forte influência climática e sazonal.

Os valores de condutividade elétrica aumentaram nos locais monitorados em 2024, com destaque para o Ponto 04, que apresentou condutividade de 1733 µS/cm e sólidos totais dissolvidos acima de 1200 mg/L. Isso representa uma elevação expressiva frente aos dados de 2023, quando a condutividade variava de 250 a 910

µS/cm. Essa alteração é compatível com o efeito cumulativo da evapotranspiração em sistemas de baixa lâmina de água, intensificado pela estiagem prolongada e reduzida recarga hídrica.

O padrão de elevada mineralização indica uma tendência de salinização progressiva, agravada pela baixa renovação da água e pelo uso múltiplo do entorno, reforçando a vulnerabilidade desses sistemas no contexto do semiárido.

As concentrações de fósforo total em 2025 (0,10 a 0,15 mg/L) mantiveram-se em patamares semelhantes aos mais críticos de 2023, quando valores de até 0,52 mg/L foram registrados. Esses níveis são consistentemente compatíveis com estados eutróficos ou hipertrofizados, segundo Thornton & Rast (1993), cuja referência é de 0,06 mg/L como limiar para eutrofização.

Já o nitrogênio total, que em 2023 variava de 0,07 a 0,22 mg/L, apresentou em 2025 um perfil próximo, com concentrações de nitrato de 0,08 a 0,15 mg/L e amônia total de até 0,66 mg/L. Isso sugere carregamento constante de nutrientes, reforçado por fontes difusas, como escoamento agrícola, presença de gado, ausência de mata ciliar e entrada de matéria orgânica não tratada.

A presença de coliformes termotolerantes foi registrada em quatro dos cinco pontos com lâmina d'água em 2024, com destaque para o Ponto 07, que ultrapassou o limite de 1.000 NMP/100 mL definido pela CONAMA 357/2005. Em 2023, *E. coli* foi detectada em quase todos os pontos, além de ovos de *Ascaris lumbricoides*, evidenciando forte contaminação fecal.

O padrão se repete, indicando que não houve avanço significativo em infraestrutura sanitária, e que a contaminação por fezes humanas e animais é recorrente e ativa, o que compromete os usos múltiplos da água (como irrigação e dessedentação de animais) e representa risco à saúde pública.

Embora a comunidade fitoplanctônica continue sendo dominada por cianobactérias, com presença de *Microcystis aeruginosa* em 2025, chama atenção o registro de floração intensa associada à formação de espumas, especialmente na estação 07. Em 2023, *Limnothrix planctonica* e *Raphidiopsis raciborskii* foram as espécies mais abundantes e já apontavam risco de produção de toxinas como microcistinas e saxitoxinas.

A estrutura da comunidade bentônica manteve-se composta majoritariamente por moluscos resistentes à poluição, como *Melanoides* e *Biomphalaria*, reforçando o

diagnóstico de um ecossistema em estado de desequilíbrio ecológico, com baixa diversidade de organismos sensíveis e indicadores biológicos compatíveis com ambientes degradados.

Por fim, com base na análise integrada dos dados físico-químicos, biológicos e ecológicos, considera-se que os ecossistemas apresentam estado de integridade biótica comprometido, com sinais avançados de eutrofização, alterações na estrutura das comunidades aquáticas e impactos antrópicos relevantes sobre a zona ripária e a planície de inundação. A ausência de contaminantes tóxicos associados ao petróleo não descarta a degradação ambiental progressiva por fontes difusas e ocupações não controladas, com potencial agravamento durante eventos hidrológicos sazonais.

Quadro 4 - Resumo comparativo entre as duas amostragens realizadas

Indicador	2023	2025	Tendência Observada
Condutividade (µS/cm)	250 a 910	1039 a 1733	Aumento expressivo (salinização)
Fósforo Total (mg/L)	0,03 a 0,52	0,10 a 0,15	Mantida eutrofização severa
Nitrogênio Total / Amônia	0,07 a 0,22 (NT)	0,36 a 0,66 (amônia)	Aporte contínuo de nutrientes
Coliformes Termotolerantes	Presente em todos os pontos	480 a 1120 NMP/100 mL	Persistência de contaminação fecal
Cianobactérias	Florações intensas (*Limnothrix*, etc.)	Florações com espuma (*Microcystis*)	Situação crítica mantida
Macroinvertebrados bentônicos	Baixa diversidade; dominância de moluscos	Presença de moluscos tolerantes	Sem melhora ecológica

5 CONCLUSÃO

O açude do cote, área de estudo deste relatório, é um corpo hídrico natural com extensão de 35,31 hectares. Está inserido na sub-bacia Apodi-Mossoró, a segunda maior bacia do estado do Rio Grande do Norte, localizada na Microrregião do Oeste Potiguar, ocupando uma área de 28.370,592 hectares.

No entorno do Cote e ao longo de seu curso d'água, identificam-se diversas atividades socioeconômicas como fornos de cal, extração de petróleo, pecuária e fruticultura irrigada. Atividades que embora economicamente relevantes podem impactar negativamente a qualidade da água e gerar desequilíbrios ecológicos no ecossistema aquático local.

As concentrações de compostos nitrogenados totais, pH e cloretos totais, observadas não são compatíveis com contaminações advindas da atividade direta de extração de petróleo.

Os resultados das variáveis analisadas indicam elevado estágio de eutrofização nos ecossistemas amostrados. A eutrofização artificial caracteriza-se pelo aumento excessivo da concentração de nutrientes, especialmente nitrogênio, na água e tem como consequência mais danosa ao ambiente florações de cianobactérias, como observado nos ambientes avaliados. O estágio de eutrofização constato é compatível com os usos múltiplos do entorno dos mesmos, como a criação de animais, agricultura e principalmente a falta de saneamento básico, visto os indícios de contaminações fecais observadas.

As florações de cianobactérias nos reservatórios deram-se com maior contribuição de *Microcystis aeruginosa*, produtoras de microcistinas, um grupo de hepatotoxinas capazes de acarretar danos potenciais a saúde humana e de outros animais no entorno, bem como comprometimento dos usos múltiplos da água para irrigação e dessedentação de animais, assim é fundamental que medidas de mitigação e controle de eutrofização nos sistemas avaliados sejam implementados para reduzir o impacto ambiental e garantir a segurança hídrica dos usos da água.

Além disso, houve aumento nos valores de condutividade elérica, se comparado com o ano de 2023, causado pela estiagem prolongada ocorrida também este ano. A mineralização e salinização progressiva estão atreladas ao baixo nível de água e baixa renovação da mesma presente no açude.

Para análise física-química de derivados de petróleo como benzeno, etilbenzeno,

tolueno e xilenos, mostram estar em conformidade com a Resolução Nº 357, de 17 de Março de 2005, descartando a atividade petrolífera como causadora da degradação de ocorre de forma recorrente no açude.

Diante do exposto, infere-se que o açude do cote, está com processo de eutrofização, mas não está relacionado com uma possível contaminação por hidrocarbonetos, haja vista não ter sido detectado estes compostos nas amostras de água coletadas. Este impacto negativo pode ter sido ocasionada pelo processo de escassez que ocorre na região e da decomposição das cianobactérias no corpo hídrico, uma vez que seu processo de decomposição pode ocasionar a diminuição de oxigênio no reservatório.

Recomenda-se a implementação, por parte do poder público, de um monitoramento contínuo das densidades de cianobactérias, bem como avaliação e quantificação da presença de cianotoxinas na água, principalmente em pontos onde havia predominancia de *Microcystis aeruginosa*. Além disso métodos de delimitação ao acesso que torne possível o controle em faixas de proteção.

A educação ambiental e sensibilização com estímulos as práticas sustentáveis também podem contribuir para ações conjuntas, assim como o apoio de órgãos de vigilância em saúde, considerando a ocorrência de caramujos (*Biomphalaria* sp.), espécies que estão associadas ao parasita causador da esquistossomose. Com isso, haverá melhora da qualidade da água para consumo humano e a preservação das espécies que estão presentes no corpo hídrico.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PAIVA, Jéssica Nunes et al. Crescimento e sobrevivência de Genipa americana L. no município de Macaíba (Rio Grande do Norte–Brasil). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 7, n. 3, 2019. Disponível em: < https://www.revistabrasileirademeioambiente.com/index.php/RVBMA/article/view/350 >. Acesso em: 11 de outubro de 2023.

ABÍLIO, F. J. P. Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade ambiental de corpos aquáticos da caatinga. Oecol. Bras., v. 11, p 397-409, 2007.

APHA .1998. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, Washington DC.

BARBOSA, J. E. L., MEDEIROS, E. S. F., BRASIL, J., CORDEIRO, R. S., CRISPIM,M.C.B, SILVA, G.H.G. 2012. Aquatic systems in semi-arid Brazil: limnology and management. Acta Limnologica Brasiliensia, 24(1), 103-118

BRAGA, G. G.; BECKER, V.; OLIVEIRA, J. N.P.; MENDONÇA JUNIOR, J. R,; BEZERRA, A. F. M.; TORRES, L. M.; GALVÃO, A. M. F.; MATTOS, A. Influence of extended drought on water quality in tropical reservoirs in a semiarid region. Acta Limnologica Brasiliensia, v. 27, p. 15-23, 2015.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <https://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=2747>.

DE OLIVEIRA, José Wandilson; DA SILVA, Fernando Moreira; SILVA, Vera Lucia. Diagnóstico ambiental do entorno dos Olhos d'Água em Felipe Guerra/RN. **Sociedade e Território**, v. 21, n. 1-2, p. 110-129, 2009.

FRANÇA, J. M. B., SILVA, S. M. O., MONTEIRO, C. M. G., PAULINO, W. D., & CAPELO NETO, J.. (2022). Qualidade da água em um sistema de reservatórios em cascata – um estudo de caso no semiárido brasileiro. *Engenharia Sanitária E Ambiental*, *27*(1), 113–123. https://doi.org/10.1590/S1413-415220200328

LUND, JWG.; KIPLING, C. & LECREN, Ed. 1958. The inverted microscope method of estimating algal numbers and the statistical basis of estimations by counting. Hydrobiologia,11: 143–170.

LEAL, Andréa de Castro; SOARES, Manoel do Carmo Pereira. Hepatotoxicidade da cianotoxina microcistina. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, v. 37, p. 84-89, 2004.

MADUREIRA, L. A. S.; MATER, L.; ALEXANDRE, M. R.; HANSEL, F. A.; J. BRAZ. CHEM. SOC. 2004, 15, 725. SILVA, F. C.; Manual de análises química de solos, plantas e fertilizantes, 1ª ed., Embrapa: Brasília, 1999.

NERY, G. K. M. ; NERY, J. F. Cadê a água que estava aqui? disponibilidade e qualidade hídrica no semiárido. *In:* FABIANA XAVIER COSTA, ANA MARIA GONÇALVES DUARTE MENDONÇA, WERUSKA BRASILEIRO FERREIRA, SALOMÃO DE SOUSA MEDEIROS. (Org.). Alternativas de disponibilidade e uso dos recursos hídricos para o desenvolvimento sustentável do semiárido. 1ed.Campina Grande - PB: EDUEPB, 2021, v. 1, p. 1-352.

NERY, J. F. ; NERY, G. K. M. ; MEDEIROS, S. S. ; FERREIRA, W. B. . Cianobactérias no semiárido: Guia ilustrado. 1. ed. Campina Grande: INSA, 2019. v. 1. 113p .

NERY, J. F.; NERY, G. K. M.; MAGALHAES, A. G.; LIRA ; W.; MEDEIROS, S. S. Effects of cyanotoxins in germination, growth and DNA damages of *Lettuce sativa* (Lettuce) and *Coriandrum sativum* (Coriander). African journal of agricultural research , v. 17, p. 39-45, 2021.

MELO, L. E. L. 2000. O uso do gastrópode Pomacea lineata (Spix, 1827) como indicador de qualidade de mananciais de água doce do Nordeste do Brasil: Uma proposta metodológica. Resumo (dissertação). Programa regional de Pós -Graduação em Desenvolvimento e Meio -Ambiente (PRODEMA)-Universidade Federal da Paraíba

MOZETO, A. A.; SOARES, A. Projeto Qualised – Determinação de fluxos de nutrientes e outras espécies químicas na interface sedimento-água de ambientes aquáticos lênticos e límnicos. São Carlos: Cubo, 2006. 224 p

THORNTON, J.A.; RAST, W (1993).A test of hypotheses relating to the comparative limnology and assessment of eutrophication in semi-arid man-made lakes, in Straskraba, M., Tundisi, J.G., and Duncan, A., Comparative reservoir limnology and water quality management, developments in hydrobiology 77: Dordrecht, The

Netherlands, Kluwer Academic Publishers, p. 1–24

UTERMÖHL, H. 1958. Zur Vervollkomnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. Mitteillung Internationalen Verein Limnologiae,9: 1- 38

Resolução CONAMA nº 357, de 15 de junho de 2005. 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 SOUZA, Juliana Rosa et al. A importância da qualidade da água e os seus múltiplos usos: caso Rio Almada, sul da Bahia, Brasil. REDE-Revista Eletrônica do Prodema, v. 8, n. 1, 2014.

MOLINA, W. F. et al. Ação de um predador exógeno sobre um ecossistema aquático equilibrado. I. Extinções locais e medidas de conservação genética. UNIMAR, v. 18, n. 2, p. 335-345, 1996.

DA CUNHA, Tiago Pedro Silva et al. ÍNDICE DE QUALIDADE AMBIENTAL APLICADO À ÁREA DE MANANCIAL: SISTEMA LACUSTRE BONFIM/RN. Sociedade e Território, v. 36, n. 3, 2024.

SOUZA, Sérgio Domiciano Gomes de; SOUZA, Anny Catarina Nobre de; SOUSA, Maria Losângela Martins de. **Disponibilidade hídrica e a dinâmica urbano-regional do Semiárido brasileiro**. Confins. Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasilera de geografia, n. 57, 2022.

SOARES, Fernanda Pereira et al. **Os impactos ambientais no perímetro do Açude de Pilões em São João do Rio do Peixe**. Monografia (Licenciatura em Geografia) UFCG/CFP, Cajazeiras, 2024.

GONZALEZ, M. R. F. 2018. Geodiversidade e Política em ambiente cárstico potiguar: o caso de Felipe Guerra/RN. Disponível em: https://memoria.ifrn.edu.br/bitstream/handle/1044/1487/TCC%20VERS%C3%83O%20BIBLIOTECA%20FINAL%2027032018%20MAYRA%20RAIZA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

7. EQUIPE TÉCNICA

Profissional	Adjane Monique de Sousa
Empresa	Projetos Geológicos Ltda.
Profissão	Bióloga (UERN); Mestre em Ciências Naturais (UERN) CRBIO 59.376-05/D
Assinatura	

Profissional	Elayne Barbosa Santos
Empresa	Projetos Geológicos Ltda.
Profissão	Bióloga (UERN)
Assinatura	

Profissional	Francisco Sérgio Coelho
Empresa	Projetos Geológicos Ltda.
Profissão	Geógrafo Bacharel (UCS – CAMPUS SÃO MIGUEL) CREA: 2122484748RN
Assinatura	

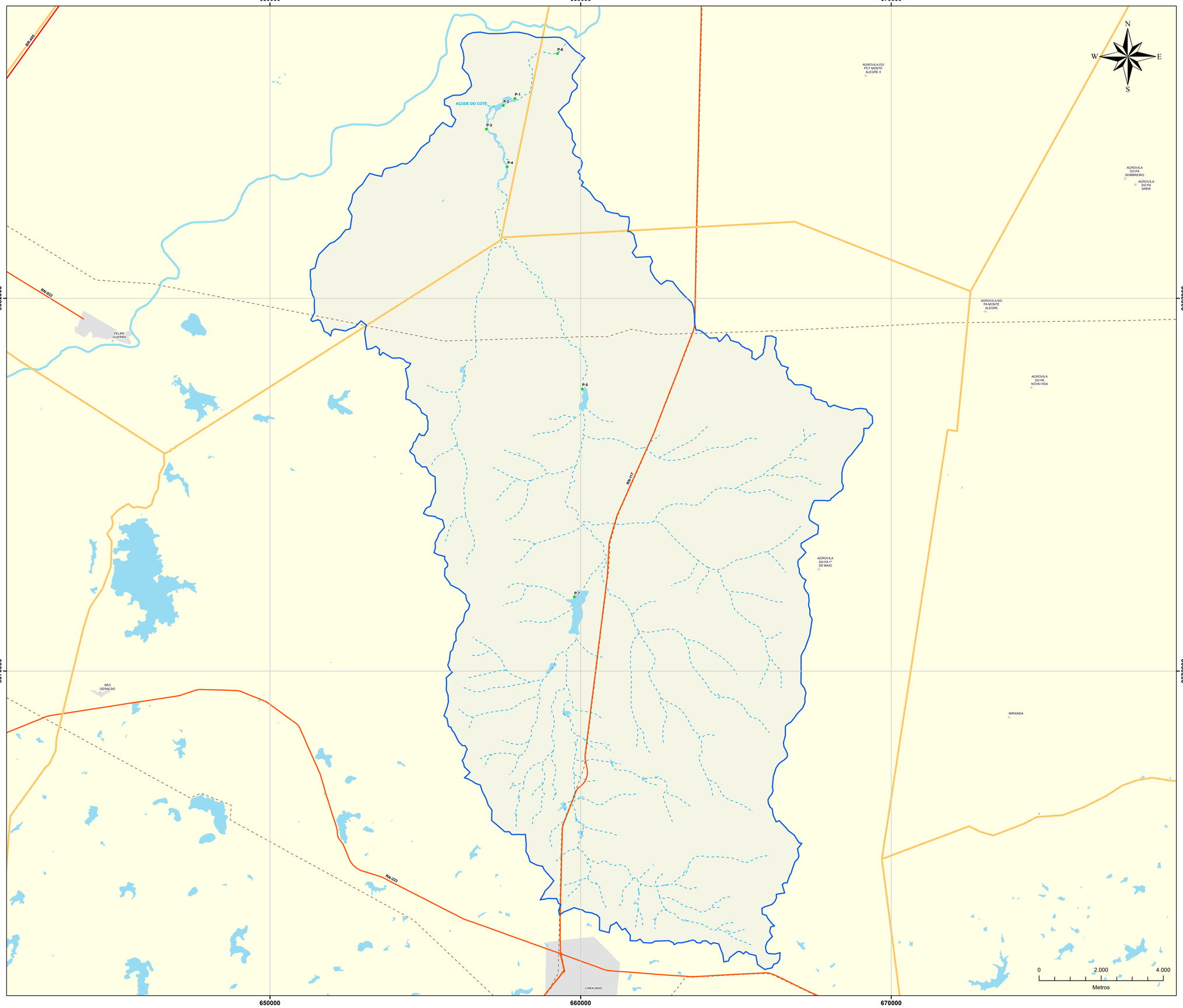
Profissional	Diego Duarte
Empresa	Projetos Geológicos Ltda.

Profissão	Técnico Agrícola e Técnico em Meio Ambiente CFTA e CRT RN 08218506446
Assinatura	

ANEXOS

ANEXO 1

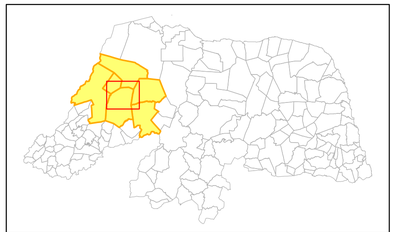
Mapa de localização



LEGENDA

- PONTO DE COLETA
- BACIA HIDROGRÁFICA
- RIO APODI
- LOCALIDADE
- RODOVIA FEDERAL
- RODOVIA ESTADUAL
- LINHA DE TRANSMISSÃO
- CORPO D'ÁGUA
- ÁREA URBANA
- LIMITE DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA
- MUNICÍPIOS

MAPA DE SITUAÇÃO REGIONAL



NOTAS GERAIS

PONTOS DE COLETA		
COORDENADAS SIRGAS 2000 24S		
VÉRTICE	ESTE (X)	NORTE (Y)
P-1	657884,00	9388439,00
P-2	657515,00	9388209,00
P-3	656964,00	9387450,00
P-4	657638,00	9386240,00
P-5	660049,62	9379088,16
P-6	653250,00	9389885,00
P-7	659796,00	9372388,00

REV.	DESCRIÇÃO	DATA	EXEC.	VERIF.	APROV.
0	EMISSÃO ORIGINAL	20/06/25	TOMAZ	PROGEL	SÉRGIO

AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA PETRORECÔNCAVO S.A., SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.

PROGEL Gestão de Recursos Naturais

RESP. TÉC.: FRANCISCO SÉRGIO COELHO
CREA- Nº 212248474-8

PetroReconcavo

CLIENTE: PETRORECONCAVO S.A.

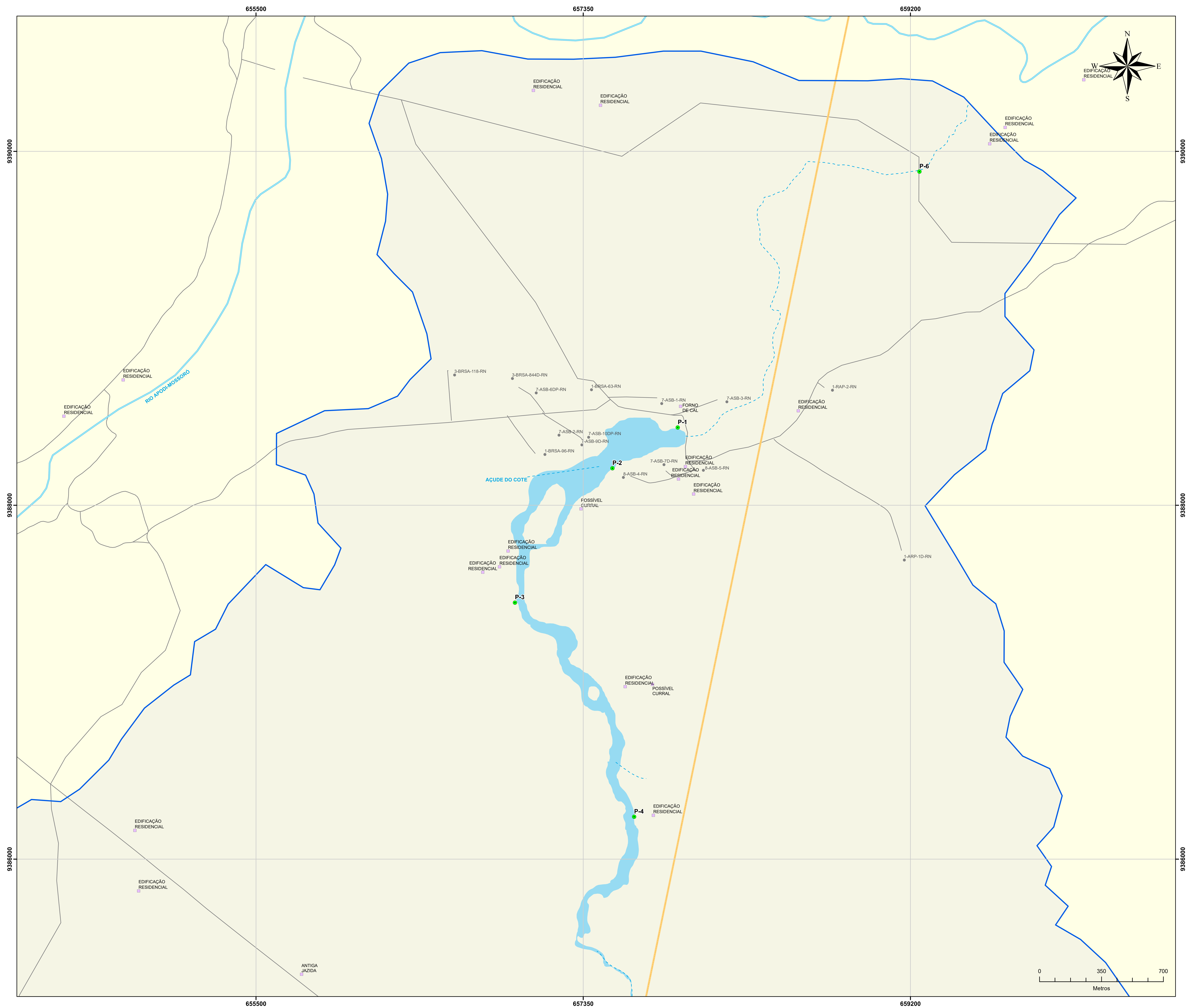
PROGRAMA: ESTUDO - AÇUDE DO COTE

ÁREA: -

MUNICÍPIO: MOSSORÓ/RN

TÍTULO: MAPA DE LOCALIZAÇÃO

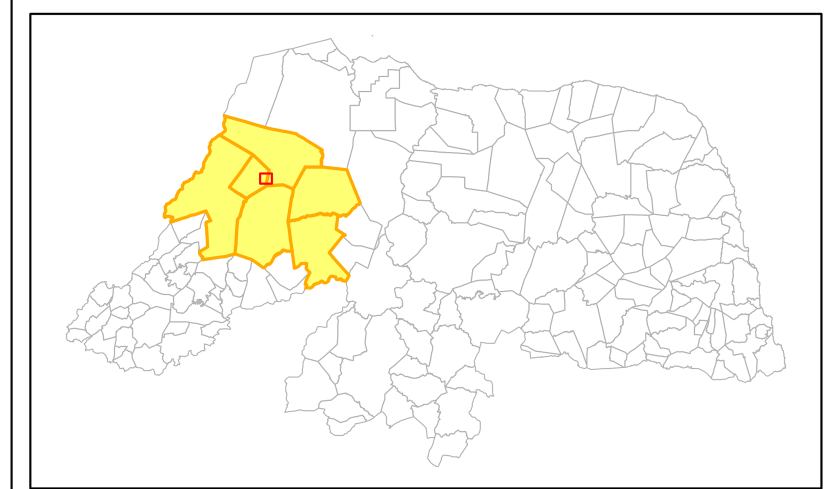
DATUM	EXEC.	VERIF.	APROV.
SIRGAS2000 - 24S	MATHEUS TOMAZ	PROGEL	SÉRGIO COELHO
ESCALA: 1:57.500	FORMATO: A1-841x594mm	EXT.: .MXD	FOLHA: 01 de 05
DATA: 20/06/2025	Nº: DE-3400.00-0000-000-P6L-015		



LEGENDA

- POÇO EXISTENTE
- PONTO DE COLETA
- EDIFICAÇÃO
- BACIA HIDROGRÁFICA
- RIO APODI
- ACESSOS DIVERSOS
- CORPO D'ÁGUA
- LIMITE DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA
- MUNICÍPIOS

MAPA DE SITUAÇÃO REGIONAL



NOTAS GERAIS

PONTOS DE COLETA		
COORDENADAS SIRGAS 2000 24S		
VÉRTICE	ESTE (X)	NORTE (Y)
P-1	657884,00	9388439,00
P-2	657515,00	9388209,00
P-3	656964,00	9387450,00
P-4	657638,00	9386240,00
P-5	660049,62	9379088,16
P-6	653250,00	9389885,00
P-7	659796,00	9372388,00

REV.	DESCRIÇÃO	DATA	EXEC.	VERIF.	APROV.
0	EMISSÃO ORIGINAL	20/06/25	TOMAZ	PROGEL	SÉRGIO

AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA PETRORECÔNCAVO S.A., SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.

PROGEL Gestão de recursos naturais

RESP. TÉC: FRANCISCO SÉRGIO COELHO
CREA- Nº 212248474-8

PetroReconcavo

CLIENTE: PETRORECONCAVO S.A.

PROGRAMA: ESTUDO - AÇUDE DO COTE

ÁREA: -

MUNICÍPIO: FELIPE GUERRA/RN

TÍTULO: MAPA DE LOCALIZAÇÃO

DATUM	EXEC.	VERIF.	APROV.
SIRGAS2000 - 24S	MATHEUS TOMAZ	PROGEL	SÉRGIO COELHO
ESCALA: 1:10.000	FORMATO: A1-841x594mm	EXT. .MXD	FOLHA: 01 de 05
DATA: 20/06/2025	Nº DE-3400.00-0000-000-P6L-015		

ANEXO 2

Imagem georrefenciada açude do cote

IMAGEM DE DRONE

LEGENDA

- PONTO DE COLETA
- POÇO DE PETRÓLEO
- EDIFICAÇÃO
- BACIA HIDROGRÁFICA
- CORPO D'ÁGUA

N
W
E
S

ESCALA 1:7.000

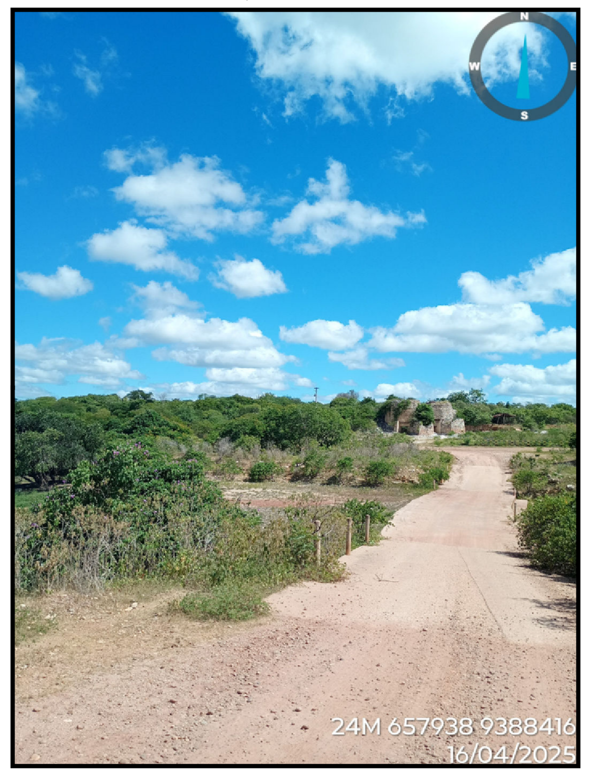
0 150 300
Metros

Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SIRGAS 2000, Zona 24 Sul

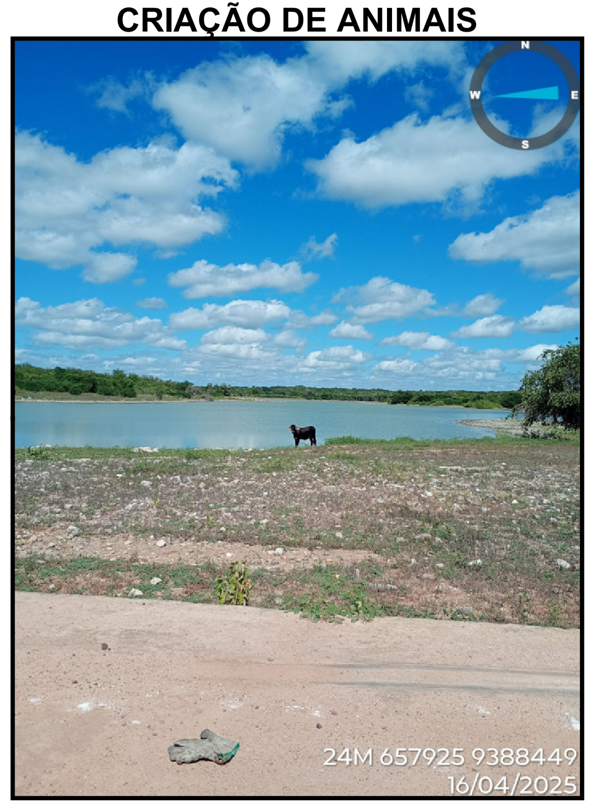
ANEXO 3

Mapa possíveis fontes poluidoras

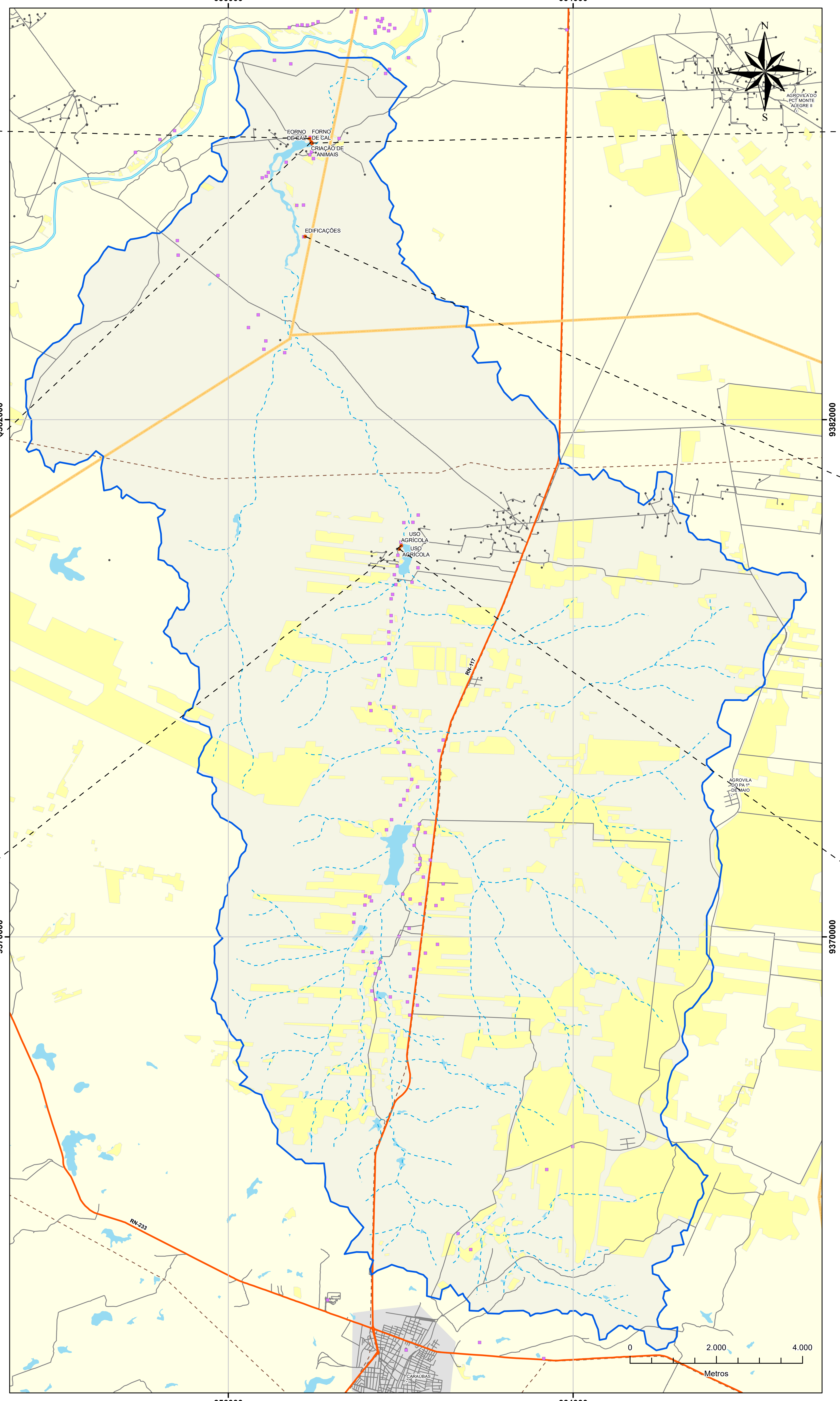
ÁREA DE QUEIMA DE CAL - I



CRIAÇÃO DE ANIMAIS



USO AGRÍCOLA - I



ÁREA DE QUEIMA DE CAL - II

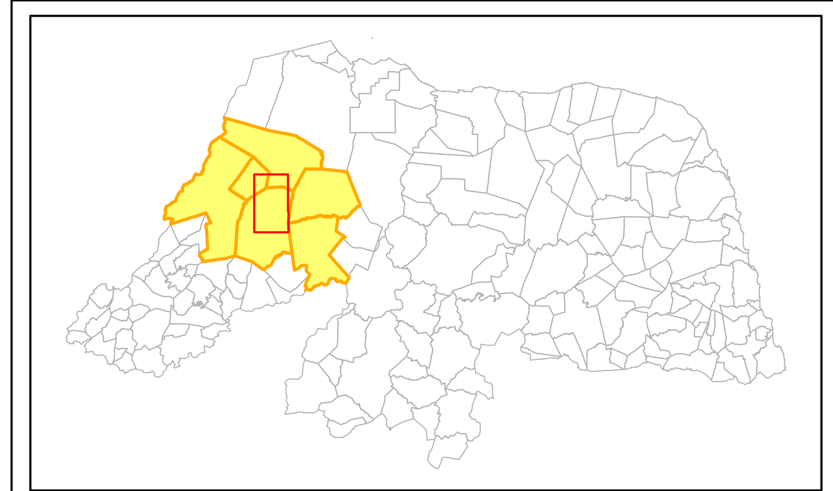
EDIFICAÇÕES

USO AGRÍCOLA - II

LEGENDA

- POÇO DE PETRÓLEO
- EDIFICAÇÃO
- PONTOS - POSSÍVEIS FONTES POLUIDORAS
- LOCALIDADE
- BACIA HIDROGRÁFICA
- RIO APODI
- RODOVIA ESTADUAL
- ACESSOS DIVERSOS
- LINHA DE TRANSMISSÃO
- CORPO D'ÁGUA
- USO AGRÍCOLA
- ÁREA URBANA
- LIMITE DA BACIA HIDROGRÁFICA
- LIMITE DA BACIA HIDROGRÁFICA
- MUNICÍPIOS

MAPA DE SITUAÇÃO REGIONAL



NOTAS GERAIS

PONTOS DAS FOTOS POSSÍVEIS FONTES POLUIDORAS		
COORDENADAS SIRGAS 2000 24S		
VÉRTICE	ESTE (X)	NORTE (Y)
CRIAÇÃO DE ANIMAIS	657884,00	9388439,00
EDIFICAÇÕES	657515,00	9388209,00
FORNO DE CAL	656964,00	9387450,00
FORNO DE CAL	657638,00	9386240,00
USO AGRÍCOLA	660049,62	9379088,16
USO AGRÍCOLA	653250,00	9389885,00

REV.	DESCRIÇÃO	DATA	EXEC.	VERIF.	APROV.
0	EMISSÃO ORIGINAL	20/06/25	TOMAZ	PROGEL	SÉRGIO

AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA PETRORECÔNCAVO S.A., SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.

PROGEL Gestão de recursos naturais

RESP. TÉC: FRANCISCO SÉRGIO COELHO
CREA- Nº 212248474-8

PetroReconcavo

CLIENTE: PETRORECONCAVO S.A.

PROGRAMA: ESTUDO - AÇUDE DO COTE

ÁREA: -

MUNICÍPIO: FELIPE GUERRA/RN

TÍTULO: MAPA DE POSSÍVEIS FONTES POLUIDORAS

DATUM	EXEC.	VERIF.	APROV.
SIRGAS2000 - 24S	MATHEUS TOMAZ	PROGEL	SÉRGIO COELHO
ESCALA: 1:58.000	FORMATO: A1-841x594mm	EXT. .MXD	FOLHA: 03 de 05
DATA: 20/06/2025	Nº DE-3400.00-0000-000-P6L-015		

ANEXO 4

Mapa de pontos de coleta e Laudo laboratorial – análises físico-químicas

PONTO DE COLETA 01

PONTO DE COLETA 02

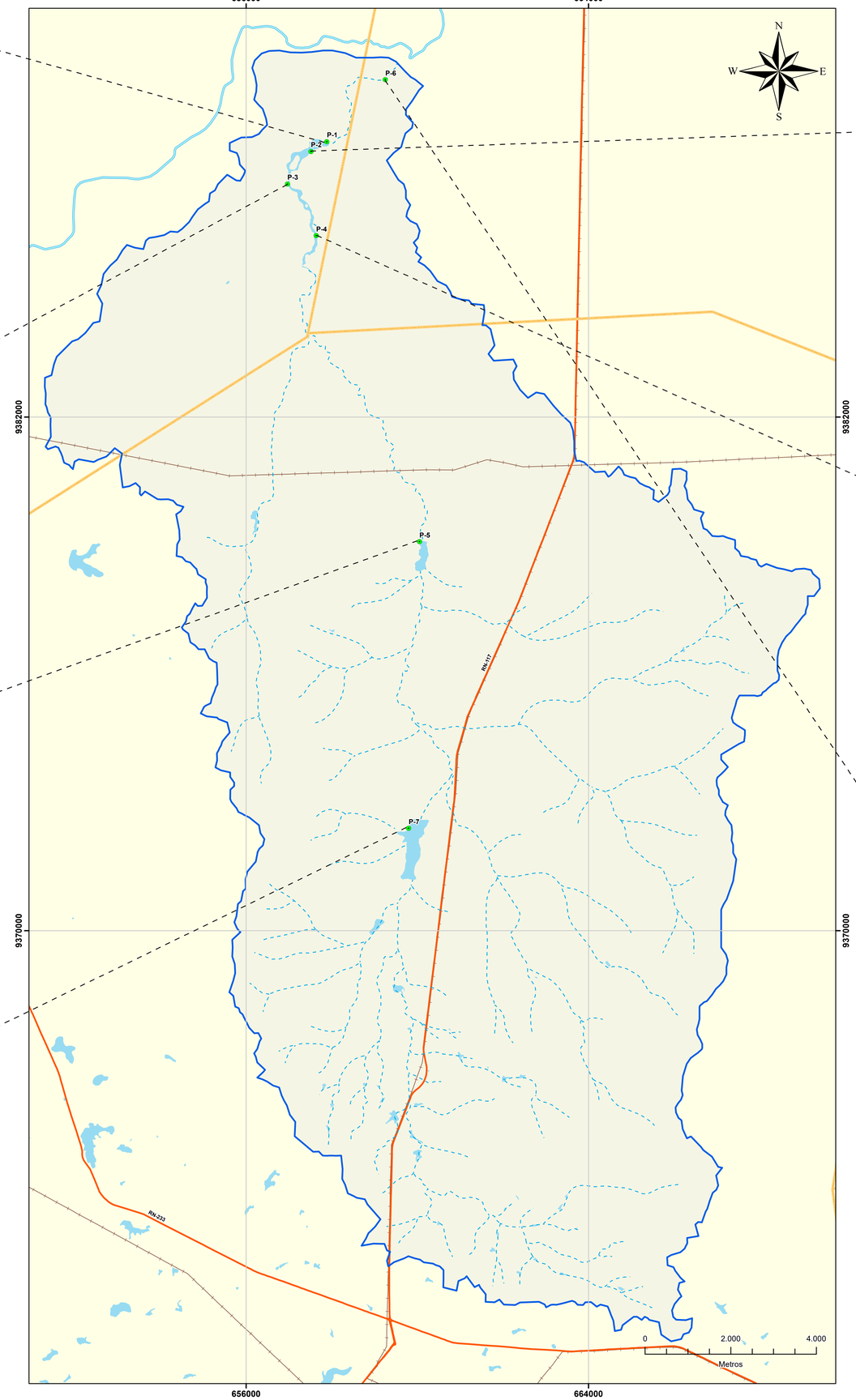
PONTO DE COLETA 03

PONTO DE COLETA 04

PONTO DE COLETA 05

PONTO DE COLETA 06

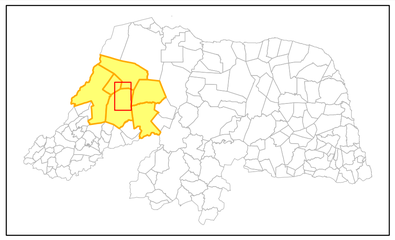
PONTO DE COLETA 07



LEGENDA

- PONTO DE COLETA
- BACIA HIDROGRÁFICA
- RIO APODI
- RODOVIA FEDERAL
- RODOVIA ESTADUAL
- LINHA DE TRANSMISSÃO
- CORPO D'ÁGUA
- LIMITE DA BACIA HIDROGRÁFICA
- MUNICÍPIOS

MAPA DE SITUAÇÃO REGIONAL



NOTAS GERAIS

PONTOS DE COLETA		
COORDENADAS SIRGAS 2000 24S		
VÉRTICE	ESTE (X)	NORTE (Y)
P-1	657884,00	9388439,00
P-2	657515,00	9388209,00
P-3	656964,00	9387450,00
P-4	657638,00	9386240,00
P-5	660049,62	9379088,16
P-6	653250,00	9389885,00
P-7	659796,00	9372388,00

REV.	DESCRIÇÃO	DATA	EXEC.	VERIF.	APROV.
0	EMISSÃO ORIGINAL	20/06/25	TOMAZ	PROGEL	SÉRGIO

AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA PETRORECÔNCAVO S.A., SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.

PROGEL Gestão de recursos naturais

RESP. TÉC: FRANCISCO SÉRGIO COELHO
CREA- Nº 212248474-8

PetroReconcavo

CLIENTE: PETRORECONCAVO S.A.

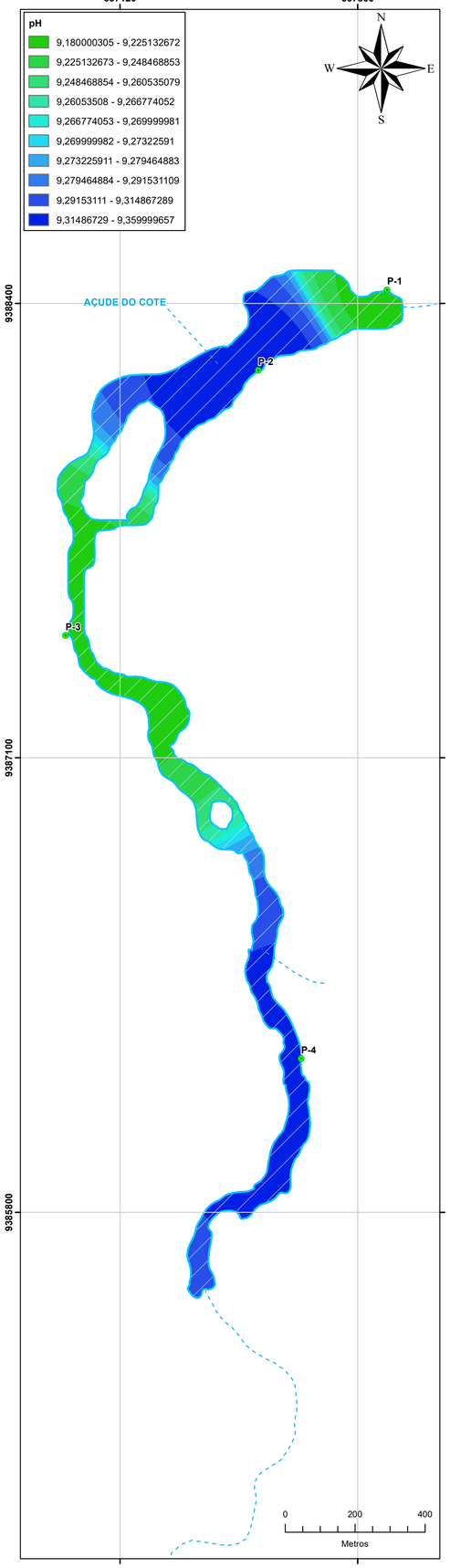
PROGRAMA: ESTUDO - AÇUDE DO COTE

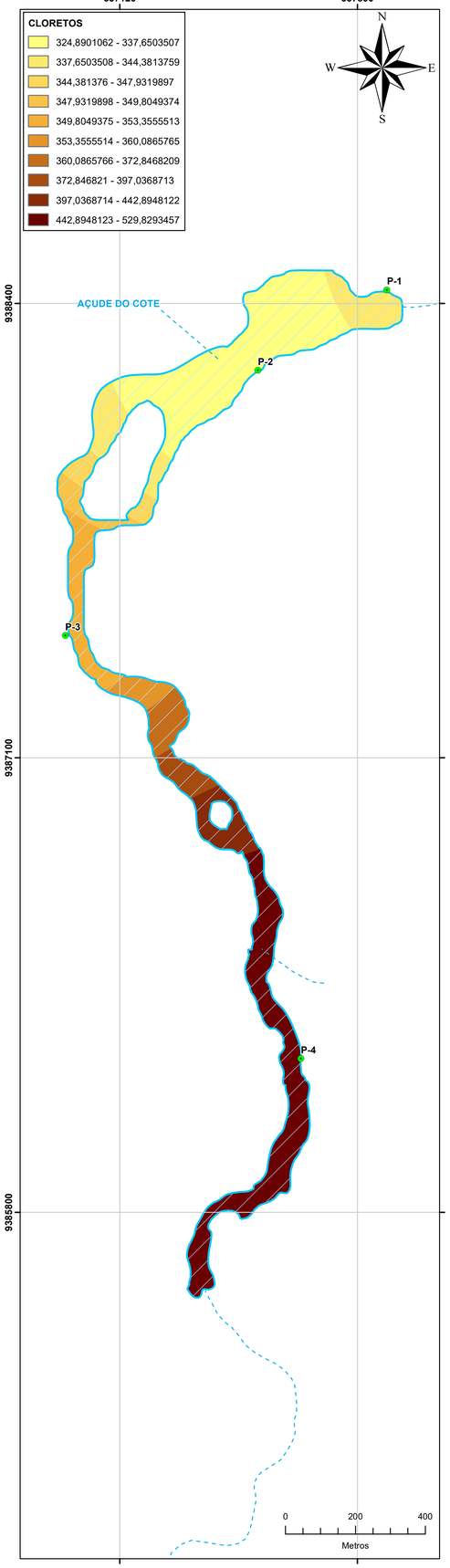
ÁREA: -

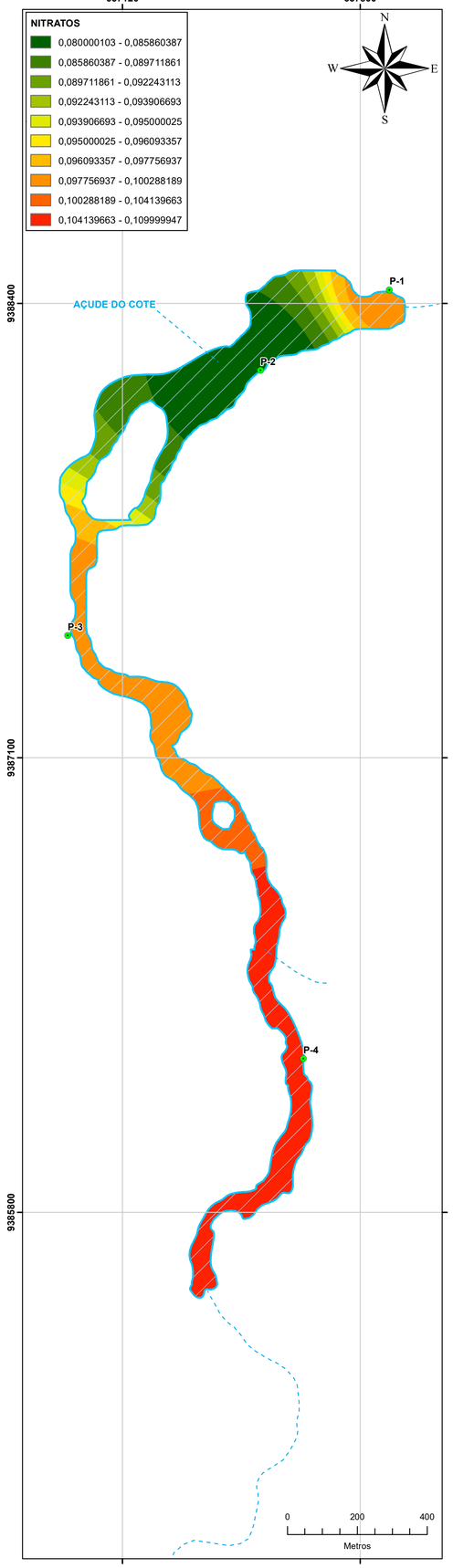
MUNICÍPIO: MOSSORÓ/RN

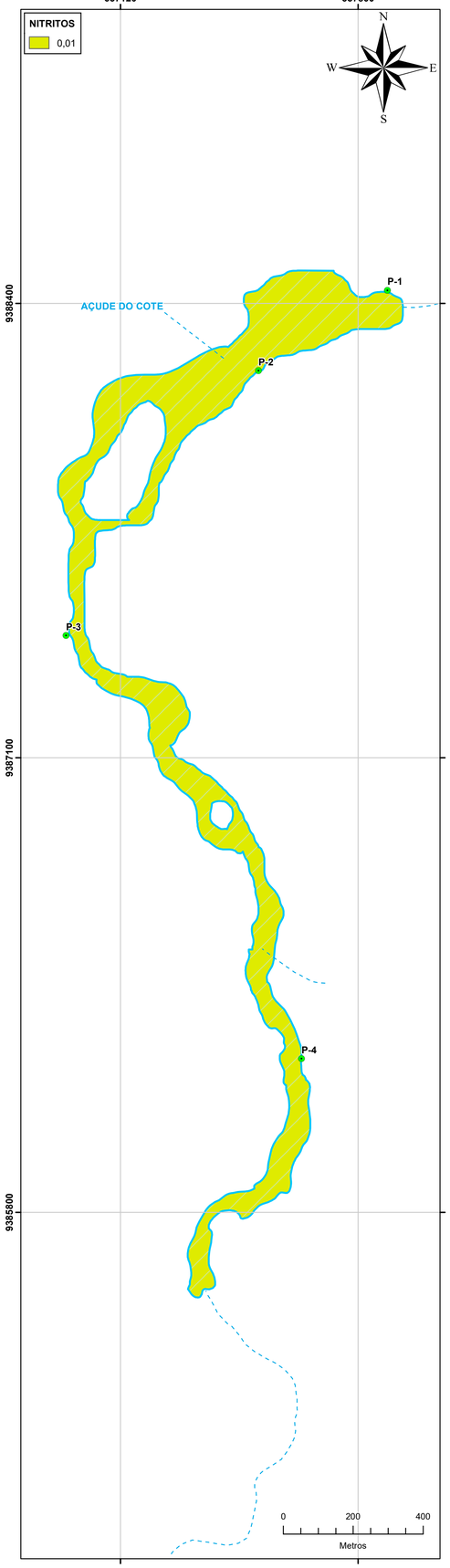
TÍTULO: MAPA DE LOCALIZAÇÃO E IMAGEM

DATUM	EXEC.	VERIF.	APROV.
SIRGAS2000 - 24S	MATHEUS TOMAZ	PROGEL	SÉRGIO COELHO
ESCALA: 1:58.000	FORMATO: A1-841x594mm	EXT. .MXD	FOLHA: 02 de 05
DATA: 20/06/2025	Nº DE-3400.00-0000-000-P6L-015		





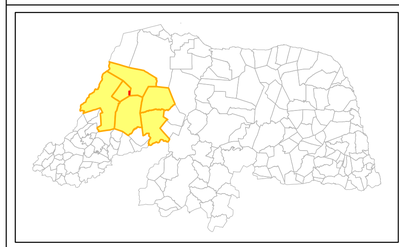




LEGENDA

- PONTO DE COLETA
- BACIA HIDROGRÁFICA
- CORPO D'ÁGUA

MAPA DE SITUAÇÃO REGIONAL



NOTAS GERAIS

PONTOS DE COLETA		
COORDENADAS SIRGAS 2000 24S		
VÉRTICE	ESTE (X)	NORTE (Y)
P-1	657884,00	9388439,00
P-2	657515,00	9388209,00
P-3	656964,00	9387450,00
P-4	657638,00	9386240,00
P-5	660049,62	9379088,16
P-6	653250,00	9389885,00
P-7	659796,00	9372388,00

REV.	DESCRIÇÃO	DATA	EXEC.	VERIF.	APROV.
0	EMISSÃO ORIGINAL	20/06/25	TOMAZ	PROGEL	SÉRGIO

AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA PETRORECÔNCAVO S.A., SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.

PROGEL Gestão de recursos naturais

RESP. TÉC: FRANCISCO SÉRGIO COELHO
CREA- Nº 212248474-8

PetroReconcavo

CLIENTE: PETRORECONCAVO S.A.

PROGRAMA: ESTUDO - AÇUDE DO COTE

ÁREA: -

MUNICÍPIO: FELIPE GUERRA/RN

TÍTULO: MAPA DE ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICAS

DATUM	EXEC.	VERIF.	APROV.
SIRGAS2000 - 24S	MATHEUS TOMAZ	PROGEL	SÉRGIO COELHO
ESCALA: 1:8.000	FORMATO: A1-841x594mm	EXT.: .MXD	FOLHA: 04 de 05
DATA: 20/06/2025	Nº: DE-3400.00-0000-000-P6L-015		

ANEXO 5

Documentação Fotográfica

N
W
E
S
24M 657925 9388449
16/04/2025

24M 671829 9410079
04/07/25

N
W
E
S
24M 657938 9388416
16/04/2025

N
W
E
S
24M 657571 9388186
ASB-0004-RN
07/05/2025

N
W
E
S
24M 657589 9388168
ASB-0004-RN
07/05/2025

24M 656943 9387482

ANEXO 6

Anotação de Responsabilidade Técnica

Serviço Público Federal

CONSELHO FEDERAL/CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA - 5ª REGIÃO

ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA ART	N°:5-59873/25

CONTRATADO

Nome:Adjane Monique de Sousa	Registro CRBio:59.376/05-D
CPF:01260388484	Tel:8827-7632
E-Mail:moniqueestrelinha.ms@gmail.com	
Endereço:Rua Francisquinho de Aurélio	
Cidade:Mossoró	Bairro:PRESIDENTE COSTA E SILVA
CEP:59600-000	UF:RN

CONTRATANTE

Nome:Projetos Geológicos LTDA.	
Registro Profissional:	CPF/CGC/CNPJ:05.167.985/0001-68
Endereço:Rua Maria Auxiliadora da Silva, Nº 02	
Cidade:Mossoró	Bairro:ABOLIÇÃO
CEP:59617-020	UF:RN
Site:	

DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL

Natureza: Prestação de Serviços - 1.2,1.7,1.9			
Identificação:Estudos ambientais na bacia potiguar			
Município do Trabalho: Felipe Guerra	UF: RN	Município da sede: Mossoró	UF:RN
Forma de participação: Equipe		Perfil da equipe: Biólogo e geógrafo	
Área do conhecimento: Ecologia		Campo de atuação: Meio ambiente	

Descrição sumária da atividade:Participação e elaboração de um relatório de avaliação ambiental em um açude (Açude do Cote), zona rural de Felipe Guerra/RN, sendo coletado e identificado flora e fauna aquática e apresentado os resultados destacando os bioindicadores ecológicos e as atividades econômicas que estão no entorno da área.

Valor: R$ 4000,00	Total de horas: 60
Início: 28/05/2025	Término:

ASSINATURAS

Declaro serem verdadeiras as informações acima

gov.br
Documento assinado digitalmente
ADJANE MONIQUE DE SOUSA
Data: 05/06/2025 09:45:00-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

As

ASSINADO DIGITALMENTE
PROJETOS GEOLOGICOS LTDA
A conformidade com a assinatura pode ser verificada em:
http://serpro.gov.br/assinador-digital
SERPRO

Para verificar a autenticidade desta ART acesse o **CRBio05-24 horas** Online em nosso site e depois o serviço **Conferência de ART**

Solicitação de baixa por distrato

N° do protocolo:

Data: / /

Assinatura do Profissional

Data: / /

Assinatura e carimbo do contratante

Solicitação de baixa por conclusão

Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.

N° do protocolo: 400049588/NET

Data: / / Assinatura do profissional

Data: / / Assinatura e Carimbo do contratante

PROGEL
Gestão de recursos naturais