



CONSULTORIA
ENGENHARIA
GERENCIAMENTO

ARAUCO

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) Linha de Transmissão 230kV

VOLUME II / TOMO I – ÁREAS DE INFLUÊNCIA E
DIAGNÓSTICO DO MEIO FÍSICO

03ARA0423R00

CURITIBA – PR
MAIO/2024

STCP Engenharia de Projetos Ltda.

Rua Euzébio da Motta, 450, Juvevê
Curitiba/PR - 80530-260 - +55 41 3252-5861
www.stcp.com.br |    

VOLUME I – CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

- I. INTRODUÇÃO;
- II. INFORMAÇÕES GERAIS;
- III. JUSTIFICATIVA DO EMPREENDIMENTO;
- IV. ESTUDOS DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS E LOCACIONAIS;
- V. COMPATIBILIDADE COM PLANOS, PROGRAMAS E PROJETOS COLOCALIZADOS;
- VI. ABORDAGEM METODOLÓGICA;
- VII. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.

VOLUME II – TOMO I – ÁREAS DE INFLUÊNCIA E DIAGNÓSTICO MEIO FÍSICO

- VIII. ÁREAS DE INFLUÊNCIA (AI)
- IX. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL: MEIO FÍSICO

VOLUME II – TOMO II – DIAGNÓSTICO MEIO BIÓTICO

- IX. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL: MEIO BIÓTICO

VOLUME II – TOMO III -DIAGNÓSTICO MEIO SOCIOECONÔMICO

- IX. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL: MEIO SOCIOECONÔMICO

VOLUME III – PROGNÓSTICO, IMPACTOS AMBIENTAIS E PROGRAMAS AMBIENTAIS

- X. POTENCIAIS IMPACTOS AMBIENTAIS
- XI. PLANOS E PROGRAMAS AMBIENTAIS
- XII. PROGNÓSTICO AMBIENTAL
- XIII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

VOLUME IV – ANEXOS E APÊNDICES

VOLUME V – ANÁLISE DE RISCO – AR

RIMA – RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Sumário

VIII.	ÁREA DE INFLUÊNCIA	9
1.1	Área Diretamente Afetada - ADA.....	9
1.2	Área de Influência Direta - AID	9
1.3	Área de Influência Indireta - AI	10
IX	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	14
1.1	Meio Físico	14
1.1.1	Clima	14
1.1.2	Qualidade do ar	22
1.1.3	Geologia e Recursos Minerais	27
1.1.4	Paleontologia.....	50
1.1.5	Geomorfologia.....	64
1.1.6	Pedologia	75
1.1.7	Susceptibilidade a processos de dinâmica superficial.....	86
1.1.8	Patrimônio Espeleológico	97
1.1.9	Recursos Hídricos Superficiais	103
1.1.10	Qualidade das Águas Superficiais	118
1.1.11	Recursos Hídricos subterrâneos.....	138
1.1.12	Ruído e Vibrações.....	145

Índice de figuras

Figura 1.	Delimitação das Áreas de Influência do da Linha de transmissão Arauco.	11
Figura 2.	Delimitação das Áreas de Influência do meio físico e biótico da Linha de transmissão Arauco.....	12
Figura 3.	Delimitação das Áreas de Influência do meio socioeconômico da Linha de transmissão Arauco.	13
Figura 4.	Classificação climática regional.	16
Figura 5.	Dados de Precipitação Média Mensal.	17
Figura 6.	Dados de Temperatura Média Mensal.	18
Figura 7.	Dados de Umidade Relativa do Ar Média Mensal.	19
Figura 8.	Diagramas de rosetas com a frequência percentual da direção dos ventos mensais e total.....	20
Figura 9.	Dados de Velocidade dos Ventos Média Mensal.	21
Figura 10.	Distribuição das frequências de classes de ventos.	21
Figura 11.	Localização do ponto de monitoramento de Qualidade do Ar.	25
Figura 12.	Mapa geológico regional.....	30
Figura 13.	Depósitos sedimentares inconsolidados.....	35
Figura 14.	Arenitos das formações Vale do Rio do Peixe e Santo Anastácio.....	36
Figura 15.	Composição textural dos arenitos das formações Vale do Rio do Peixe e Santo Anastácio.....	37
Figura 16.	Estruturas identificadas nos arenitos das formações Vale do Rio do Peixe e Santo Anastácio.....	38
Figura 17.	Exemplos de feições erosivas nos arenitos identificadas durante o levantamento de campo.....	38
Figura 18.	Afloramento de arenito com porções silicificadas.....	39
Figura 19.	Relevo plano sobre os arenitos - formações Vale do Rio do Peixe e Santo Anastácio.....	39
Figura 20.	Rocha ígnea básica muito intemperizada pertencente à Província Magmática do Paraná (Formação Serra Geral).....	40
Figura 21.	Processos minerários ativos e incidentes na ADA, AID e AII.....	42
Figura 22.	Mapa de Geologia de Detalhe com potencialidades de ocorrência mineral.	49
Figura 23.	Busca de espécies fósseis realizada durante os trabalhos de campo.....	58
Figura 24.	Registro fotográfico de parte dos afloramentos descritos durante o trabalho de levantamento de dados primários em campo.....	59
Figura 25.	Registro fotográfico de parte dos afloramentos descritos durante o trabalho de levantamento de dados primários em campo.....	60
Figura 26.	Registro fotográfico de parte dos afloramentos descritos durante o trabalho de levantamento de dados primários em campo.....	61
Figura 27.	Registro fotográfico de parte dos afloramentos descritos durante o trabalho de levantamento de dados primários em campo.....	62
Figura 28.	Registro fotográfico de parte dos afloramentos descritos durante o trabalho de levantamento de dados primários em campo.....	63
Figura 29.	Mapa geomorfológico regional.....	66

Figura 30.	Mapa hipsométrico	69
Figura 31.	Mapa de declividade do terreno	71
Figura 32.	Registro fotográfico das características do relevo nas áreas de influência	73
Figura 33.	Registro fotográfico das características do relevo nas áreas de influência	74
Figura 34.	Perfil de solo genérico com os principais horizontes representados.....	76
Figura 35.	Mapa pedológico regional.....	79
Figura 36.	Exemplos de perfis característicos dos solos	83
Figura 37.	Mapa de Fragilidade Potencial	88
Figura 38.	Mapa de Fragilidade Potencial.....	93
Figura 39.	Mapa de Fragilidade Ambiental	95
Figura 40.	Mapa de potencialidade de ocorrência de cavidades naturais.....	101
Figura 41.	Distribuição das demandas consuntivas por finalidade de uso na RH do Paraná.	106
Figura 42.	Bacias Hidrográficas que compõem as Áreas de Influência do Empreendimento.	107
Figura 43.	Nascentes localizadas nas Áreas de Influência do Empreendimento (ADA e AID).	113
Figura 44.	Comparativo das cotas de drenagens locais e nascentes - NASCENTE_05.....	114
Figura 45.	Comparativo das cotas de drenagens locais e nascentes - NASCENTE_13.....	115
Figura 46.	Comparativo das cotas de drenagens locais e nascentes - NASCENTE_17.....	115
Figura 47.	Áreas alagáveis localizadas nas Áreas de Influência do Empreendimento (AID e ADA).	117
Figura 48.	Mapa de localização dos pontos de coleta de água superficial.	119
Figura 49.	Curvas médias para o valor de qualidade (q) obtidos com base na concentração.	124
Figura 50.	Pontos P01, Curso hídrico sem denominação	126
Figura 51.	Ponto P02, Rio São Pedro.....	127
Figura 52.	Ponto P03, Ribeirão Santa Rita.....	129
Figura 53.	Ponto P04, Ribeirão Beltrão	130
Figura 54.	Ponto P06, Represa da Ilha Solteira	130
Figura 55.	Resultados analíticos de Alumínio dissolvido.....	133
Figura 56.	Cobre dissolvido	134
Figura 57.	Resultados analíticos de Ferro Dissolvido	135
Figura 58.	Resultados analíticos de Cor verdadeira	135
Figura 59.	Resultados analíticos de Fósforo Total.....	136
Figura 60.	Resultados analíticos de Manganês total.....	137
Figura 61.	Mapa do sistema aquífero.....	140
Figura 62.	Mapa de unidades Hidroestratigráficas	143
Figura 63.	Mapa de localização dos pontos de medições de ruído e vibração.....	147
Figura 64.	Pontos de medição de ruído	152
Figura 65.	Resultados das medições de ruídos (diurno e noturno) x Limite da NBR 10.151:2019	154
Figura 66.	Pontos de medição de vibração	155

Figura 67. Resultados das medições de vibração (diurno e noturno) x Limite da DD n° 2015/2007 157



Índice de tabelas

Tabela 1.	Estações de monitoramento utilizadas no diagnóstico.....	14
Tabela 2.	Localização do ponto amostral de Qualidade do Ar.....	23
Tabela 3.	Resolução CONAMA nº 491/2018 – Padrões de Qualidade do Ar	23
Tabela 4.	Concentrações médias monitoradas.	26
Tabela 5.	Unidades litoestratigráficas incidentes nas áreas de influência da LT.	28
Tabela 6.	Estratigrafia da Bacia Sedimentar do Paraná.	31
Tabela 7.	Processos minerários ativos e incidentes na ADA, AID e AII	43
Tabela 8.	Ocorrências minerais cadastradas na área de ocorrência e entorno imediato.	46
Tabela 9.	Principais fósseis reportados na Formação Vale do Rio do Peixe (Adamantina).....	51
Tabela 10.	Principais fósseis reportados na Formação Vale do Rio do Peixe (Adamantina).....	52
Tabela 11.	Unidades geomorfológicas incidentes nas áreas de influência da LT	67
Tabela 12.	Caracterização da declividade na ADA, AID e AII	70
Tabela 13.	Classes de solo incidentes nas áreas de influência da LT	78
Tabela 14.	Perfis de solo descritos para caracterização pedológica local	86
Tabela 15.	Classes hierárquicas de solos.	88
Tabela 16.	Classes hierárquicas de Pluviosidade Média Anual.....	89
Tabela 17.	Classes hierárquicas de Declividades.	89
Tabela 18.	Classes hierárquicas de Áreas Prioritárias.....	90
Tabela 19.	Classes hierárquicas de Uso do Solo.	90
Tabela 20.	Parâmetros utilizados na álgebra de mapas para o Mapa de Fragilidade Potencial.	91
Tabela 21.	Classes de Fragilidades Potenciais.....	92
Tabela 22.	Classes de Fragilidades Ambientais.	94
Tabela 23.	Grau de potencialidade de ocorrência de cavidades de acordo com a litologia	100
Tabela 24.	Unidades litoestratigráficas incidentes nas áreas de influência da LT e potencialidade de ocorrência de cavidades	100
Tabela 25.	Cavidades subterrâneas cadastradas no CANIE localizadas ao longo da faixa de ocorrência das unidades litoestratigráficas incidentes na AEE	102
Tabela 26.	Síntese dos cálculos de probabilidade e ocorrências de cavidades na AEE	103
Tabela 27.	Classe de uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Pântano.	108
Tabela 28.	Identificação dos cursos d'água que interceptam o traçado da ADA e AID.....	109
Tabela 29.	Localização das nascentes inseridas na ADA e AID.	111
Tabela 30.	Localização das áreas alagáveis inseridas na AID e ADA.	116
Tabela 31.	Pontos de Coleta de Água Superficial	120
Tabela 32.	Métodos analíticos, limites de quantificação e padrões de qualidade	120
Tabela 33.	Parâmetros e pesos para o Índice de Qualidade da Água (IQA)	123
Tabela 34.	Avaliação dos valores do Índice de Qualidade da Água (IQA) no Estado do Mato Grosso do Sul	125
Tabela 35.	Classificação do Índice do Estado Trófico (IET)	126
Tabela 36.	Resultados analíticos dos pontos de monitoramento das águas superficiais..	131
Tabela 37.	Resultados do Índice de Qualidade das Águas (IQA).....	137

Tabela 38.	Resultados do Índice do Estado Trófico (IET)	138
Tabela 39.	Síntese das Unidades Aquíferas.	141
Tabela 40.	Classificação das áreas em que estão localizados os pontos amostrais	146
Tabela 41.	Especificações Técnicas do Sonômetro	148
Tabela 42.	Especificações Técnicas do Calibrador de Ruído Digital – Classe 1	148
Tabela 43.	Condições de operação do sonômetro Octava Plus - Criffer	149
Tabela 44.	Limites de pressão sonora ($RL_{Aeq, t}$)	149
Tabela 45.	Limites de velocidade de vibração de partícula (pico) para avaliação do incômodo causada pela vibração – DD nº 215/2007	150
Tabela 46.	Limites de níveis de vibração estabelecidos por Whiffin e Leonard (1971).....	151
Tabela 47.	Descrição das fontes emissoras de ruídos durante as medições em campo ...	151
Tabela 48.	Comparação dos níveis de pressão sonoros (LA_{eq}) com os limites diurno e noturnos estabelecidos pela NBR 10151:2019.....	153
Tabela 49.	Níveis de vibração medidos no período diurno e noturno	156
Tabela 50.	Comparação com os limites de velocidade de vibração de partícula – Pico estabelecido pela DD nº 215 de 2007	157

VIII. ÁREA DE INFLUÊNCIA

A delimitação das áreas de influência no estudo de impacto ambiental é parte da diretriz geral da Resolução Conama nº 001/1986, que alinhada com os princípios e objetivos da Política Nacional de Meio Ambiente, prevê como parte do processo de avaliação dos impactos a “definição dos limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos, denominada área de influência do projeto, considerando, em todos os casos, a bacia hidrográfica na qual se localiza”.

As áreas de influência são delimitações espaciais, tendo como ponto de referência a área de estudo do empreendimento, em que são dimensionados os impactos oriundos da implantação do projeto e das atividades relacionadas à operação. Entretanto, o dimensionamento das áreas de influência do empreendimento deve considerar a natureza, o porte e localização do empreendimento, bem como avaliar de que maneira ele impactará nos diferentes meios, no físico (solo, água, ar etc.), no biótico (fauna e flora) e no socioeconômico (comércio, população e renda) no âmbito local e regional).

Assim, considerando os aspectos técnicos e normativos previstos, são apresentadas as delimitações das áreas de influência do empreendimento para cada meio (Figura 1).

1.1 Área Diretamente Afetada - ADA

A Área Diretamente Afetada está relacionada aos impactos diretos gerados pelas obras de infraestrutura, que compreende desde a implantação de estruturas e atividades permanentes (empreendimento instalado, acessos permanentes, entre outras), bem como as de caráter temporário, tais como: canteiros de obra e acessos temporários. Os impactos nesses locais incidem diretamente sobre o local da instalação, e estão relacionados, por exemplo, à retirada da vegetação, emprego de mão-de-obra e movimentação de maquinários. Neste contexto, a ADA para os meios físico, biótico e socioeconômico correspondem a área de intervenção direta ocasionada pelo projeto, considerando as estruturas temporárias e permanentes do empreendimento.

Para a linha de transmissão em questão, a Figura 1 apresenta a Área Diretamente Afetada, a qual compreende o traçado da LT e a faixa de servidão de 50 metros a partir do eixo desta (25 metros para cada lado), sendo considerada a mesma ADA para os meios físico, biótico e socioeconômico.

1.2 Área de Influência Direta - AID

Para a Área de Influência Direta foram definidos os locais que poderão sofrer os impactos diretos da implantação e operação da linha de transmissão. Ou seja, área em que as interações sociais, econômicas, culturais e os elementos físico-biológicos são diretamente afetados pela atividade, resultando na modificação direta de suas características. As delimitações foram realizadas com base na orientação do TR do IMASUL, onde se considera uma faixa de abrangência de 1.000 metros igualmente ao longo do traçado da LT (500 metros para cada lado) (Figura 2).

Já para o meio socioeconômico, foram consideradas as propriedades a serem interceptadas pela linha e estruturas correlatas, totalizando 35 propriedades e abrangendo comunidades, grupos sociais e as áreas sujeitas aos impactos diretos da implantação e operação do empreendimento (Figura 3).

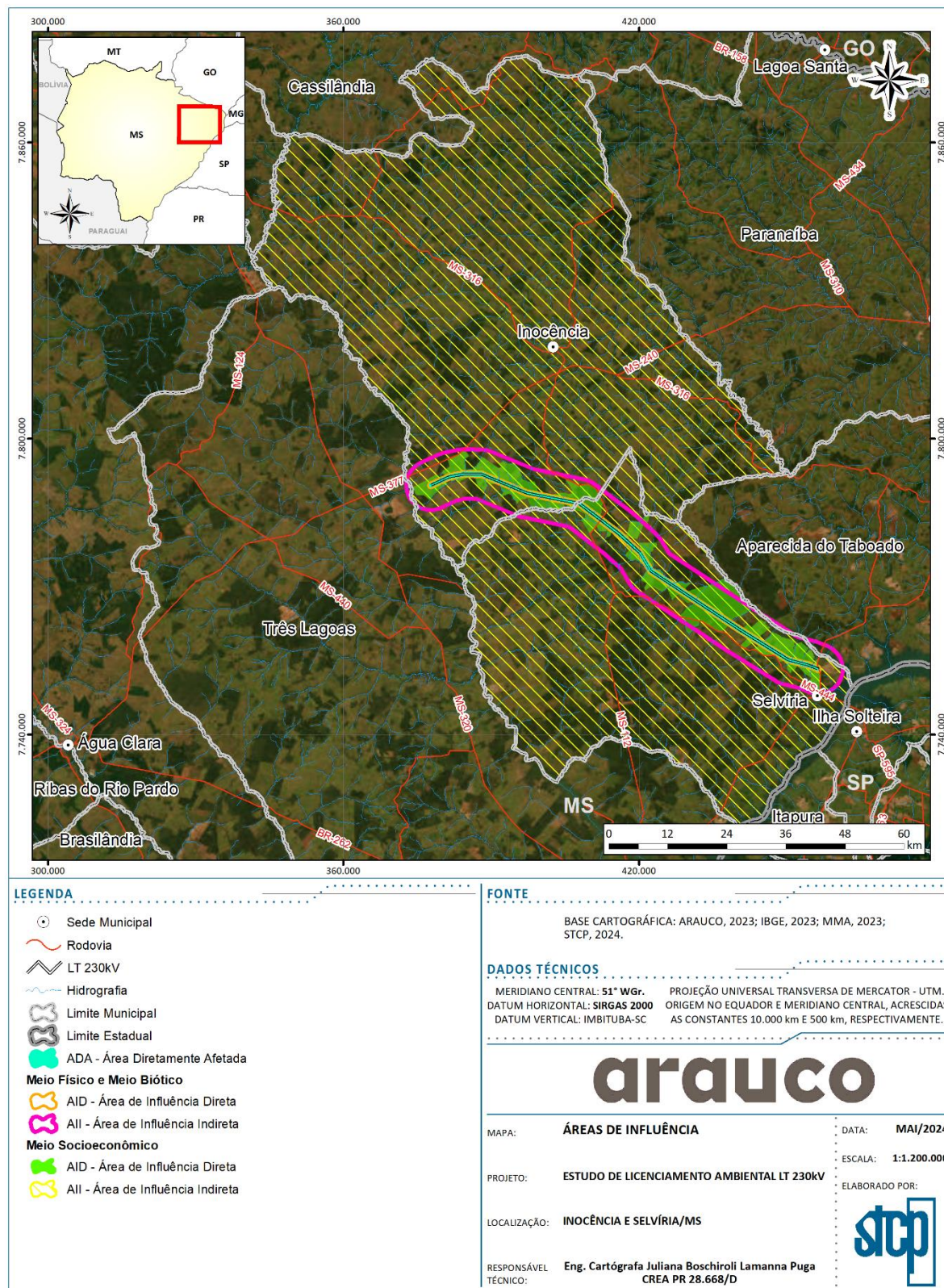
1.3 Área de Influência Indireta - AII

A Área de Influência Indireta delimita a zona de dispersão dos impactos indiretos que poderão incidir sobre os meios físico, biótico e socioeconômico. Esse dimensionamento pode ser avaliado ou mesmo percebido de diferentes maneiras, a depender do meio analisado. Assim, considerando a correlação e a diferença da abrangência do impacto indireto, foram geradas duas áreas de abrangência. A primeira que compreende os meios físico e biótico (Figura 2) e a segunda que compreende o meio socioeconômico (Figura 3).

Com base no TR, para o meio físico e biótico, foi delimitado um raio de abrangência igualmente distribuído em ambos os lados da faixa de servidão de aproximadamente 5 km para cada lado do eixo central (Figura 2).

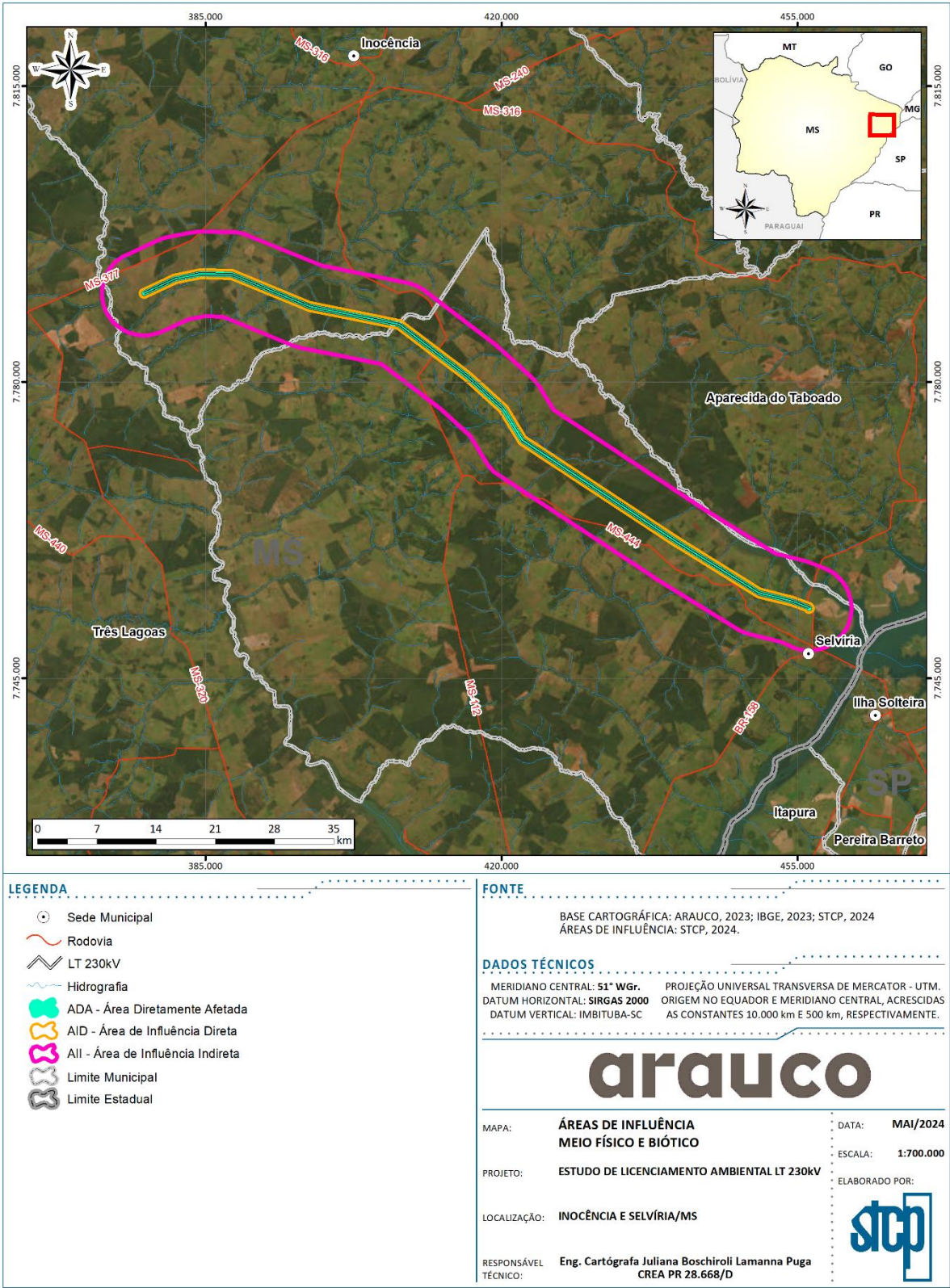
Já para o meio socioeconômico, a área de influência indireta consiste nos limites político-administrativos dos municípios de Inocência e Selvíria. Esta delimitação é justificada pelo fato de o empreendimento estar localizado em uma porção de divisa destas territorialidades e atenderem às principais questões do meio socioeconômico, como oferta e demanda de equipamentos e serviços públicos, infraestruturas de acesso, áreas urbanas, dinâmica econômica e estrutura produtiva, tributação, entre outros aspectos (Figura 3).

Figura 1. Delimitação das Áreas de Influência do da Linha de transmissão Arauco.



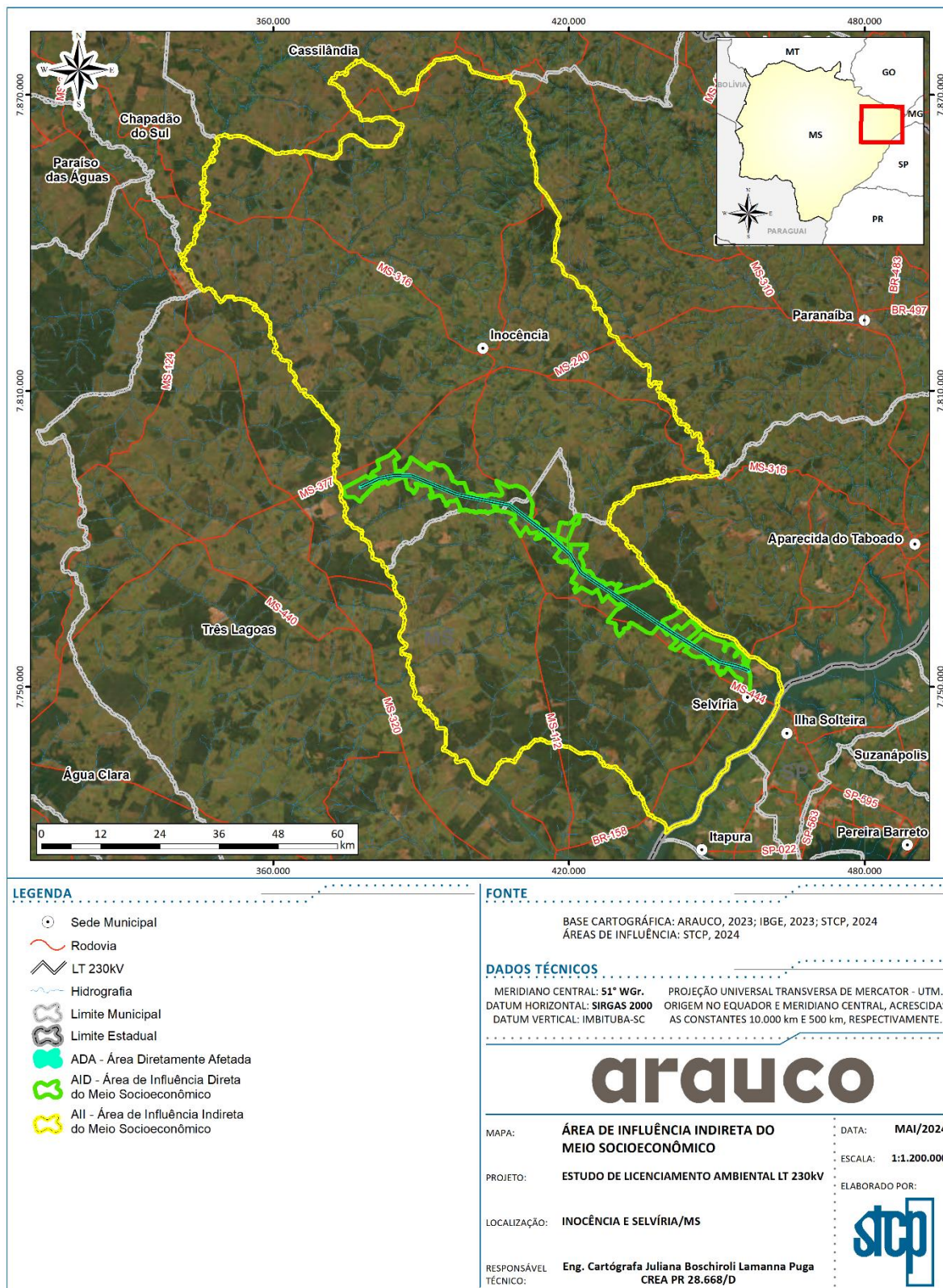
Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

Figura 2. Delimitação das Áreas de Influência do meio físico e biótico da Linha de transmissão Arauco



Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

Figura 3. Delimitação das Áreas de Influência do meio socioeconômico da Linha de transmissão Arauco.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

IX DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

O diagnóstico ambiental tem por objetivo retratar a qualidade ambiental atual da área de abrangência dos estudos, indicando as características e fatores que compõe a sistêmica ambiental local, buscando compreender como a implantação do empreendimento pode impactar no meio ambiente.

O levantamento apresentado está fundamentado na capacidade técnica da equipe, bem como em dados secundários, a partir das bibliografias disponíveis, e nos levantamentos de dados primários realizados em campo, em atendimento ao TR do IMASUL.

O diagnóstico ambiental é apresentado separadamente para os meios físico, biótico e socioeconômico, conforme disposição a seguir.

1.1 Meio Físico

1.1.1 Clima

1.1.1.1 Objetivos

Caracterizar os aspectos climáticos da região de implantação da LT, com detalhamento do comportamento sazonal, típico e extremo dos seguintes parâmetros meteorológicos: precipitação, temperatura, umidade relativa do ar, velocidade e direção dos ventos.

1.1.1.2 Metodologia

A caracterização das condições climáticas para a área de estudo, conforme estipulado no Termo de Referência (TR) para a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental (EIA), foi conduzida com base em levantamentos secundários, utilizando dados provenientes de estações meteorológicas situadas nas proximidades da área em estudo.

Para o diagnóstico climático regional foi utilizado o Mapa de Climas do Brasil (IBGE, 2002) e a classificação de Köppen-Geiger (PEEL MC, FINLAYSON BL & MCMAHON, 2007). Já para determinação do comportamento sazonal, típico e extremo dos parâmetros meteorológicos analisados foram utilizadas séries de dados históricos das estações de monitoramento do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e do Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO), existentes nas imediações das áreas de influência.

A Tabela 1 apresenta um resumo das informações a respeito das estações de monitoramento utilizadas, como, por exemplo, coordenadas geográficas, distância em relação a LT, parâmetros e recorte histórico de dados disponíveis.

Tabela 1. Estações de monitoramento utilizadas no diagnóstico.

ESTAÇÃO	RESPONSÁVEL	COORDENADAS UTM - DATUM SIRGAS 22S		DIST. LT	PARÂMETROS MONITORADOS	RECORTE HISTÓRICO
		E (m)	N (m)			
Parnaíba - A710	INMET - Automática	481.135	7.821.706	73 km	Precipitação total; temperatura média; e velocidade média dos ventos.	2007 a 2023
					Direção média dos ventos	2011 a 2023

ESTAÇÃO	RESPONSÁVEL	COORDENADAS UTM - DATUM SIRGAS 22S		DIST. LT	PARÂMETROS MONITORADOS	RECORTE HISTÓRICO
		E (m)	N (m)			
Parnaíba - 83565	INMET - Convencional	480.082	7.826.131	77 km	Precipitação total; temperatura máxima, mínima e média; umidade relativa do ar média; e velocidade média dos ventos	2000 a 2023
Santa Fé do Sul - V0480	CIAGRO	508.358	7.767.491	54 km	Precipitação total; temperatura máxima e mínima; umidade relativa do ar máxima e mínima	2004 a 2023
Aparecida d'Oeste - V0308	CIAGRO	509.387	7.738.717	55 km	Precipitação total; temperatura máxima e mínima; umidade relativa do ar máxima e mínima	2013 a 2023

Fonte: INMET e CIAGRO, 2024. Adaptado por STCP Engenharia de Projetos, 2024.

1.1.1.3 Resultados e Discussões

1.1.1.3.1 Classificação Climática Regional

O traçado da LT, localizado na região nordeste do estado de Mato Grosso do Sul, está inserido em uma zona climática do tipo *Cwa* (Clima subtropical úmido) da classificação de *Köppen-Geiger* (Figura 4). A classe *Cwa* é caracterizada por um clima subtropical, mesotérmico, com inverno seco (temperatura média inferior a 18°C), verão quente (temperatura média superior a 22°C) e estações do ano bem definidas. A representação de cada componente da classificação climática é descrita a seguir:

- C: Clima temperado chuvoso e moderadamente quente;
- w: Inverno seco, com chuvas concentradas no verão;
- α: Verão quente, com temperatura média do mês mais quente acima de 22°C.

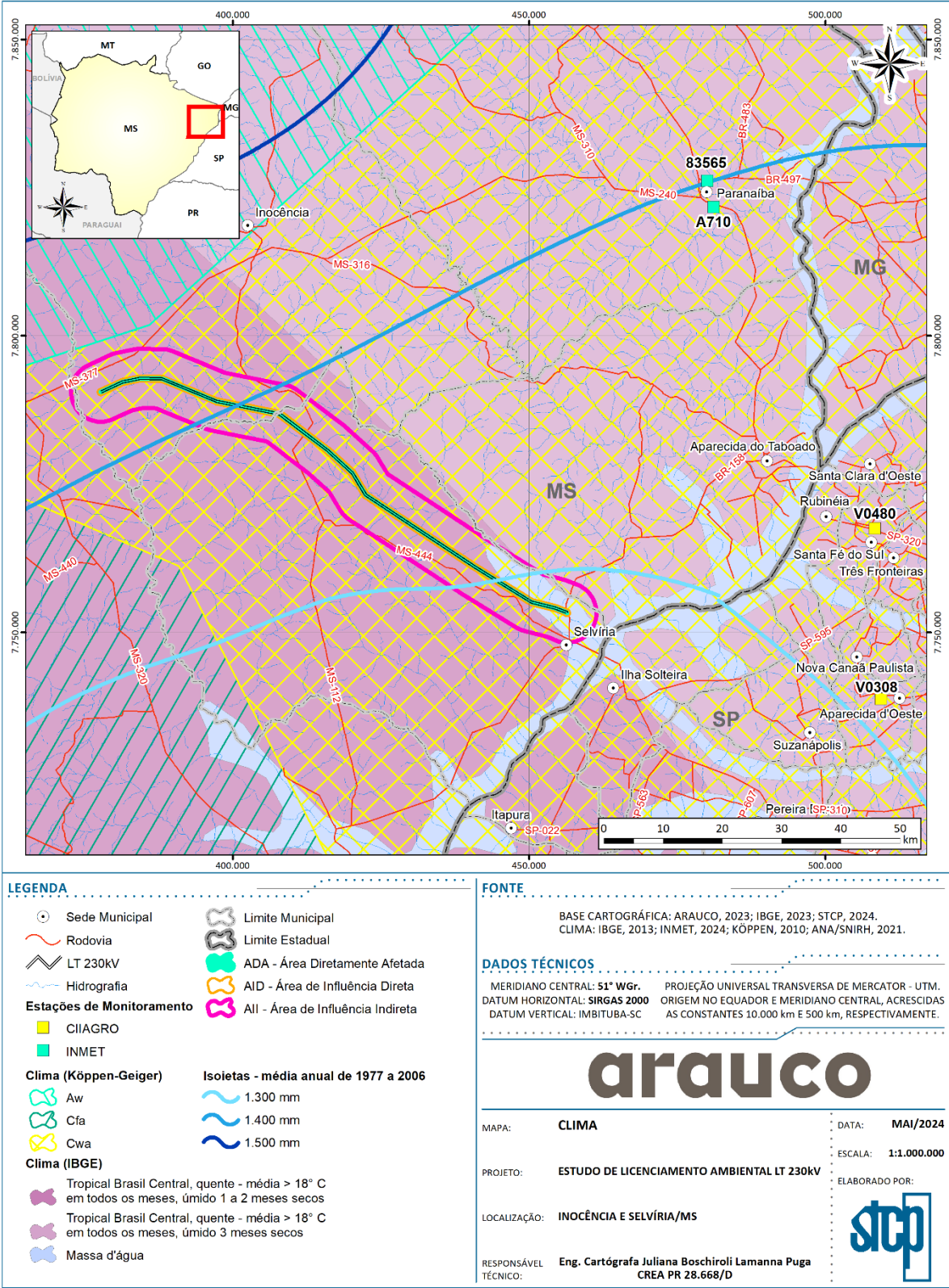
No âmbito do Mapa de Climas do Brasil (IBGE, 2002), as áreas de influência estão inseridas na zona denominada “Tropical Brasil Central”, caracterizada por um clima úmido e quente, com média superior a 18°C em todos os meses. Apresenta boa distribuição de chuvas ao longo do ano, com apenas 1 a 3 meses com menores precipitações, descritos na literatura como “secos”.

1.1.1.3.2 Precipitação

A precipitação pluviométrica é uma importante etapa do ciclo hidrológico, sendo responsável por regular a distribuição espacial da água meteórica ao longo da superfície terrestre. A variabilidade temporal e espacial da precipitação influencia diretamente a disponibilidade hídrica de uma bacia hidrográfica que, consequentemente, controla diversos outros processos naturais, tais como: intemperismo, formação de solos, regulação de ecossistemas, dentre poucos parâmetros.

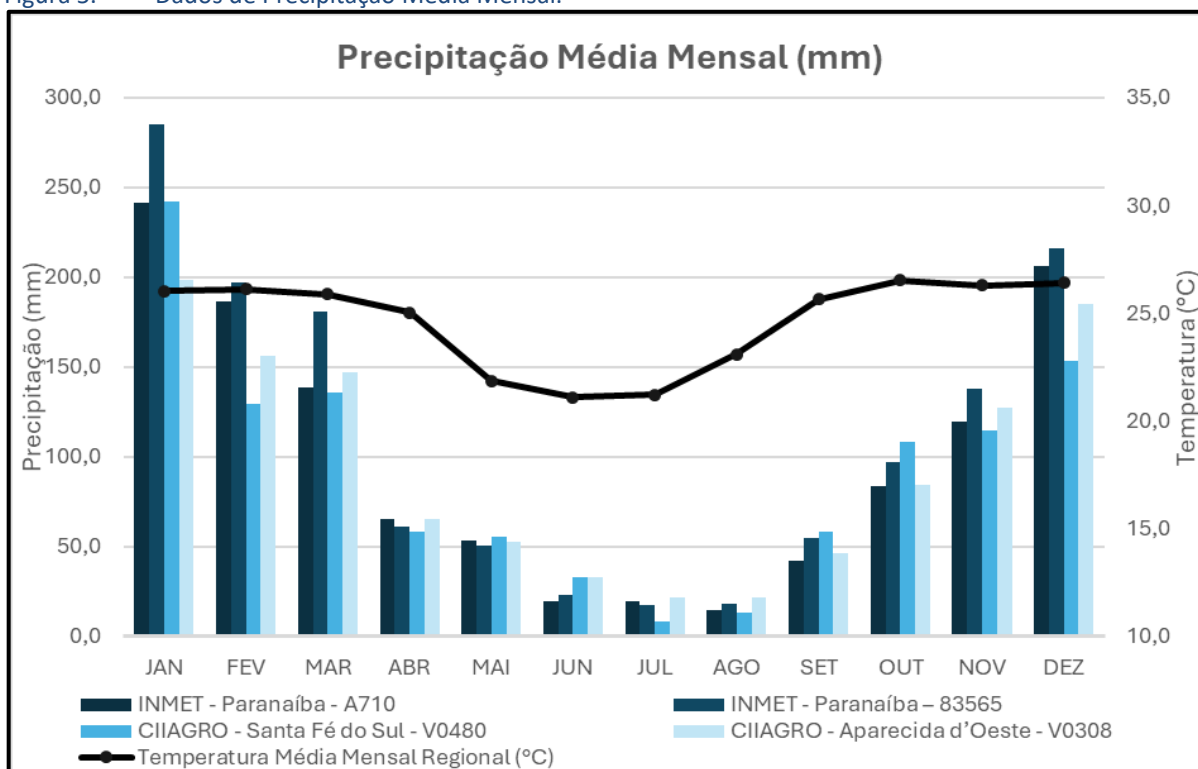
Com base no registro histórico (Figura 5), a região apresenta uma precipitação média anual acumulada de aproximadamente 1.200 mm, com ocorrência de chuvas em todos os meses do ano. O regime pluviométrico apresenta um comportamento sazonal bem definido, com período chuvoso entre os meses de dezembro a março, com uma precipitação média mensal nas estações analisadas de 187,4 mm, com ápice no mês de janeiro, onde os registros indicam precipitações acumuladas superiores a 240 mm. Já o período com menor volume de chuvas ocorre nos meses de junho a agosto, com precipitação média de 20 mm.

Figura 4. Classificação climática regional.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

Figura 5. Dados de Precipitação Média Mensal.



Fonte: INMET e CIIAGRO, 2024. Adaptado por STCP Engenharia de Projetos, 2024.

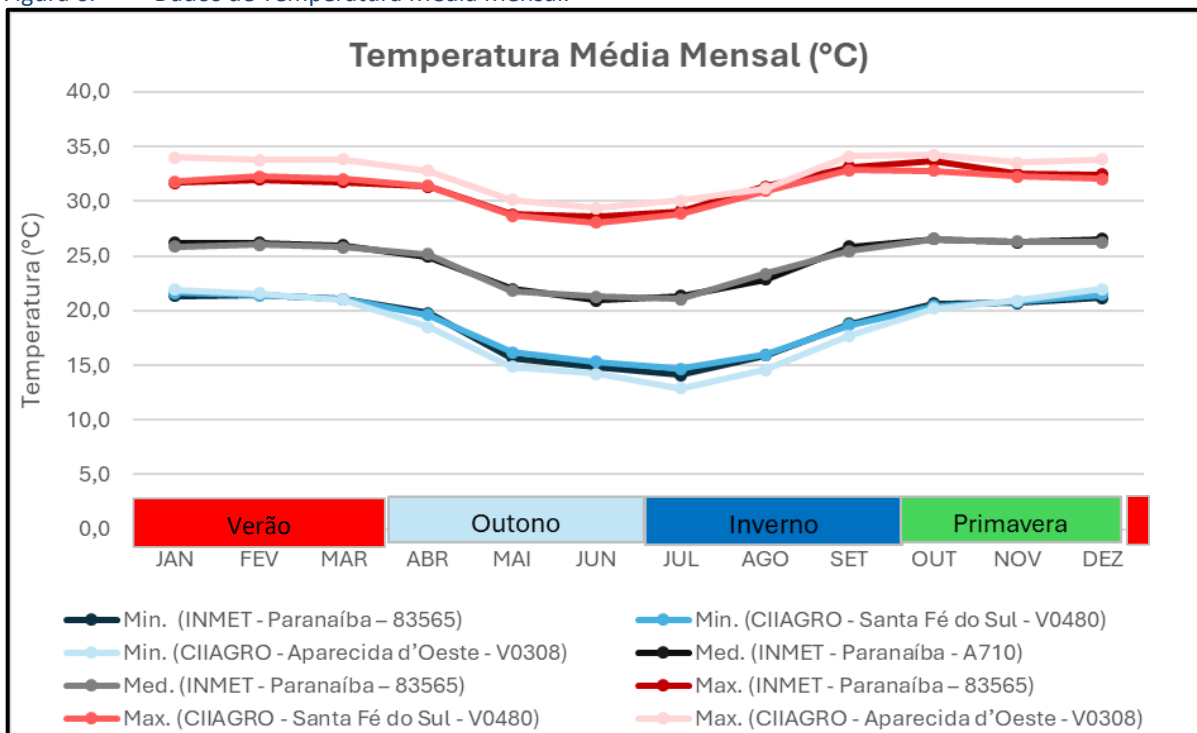
1.1.1.3.3 Temperatura

Para análise da temperatura do ar de uma determinada região, trabalha-se com valores médios, máximos e mínimos para um intervalo de tempo estipulado, geralmente um dia (24 horas), a partir do qual é feita a média mensal ou anual. O cálculo da média de temperatura considera a variação diária do parâmetro (trajetória do sol), ou seja, não se utiliza uma média simples entre os valores óbitos ao longo das 24 horas.

Nesse contexto, na Figura 6 apresenta-se as temperaturas médias mensais, mínimas e máximas para intervalo entre os anos de 2000 e 2023 nas estações analisadas. A partir da análise gráfica, é possível verificar que as maiores temperaturas ocorrem durante os meses de outubro a fevereiro, com médias próximas de 26°C, variando de 20,4°C (mínima) até 33,6°C (máxima). Já as menores temperaturas são registradas nos meses de maio a agosto, com valores mais baixos no mês de julho, com médias próximas de 21 °C, variando de 13,9°C (mínima) até 29,3°C (máxima).

Esses dados indicam uma região moderadamente quente, com maiores temperaturas durante as estações de primavera e verão, já as menores no outono e inverno. A amplitude térmica ao longo do ano é média a relativamente alta, com variação de 5 a 8 °C.

Figura 6. Dados de Temperatura Média Mensal.



Fonte: INMET e CIIAGRO, 2024. Adaptado por STCP Engenharia de Projetos, 2024.

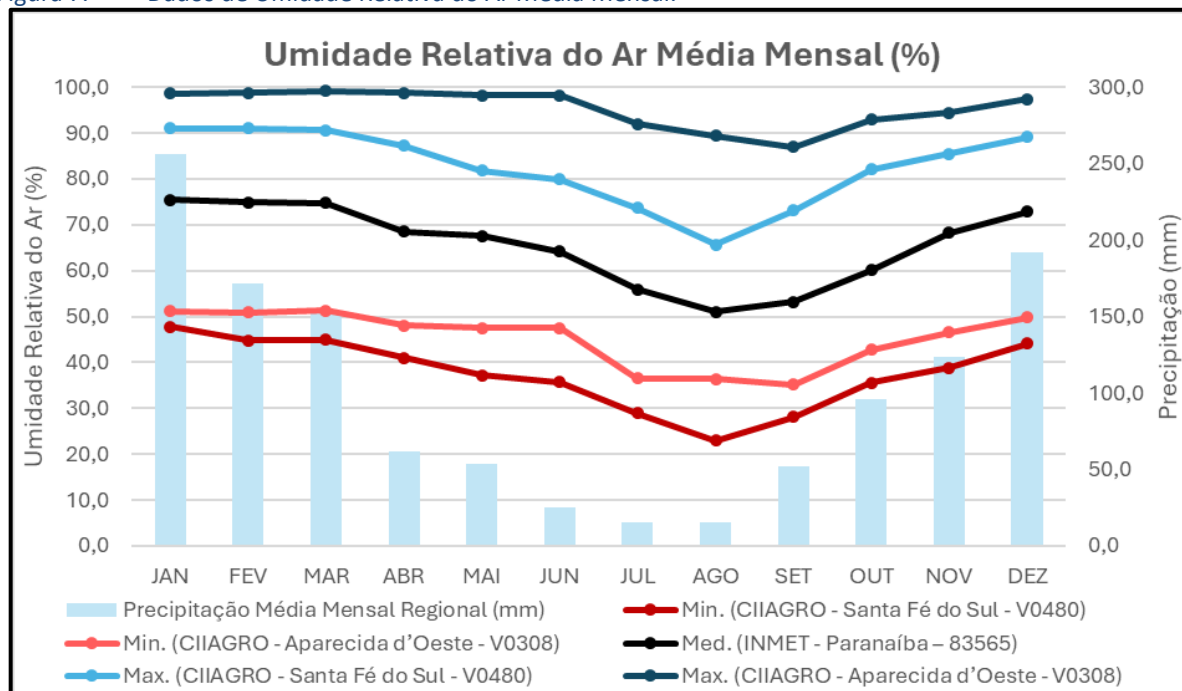
1.1.1.3.4 Umidade Relativa do Ar

O ar encontrado na atmosfera terrestre é constituído por uma mistura complexa de gases (nitrogênio, oxigênio, dióxido de carbono etc.), vapor de água e uma série de contaminantes (partículas sólidas em suspensão e outros gases) (SILVA, 2008). O termo “Umidade Relativa do Ar” se refere justamente à quantidade da componente “vapor de água” presente no ar.

Segundo Silva (2008), o índice de conforto térmico da atmosfera depende diretamente desse parâmetro. De acordo com o mesmo autor, a umidade relativa do ar pode influenciar mais que a própria temperatura para o conforto térmico ambiental. Cabe destacar que, assim como outros elementos meteorológicos, a umidade do ar desempenha um importante papel para garantir condições de vida favoráveis aos seres vivos e manutenção biológica.

A umidade relativa do ar é a medida mais consagrada para representar a presença de vapor de água no ar. Essa medida mostra, em porcentagem, o quanto de vapor está presente no ar em relação à quantidade máxima possível sob a temperatura em que se encontra. Para a região de interesse (Figura 7), os maiores valores de umidade relativa do ar são registrados nos meses de dezembro a março, com médias próximas de 74%, variando de 49,9% (mínima) a 94,9% (máxima). Os menores valores de umidade do ar ocorrem no mês de agosto, com média de 51%, variando de 29,6% (mínima) a 77,5% (máxima). Essa dinâmica de variação segue, indiretamente, a distribuição de chuvas ao longo do ano (precipitação), ou seja, nos meses com maiores precipitações são registradas as maiores médias de umidade do ar e o contrário também ocorre, nos meses com menos chuvas são registradas as menores médias de umidade do ar.

Figura 7. Dados de Umidade Relativa do Ar Média Mensal.



Fonte: INMET e CIIAGRO, 2024. Adaptado por STCP Engenharia de Projetos, 2024.

1.1.1.3.5 Velocidade e Direção dos Ventos

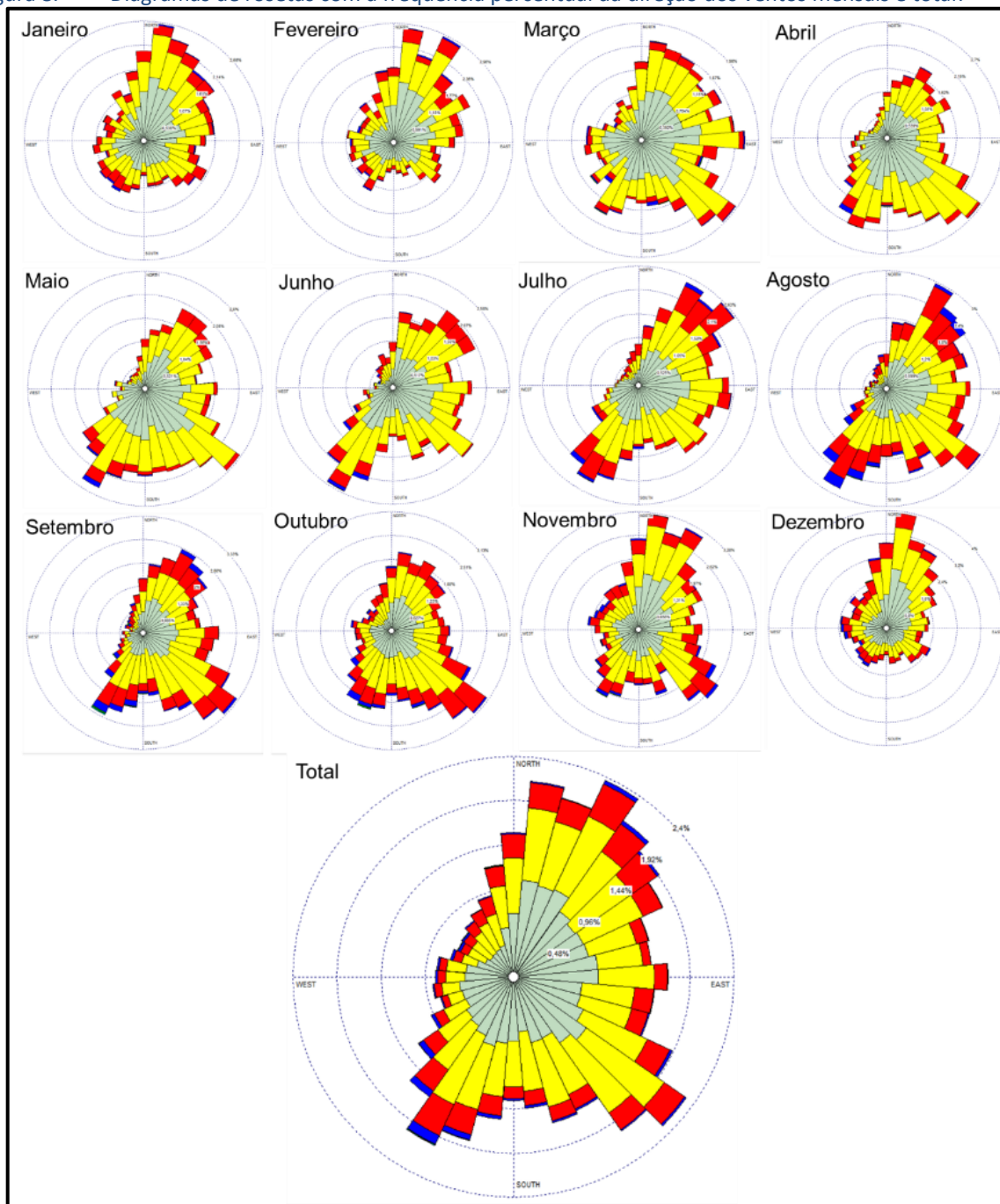
O vento é definido como o ar em movimento. O deslocamento ocorre por uma diferença de pressão, o ar se desloca da zona de maior para a de menor pressão. Para caracterização da direção do vento, foram construídos os diagramas de rosetas com a frequência percentual da direção para cada mês do ano (Figura 8). Também foi calculada a velocidade média durante os meses do ano (Figura 9) e a frequência para cada intervalo de classificação da velocidade dos ventos (Figura 10).

Os dados mostram que há uma variação acentuada na direção dos ventos ao longo do ano na região. Existe o predomínio na direção nordeste, porém, são constatadas ocorrências significativas nas direções sudeste e sudoeste, principalmente nos meses de abril, maio, setembro e outubro.

Com relação às frequências de velocidades dos ventos, predominam as classes *Calma* (menor que 0,5m/s) (25,1%) e do intervalo de 0,5 a 2,10 m/s (24,9%), seguidas da classe de 2,10 a 3,60 m/s (19,4%). Esse período de ventos menos intensos ocorre principalmente nos meses de abril a julho e são designados na Escala de Beaufort como *Vento Calmo* a *Brisa Leve*, cujos principais efeitos na superfície terrestre são: I- Fumaça sobe na vertical; II- Fumaça indica direção do vento; III- As folhas das árvores movem; e IV- os moinhos começam a trabalhar.

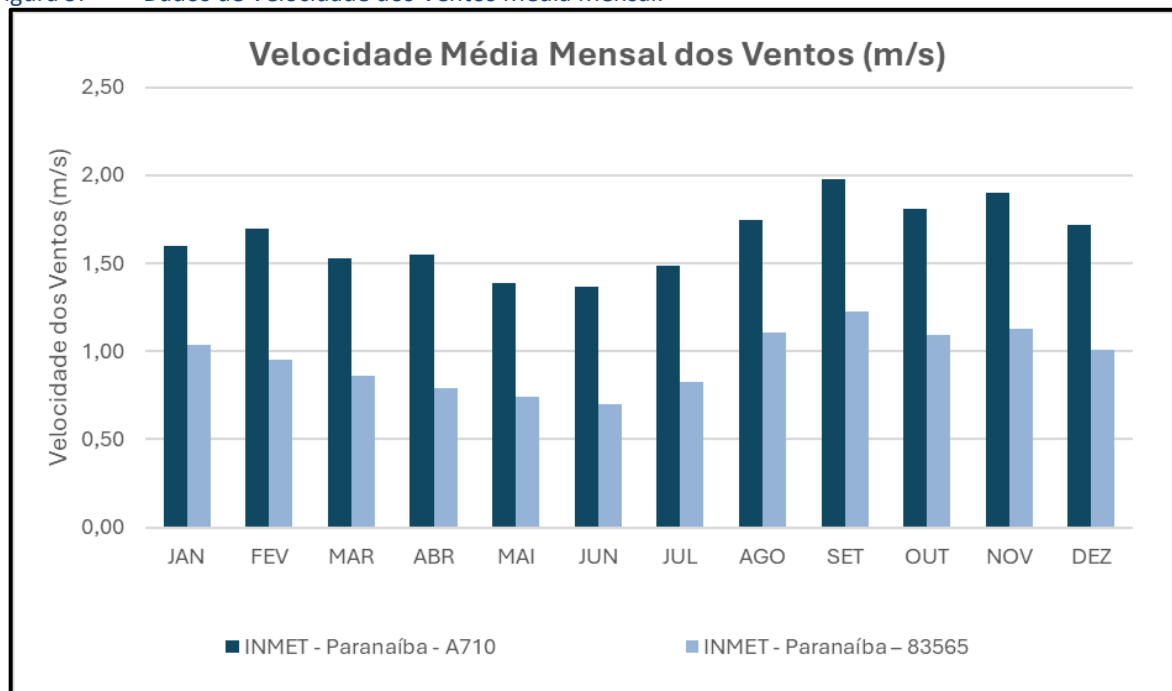
Todavia, também ocorrem frequências consideráveis das classes de 3,6 a 5,70 m/s (7,0%) e 5,7 a 8,8 m/s (1,0%), principalmente entre os meses de agosto e novembro. Na Escala de Beaufort essas classes são classificadas como *Brisa Fraca* a *Brisa Forte*, com os seguintes efeitos na superfície: I As folhas agitam-se; II- As bandeiras desfraldam ao vento; III- Poeira e pequenos papéis levantados; IV- Movem-se os galhos das árvores; e V- Movimentação de grandes galhos e árvores pequenas.

Figura 8. Diagramas de rosetas com a frequência percentual da direção dos ventos mensais e total.



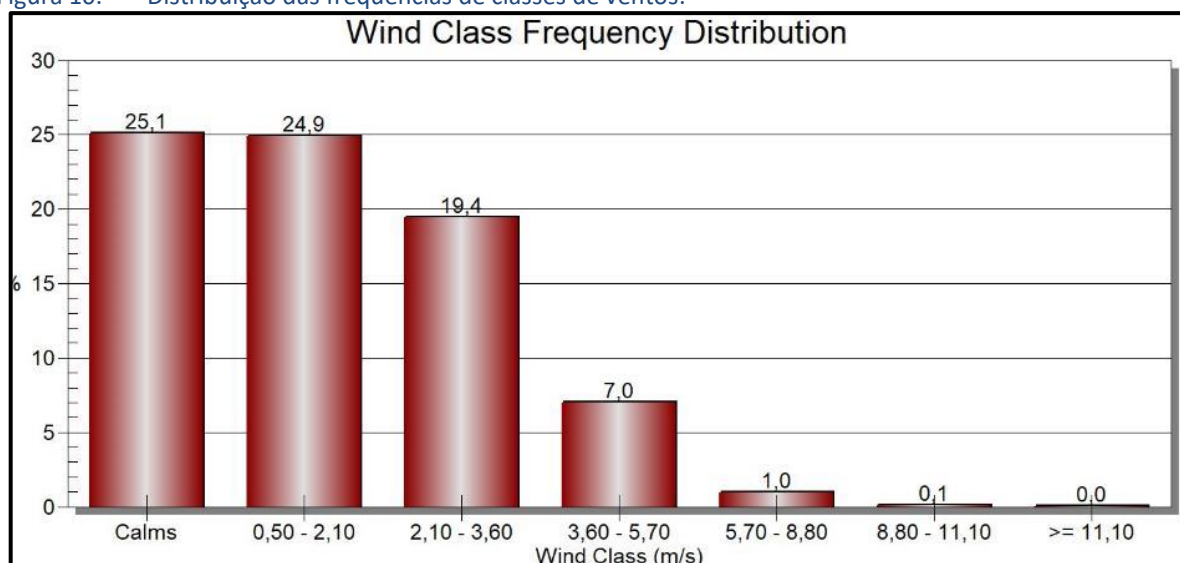
Fonte: INMET, 2024. Adaptado por STCP Engenharia de Projetos, 2024.

Figura 9. Dados de Velocidade dos Ventos Média Mensal.



Fonte: INMET, 2024. Adaptado por STCP Engenharia de Projetos, 2024.

Figura 10. Distribuição das frequências de classes de ventos.



Fonte: INMET, 2024. Adaptado por STCP Engenharia de Projetos, 2024.

1.1.2 Qualidade do ar

A qualidade do ar refere-se à composição atmosférica em termos de concentração de poluentes e partículas suspensas, sendo um fator crucial para a saúde da população, uma vez que a inalação desses poluentes pode ter efeitos adversos. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), a poluição do ar apresenta-se como um dos maiores riscos para a saúde humana e uma das principais causas evitáveis de morte e doenças em todo o mundo. Os dados da organização ainda mostram, de forma majoritária, que a população mundial respira ar que excede as suas diretrizes estabelecidas. Os dados da organização indicam que este tipo de poluição causa cerca de 7 milhões de mortes prematuras a cada ano (OMS, 2021).

A poluição do ar está associada a doenças respiratórias, cardiovasculares e até mesmo complicações neurológicas (FERNANDES *et al.*, 2010). Sabe-se que as partículas finas presentes na atmosfera podem penetrar os pulmões, causando irritação e inflamação, enquanto gases poluentes podem comprometer a função cardiovascular. Ainda segundo Fernandes *et al.*, (2010), a exposição prolongada a níveis elevados de poluição do ar também está ligada aos agravamentos de inflamações pulmonares, asma, doença pulmonar obstrutiva crônica e câncer.

Diferentes parâmetros podem ser utilizados na avaliação da qualidade do ar e para controle dos efeitos causados à saúde humana. Os principais e mais significativos parâmetros são o material particulado (MP), monóxido de carbono (CO), ozônio, óxidos de nitrogênio e dióxido de enxofre. O material particulado também pode ser chamado de partículas totais em suspensão, fumaça preta, partículas respiráveis ou partículas torácicas. Recentemente, observa-se um esforço para usar características mais objetivas para sua caracterização, tais como o diâmetro: partículas com diâmetro inferior a 10 micrômetros são nomeadas MP 10, partículas com um diâmetro inferior a 2,5 micrômetros são chamados MP 2,5 (ou partículas finas) e partículas com diâmetro inferior a 0,1 micrômetro são chamados MP 0,1 (ou partículas ultrafinas).

No Brasil, a Resolução CONAMA nº 491/2018 dispõe sobre padrões de qualidade do ar e regulamenta as concentrações máximas de poluentes presentes na atmosfera, a partir de fontes difusas, com o objetivo de garantir a proteção da saúde da população do entorno e do meio ambiente. Conforme versa o Art. 4º e seus parágrafos 1º e 2º.

Art. 4º Os Padrões de Qualidade do Ar definidos nesta Resolução serão adotados sequencialmente, em quatro etapas.

§ 1º A primeira etapa, que entra em vigor a partir da publicação desta Resolução, compreende os Padrões de Qualidade do Ar Intermediários PI-1.”

§ 2º Para os poluentes Monóxido de Carbono - CO, Partículas Totais em Suspensão - PTS e Chumbo - Pb será adotado o padrão de qualidade do ar final, a partir da publicação desta Resolução (BRASIL, 2018).

1.1.2.1 Objetivos

Caracterizar a atual qualidade do ar na região de implantação da Linha de Transmissão pelo uso de dados secundários disponíveis na região e de acordo com parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 491/2018.

1.1.2.2 Metodologia

A caracterização da qualidade do ar foi realizada a partir de dados secundários disponíveis na região. Considerou-se para a avaliação os dados disponíveis no Estudo de Impacto Ambiental (EIA) da Fábrica de Celulose Branqueada em Inocência – MS da Arauco, realizado pela empresa POYRY no ano de 2023. O monitoramento foi realizado na Fazenda Bela Ideia, localizada no município de Inocência. A fazenda está situada dentro do limite da futura planta da Arauco, em frente à rodovia MS-377, e dentro da Área de Influência Indireta (AII) da LT (Tabela 2 e Figura 11).

Tabela 2. Localização do ponto amostral de Qualidade do Ar.

PONTO	LOCALIZAÇÃO	MUNICÍPIO	COORDENADAS UTM (SIRGAS2000) – 22S	
			E (m)	N (m)
P01	Fazenda Bela Ideia	Inocência	374135	7792674

Fonte: POYRY, 2023. Adaptado por STCP Engenharia de Projetos, 2024.

O monitoramento realizado pela POYRY teve como objetivo a aferição das concentrações médias dos parâmetros CO (Monóxido de Carbono), O₃ (Ozônio) NO₂ (Dióxido de Nitrogênio), SO₂ (Dióxido de Enxofre), PTS (Partículas Totais em Suspensão), MP₁₀ (Partículas Inaláveis) e MP_{2,5} (Partículas Inaláveis Finas) nas imediações da Fábrica (POYRY, 2023).

As amostragens foram realizadas por meio de equipamento automáticos em conformidade com as normas técnicas e de acordo as especificações necessárias de cada parâmetro analisado. A altura do ponto amostral foi de 2,5 metros e compreendeu o período de 7 dias e 19 horas, de 22 de agosto a 29 de agosto de 2022. Ressalta-se que durante as amostragens não foram registradas precipitações.

Os padrões de qualidade do ar estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 491 de 2018 e que servirão como base para análise comparativa são apresentados na Tabela 3. Além disso, também foram adotados os padrões definidos pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em 2021, os quais englobam diversos poluentes atmosféricos, como material particulado (PM₁₀ e PM_{2,5}), dióxido de enxofre (SO₂), dióxido de nitrogênio (NO₂), ozônio (O₃) e monóxido de carbono (CO). As diretrizes da OMS são regularmente atualizadas com base em pesquisas científicas recentes sobre os impactos da poluição do ar na saúde humana e apresentam-se mais restritivas.

Tabela 3. Resolução CONAMA nº 491/2018 – Padrões de Qualidade do Ar

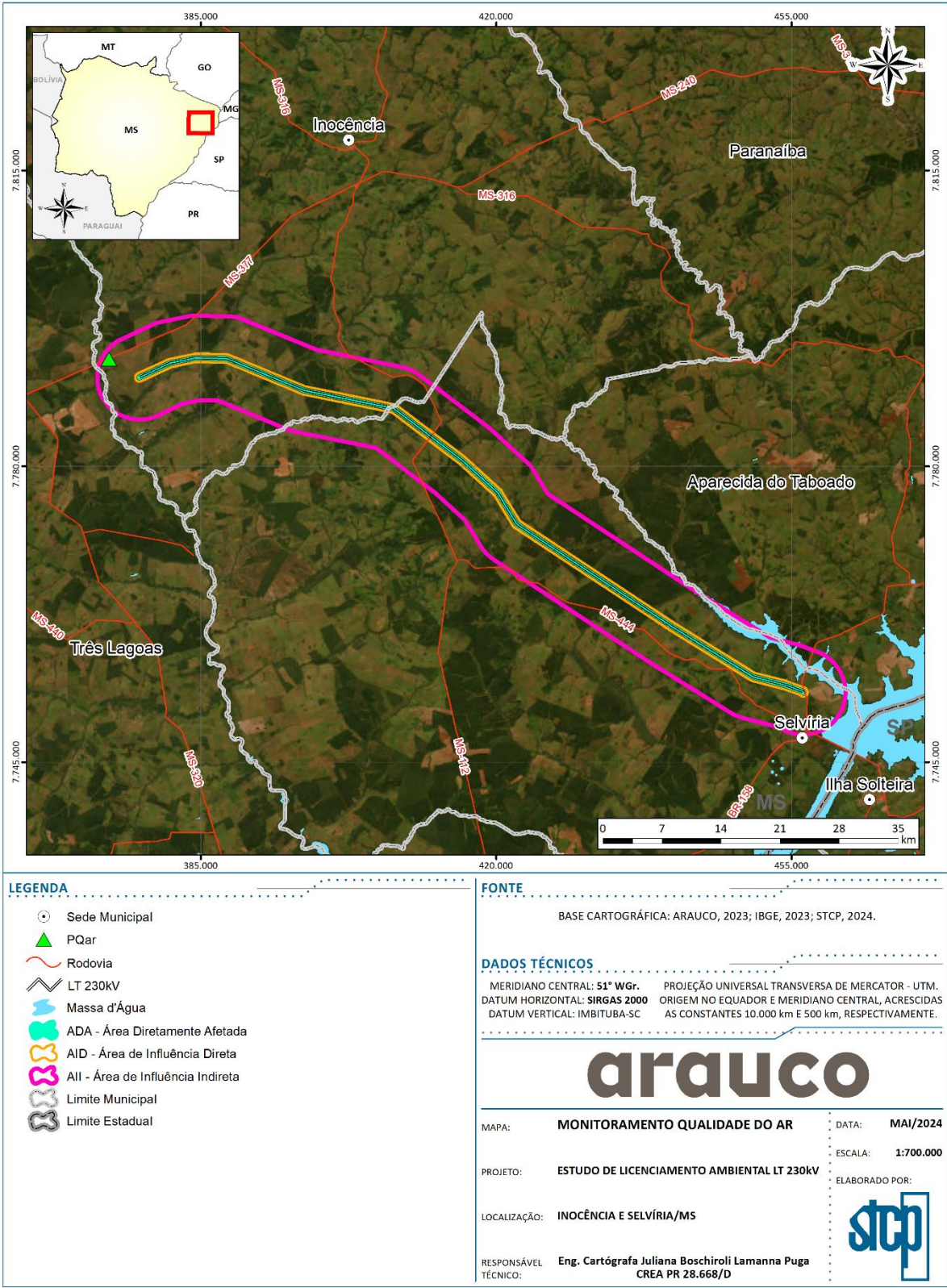
POLUENTE ATMOSFÉRICO	PERÍODO DE REFERÊNCIA	PADRÃO DE QUALIDADE DO AR (CONAMA Nº 491/2018)		PADRÃO DE QUALIDADE DO AR (OMS 2021)	
		µg/m ³	ppm	µg/m ³	ppm
Material Particulado - MP ₁₀	24 horas	50	-	45	-
	Anual ¹	20	-	15	-
Material Particulado – MP _{2,5}	24 horas	25	-	15	-
	Anual ¹	10	-	5	-
Dióxido de Enxofre - SO ₂	24 horas	20	-	40	-
	Anual ¹	-	-	-	-
Dióxido de Nitrogênio - NO ₂	1 hora ²	200	-	200	-
	Anual ¹	40	-	10	-
Ozônio – O ₃	8 horas ³	100	-	100	-
Fumaça	24 horas	50	-	-	-
	Anual ¹	20	-	-	-

POLUENTE ATMOSFÉRICO	PERÍODO DE REFERÊNCIA	PADRÃO DE QUALIDADE DO AR (CONAMA Nº 491/2018)		PADRÃO DE QUALIDADE DO AR (OMS 2021)	
		µg/m³	ppm	µg/m³	ppm
Monóxido de Carbono - CO	8 horas ³	-	9	-	-
Partículas Totais em Suspensão - PTS	24 horas	240	-	-	-
	Anual ⁴	80	-	-	-
Chumbo - Pb	Anual ¹	0,5	-	-	-

Fonte: Resolução CONAMA nº 491/2018 e OMS, 2021. Adaptado: STCP Engenharia de Projetos, 2024. Legenda: 1 - média aritmética anual; 2 - média horária; 3 - máxima média móvel obtida no dia; 4 - média geométrica anual.

Handwritten signatures and marks on the right margin.

Figura 11. Localização do ponto de monitoramento de Qualidade do Ar.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

1.1.2.3 Resultados e Discussões

1.1.2.3.1 Dados Secundários na Região do Estudo

O monitoramento da qualidade do ar realizado na área de influência indireta da LT resultou nas concentrações de fundo para a região. Durante a execução das amostragens não ocorrem precipitações e a direção do vento foi predominante no sentido sudoeste (POYRY, 2023). A Tabela 4 apresenta as médias diárias para cada parâmetro monitorado e compara aos padrões de qualidade do ar estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 491/2018, padrão primário e padrão final – valores guia definidos pela OMS em 2005.

As concentrações médias apresentaram valores inferiores aos padrões de qualidade da resolução CONAMA nº 491/2018. Considerando os padrões de qualidade do ar definidos pela OMS, foram registradas duas inconformidades de MP10 para os dias 23/08 e 29/08, que ultrapassaram o padrão final de 25 µg/m³.

Tabela 4. Concentrações médias monitoradas.

DATA	CO (µg/m³)	O3(µg/m³)	SO ₂ (µg/m³)	PTS (µg/m³)	MP ₁₀ (µg/m³)	MP _{2,5} (µg/m³)
	8 horas		24 horas			
22 a 23/08/22	286,90	12,20	8,33	39,53	28,53 ¹	10,97
23 a 24/08/22	179,70	19,70	9,99	25,08	16,76	6,67
24 a 25/08/22	188,50	18,70	11,43	30,95	21,01	7,53
25 a 26/08/22	213,70	19,00	10,50	31,74	21,44	7,30
26 a 27/08/22	245,80	18,30	10,78	32,25	20,82	6,62
27 a 28/08/22	295,30	16,90	11,75	33,95	23,46	8,74
28 a 29/08/22	315,60	13,50	8,06	41,20	25,61 ¹	8,22
CONAMA - PI	10.000	140	125	240	60	120
OMS (2005)	10.000	100	20	240	25	50

Fonte: POYRY, 2023. Adaptado por STCP Engenharia de Projetos, 2024. Legenda¹: Parâmetro em desconformidade com o determinado pela OMS.

Considera-se que a principal contribuição de poluentes atmosféricos na área onde realizou-se a amostragem é proveniente da queima de combustíveis fósseis em decorrência do trânsito rodoviário na MS-377. A região é predominantemente rural e não apresenta contribuições de fontes urbanas ou industriais. Ressalta-se que todas as regiões habitadas próximas à LT apresentam as mesmas características que o local amostrado. Desta forma, e considerando um contexto geral, as médias obtidas apresentaram-se abaixo do especificado pela normativa do CONAMA nº 491/2018, o que caracteriza o local com uma boa qualidade do ar.

1.1.2.4 Considerações finais

No âmbito do presente empreendimento, as atividades de operação da LT não apresentam contribuições significativas relacionadas a alteração da qualidade do ar da região. No entanto, é importante considerar que durante a fase de instalação do empreendimento pode ocorrer a ressuspensão de material particulado e gases em detrimento da movimentação de solo, veículos e máquinas. Destarte, infere-se a relevância da instituição de ações de mitigação para que se mantenha

uma boa qualidade do ar durante as atividades de implantação da linha, como a umectação das estradas vicinais e manutenção contínua das máquinas e veículos de apoio.

1.1.3 Geologia e Recursos Minerais

1.1.3.1 Geologia

O presente tópico de caracterização abrange uma descrição detalhada dos aspectos geológicos que compõem as áreas de influência do futuro empreendimento, com ênfase em atender as exigências do Termo de Referência (TR) para esse tema. A caracterização de geologia inicia a partir de uma escala regional, que inclui a descrição do contexto geológico com dados secundários (bases e trabalhos acadêmicos). Na sequência, a partir de dados primários (levantamentos de campo), é feita a descrição dos aspectos geológicos em escala de detalhe.

1.1.3.1.1 Objetivos

Caracterizar os aspectos geológicos regionais e locais nos quais as áreas de influência da Linha de Transmissão (LT) de energia estão inseridas, com detalhamento das unidades litoestratigráficas (Mapa Geológico Regional e Detalhe) e da geologia estrutural. Ainda, de forma complementar, realizar uma descrição das características geotécnicas principais das unidades litoestratigráficas mapeadas.

1.1.3.1.2 Metodologia

A metodologia utilizada para caracterização da geologia da área de interesse foi desenvolvida em três etapas, as quais serão descritas a seguir:

1.1.3.1.2.1 Levantamento de Dados Regionais

De modo a fundamentar a caracterização da geologia na qual a área de estudo está inserida, buscou-se, inicialmente, elaborar uma síntese regional dos principais aspectos evolutivos do terreno. A reunião de tais informações apresenta o panorama da evolução geológica na qual o empreendimento e suas áreas de influência estão inseridos. Nesta abordagem regional, a descrição dos principais compartimentos geológicos e estruturais se deu a partir de literatura especializada e interpretações de fotografias e imagens aéreas.

Ainda durante esta etapa inicial, foram consultados os seguintes trabalhos de mapeamentos regionais:

- Cartas Geológicas de Goiânia (SE.22) e Paranapanema (SF.22), na Escala 1:1.000.000 e desenvolvidos pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 2004);
- Mapa Geológico do Estado de Mato Grosso do Sul, na escala 1:800.000, desenvolvido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas e disponibilizado a partir do portal Banco de Informações Ambientais (IBGE/BDia, 2021).

1.1.3.1.2.2 Análise Interpretativa de Imagens de Satélite

A análise interpretativa de imagens de satélite teve como objetivo a integração dos dados coletados em etapas prévias como feições geológicas, estruturais, geomorfológicas e geoambientais, com a finalidade de refinar e complementar os dados já existentes para a escala proposta deste estudo, assim

como definir áreas de interesse a serem investigadas em etapas posteriores. Foram utilizadas imagens de satélites disponibilizadas no *software Google Earth Pro* e no serviço *World Imagery Basemap* do *ArcMap* da *ESRI*, além do Modelo Digital de Elevação (MDE) a partir de dados de radar SRTM, disponibilizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

1.1.3.1.2.3 Levantamentos de Dados de Pesquisa em Escala de Detalhe

Para validação/complementação dos dados secundários e obtenção de informações em escala de detalhe foi realizado o reconhecimento de campo (Mapeamento Geológico de Detalhe). Durante essa etapa foi executado o caminhamento por toda área de pesquisa (ADA, AID e AII) para descrição das unidades litoestratigráficas, aspectos estruturais, características de relevo e pedológicas. O reconhecimento foi realizado através do método de varredura com a identificação de afloramentos ou pontos de interesse, os quais foram registrados com o auxílio de um aparelho GPS portátil de precisão métrica. Nesses locais foram descritos os seguintes aspectos: mineralogia, textura/estrutura de rochas e solos; grau de intemperismo; morfologia do terreno; características geotécnicas; indícios ou propensão a processos erosivos; características dos recursos hídricos; etc.

1.1.3.1.3 Resultados e Discussões

1.1.3.1.3.1 Geologia Regional

No contexto geológico regional, as áreas de influência da LT estão inseridas na Bacia Sedimentar do Paraná, mais especificamente na sequência cretácea, denominada Bacia Sedimentar Bauru/Caiuá. Conforme mostram a Tabela 5 e a Figura 12, ao longo da ADA, AID e AII afloram rochas sedimentares clásticas pertencentes às formações Santo Anastácio e Vale do Rio do Peixe. Completam a geologia regional os derrames basálticos da Província Magmática do Paraná, também descrita na literatura como Formação Serra Geral.

Tabela 5. Unidades litoestratigráficas incidentes nas áreas de influência da LT.

TERRENO	GRUPO	UNIDADE LITOESTRATIGRÁFICA	LITOLOGIA	ADA		AID		AII	
				ha	%	ha	%	ha	%
Bacia Sedimentar do Paraná	Bauru/ Caiuá	Formação Vale do Rio do Peixe	K2vp – Arenitos e Argilitos	106,0	23,2	2.123,3	23,1	25.356,9	25,6
		Formação Santo Anastácio	K2sa – Arenitos	315,5	69,1	6.396,7	69,5	65.787,5	66,4
	Província Magmática do Paraná/ Formação Serra Geral		K1δsg - Dacito	35,2	7,7	689,5	7,5	6.197,8	6,3
Massa d'Água				-	-	-	-	1.776,4	1,8
Total				456,8	100	9.209,5	100	99.118,6	100

Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

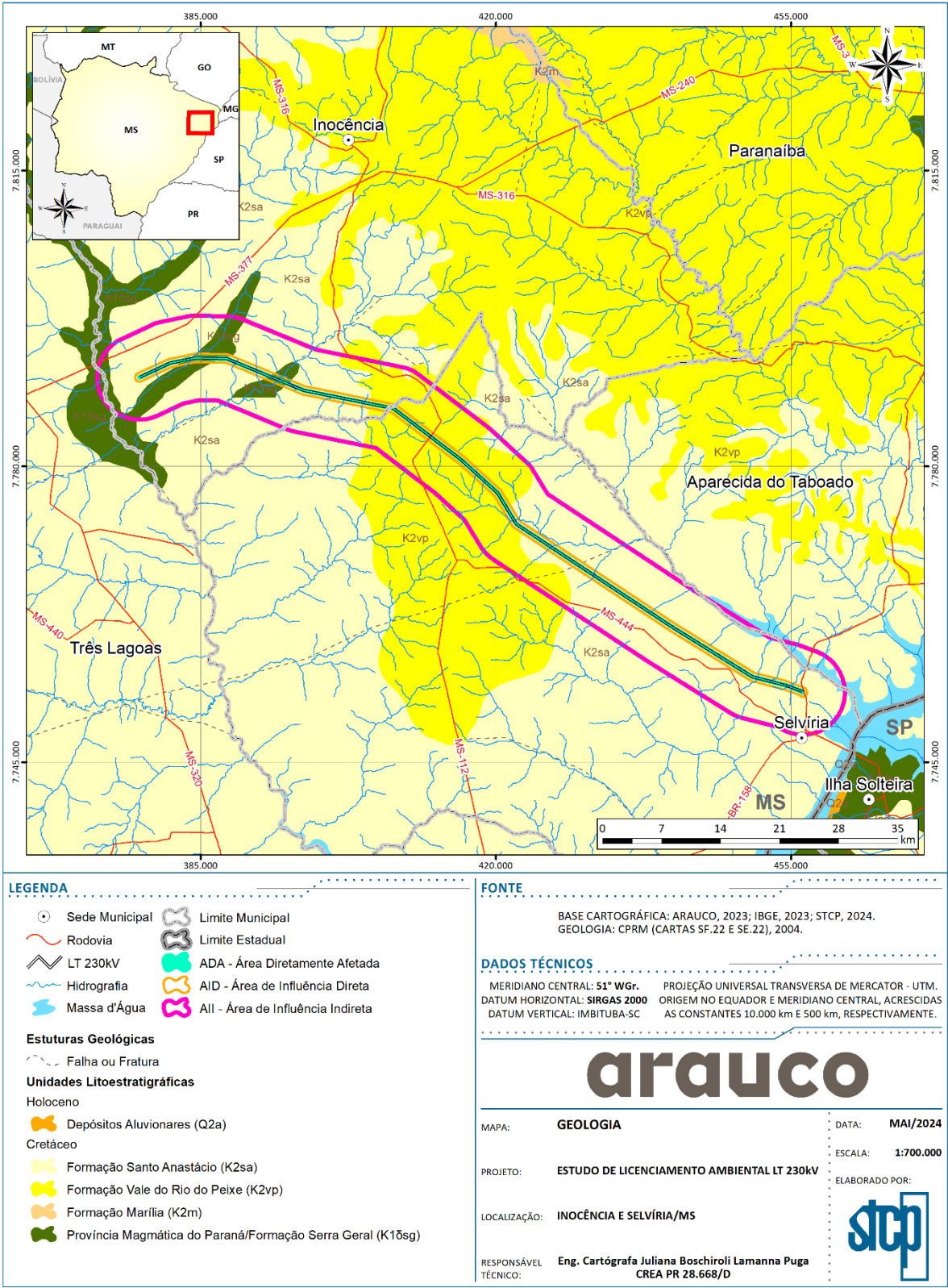
A Bacia Sedimentar do Paraná é classificada como uma bacia intracratônica e corresponde a uma grande sinéclise que se estende por grande parte do centro-leste do continente sul-americano, abrangendo 1,5 milhões de quilômetros quadrados entre a porção meridional do Brasil, Paraguai, Uruguai e Argentina. Possui uma forma elíptica com direção preferencial NNE-SSW, preenchida por

cerca de 7 mil metros de espessura de sedimentos Paleozoicos, Mesozoicos, lavas basálticas cretáceas e sedimentos cenozoicos (MILANI *et al.*, 2007).

Segundo Milani *et al.* (2007), a estratigrafia da Bacia Sedimentar do Paraná pode ser compartimentada em seis supersequências, Rio Ivaí (Ordoviciano-Siluriano), Paraná (Devoniano), Gondwana I (Carbonífero-Eo-Triássico), Gondwana II (Meso a Neotriássico), Gondwana III (Neojurássico-Eocretáceo) e Bauru (Neocretáceo), sendo as três primeiras formadas por rochas derivadas de ciclos transgressivo-regressivos, as demais atreladas a ambientes continentais e ao vulcanismo. A Figura 12 apresenta as formações que compõem cada supersequência, o ambiente deposicional relacionado e os litotipos predominantes.

A sequência Neocretáceo, principal unidade aflorante ao longo da área de estudo, corresponde a cobertura sedimentar siliciclástica psamítica que se acumulou sobre os depósitos basálticos em condições semiáridas a desérticas, denominada formalmente como Grupo Bauru/Caiuá (MILANI *et al.*, 2007). Essa sequência deposicional possui cerca de 300 m de espessura e uma área de ocorrência de mais de 370.000 km², abrangendo partes dos estados de Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Mato Grosso do Sul, Goiás e Mato Grosso, assim como no nordeste do Paraguai.

Figura 12. Mapa geológico regional



Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

Tabela 6. Estratigrafia da Bacia Sedimentar do Paraná.

SUPERSEQUÊNCIA	GRUPO	UNIDADE FORMAL	LITOTIPO PREDOMINANTE	AMBIENTE DEPOSICIONAL
Bauru	Caiuá e Bauru	Rio Paraná, Goio Erê e Santo Anastácio, Uberaba, Vale do Rio do Peixe, Araçatuba, São José do Rio Preto, Presidente Prudente e Marília	Arenitos, siltitos, lamitos, conglomerados, arenitos conglomeráticos, calcários arenosos e calcários	Alúvio-Fluvial / Eólico
Gondwana III		Província Magmática do Paraná	Basaltos toleíticos, andesitos basálticos, riolitos e riodacitos	Magmatismo Fissural Intracontinental
		Botucatu	Arenitos e arenitos com níveis conglomeráticos	Eólico
Gondwana II		Santa Maria	Lamitos, siltitos e arenitos finos	Flúvio-Lacustre
Gondwana I		Pirambóia	Arenitos e arenitos com níveis conglomeráticos	Eólico / Fluvial / Lagos Rasos
		Sanga do Cabral	Arenitos	
	Passa Dois	Rio do Rasto	Siltitos, argilitos e arenitos finos	
		Teresina	Argilitos, folhelhos e siltitos	
		Serra Alta	Lamitos e folhelhos	Plataforma
		Irati	Argilitos e folhelhos	Restrito
	Guatá	Palermo	Siltitos	Plataforma
		Rio Bonito	Arenitos siltitos	Costeiro
	Itararé	Taciba	Arenitos, siltitos, folhelhos, argilitos, diamictitos e tilitos	Peri-Glacial
		Campo Mourão		
		Lagoa Azul		
Paraná	Paraná	Ponta Grossa	Folhelhos e siltitos	Plataforma Rasa / Plataforma Distal
		Furnas	Arenitos	Costeiro / Fluvial
Rio Ivaí	Rio Ivaí	Vila Maria	Diamictitos, folhelhos e arenitos	Plataforma Rasa / Plataforma Distal
		Iapó	Diamictitos	Glacial
		Alto Garças	Conglomerados e arenitos	Fluvial / Costeiro / Plataforma Rasa

Fonte: Chandelier, 2018. Adaptado por STCP Engenharia de Projetos, 2024.

A Supersequência Bauru/Caiuá é formada pelos grupos crono correlatos Caiuá e Bauru, que apresentam transição lateral gradual e interdigitada. O primeiro compreende as formações Rio Paraná, Goio Erê e Santo Anastácio. O segundo é composto pelas formações Uberaba, Vale do Rio do Peixe, Araçatuba, São José do Rio Preto, Presidente Prudente e Marília, além de rochas vulcânicas alcalinas intercaladas (MILANI *et al.*, 2007). Entretanto, conforme indicado anteriormente, na área de estudo afloram rochas apenas das formações Santo Anastácio e Vale do Rio do Peixe, além de rochas ígneas básicas da Província Magmática do Paraná. Essas unidades de interesse serão detalhadas na sequência.

1.1.3.1.3.2 Grupo Bauru – Formação Vale do Rio do Peixe

A Formação Vale do Rio do Peixe está posicionada diretamente sobre os basaltos da Província Magmática do Paraná (Formação Serra Geral), com transição gradual, a oeste e sudoeste, para a Formação Santo Anastácio. A Formação Vale do Rio do Peixe compreende estratos de espessura

submétrica (geometria tabular típica), de arenitos intercalados com siltitos e lamitos arenosos, de contatos não ou pouco erosivos.

Os arenitos são muito finos a finos, marrom-claro rosado a alaranjado, de seleção moderada a boa. Possuem aspecto maciço ou estratificação cruzada tabular e acanalada de médio a pequeno porte. Nos estratos "maciços" podem ocorrer zonas de estratificação/laminação plano-paralela grossa, formadas por: I- superfícies onduladas (amplitude e comprimento de onda centimétricos), às vezes com laminação interna; II- ondulações de adesão; ou III - planos bem definidos, com lineação de partição. Localmente, os arenitos "maciços" apresentam cimentação intensa por calcita (CaCO_3). Os estratos siltosos são mais frequentes na parte ocidental e norte da área de afloramento da unidade. Têm cores creme a marrom, estrutura maciça ou estratificação plano-paralela mal definida, fendas de ressecção, ou ainda feições tubulares de diâmetro milimétrico e comprimento centimétrico, em geral verticais, no topo de estratos (preenchimento de perfurações de pequenos organismos e/ou de raízes). Embora as litofácies arenosas sejam predominantes, há maior frequência de intercalações lamíticas rumo ao vale do rio Paraná (FERNANDES e COIMBRA, 2000).

No sudoeste da área de ocorrência, a Formação Vale do Rio do Peixe transiciona para unidades de ambiente desértico interior (Santo Anastácio, Goio Erê e Rio Paraná), com aumento da frequência e do porte das intercalações com estratificação cruzada de origem eólica. Na borda leste, a unidade litoestratigráfica exibe maior imaturidade textural e granulação mais grossa (arenitos finos a médios), embora mantenha suas características básicas (geometria e estruturas sedimentares) (FERNANDES e COIMBRA, 2000).

O ambiente deposicional atribuído a Formação Vale do Rio do Peixe é essencialmente eólico, com acumulação de sedimentos em extensas áreas planas, na forma de lençóis de areia, com campos de dunas baixas, alternados com depósitos de *loess* (depósitos de sedimentos inconsolidados onde predominam os grãos de tamanho silte e, em menor quantidade, areia fina e argila). Os níveis de lamitos identificados subordinadamente são atribuídos a deposição de sedimentos finos ao longo de depressões por corpos aquosos rasos e efêmeros, com escoamento durante períodos de elevação do nível freático (FERNANDES e COIMBRA, 2000).

1.1.3.1.3.3 Grupo Caiuá – Formação Santo Anastácio

A Formação Santo Anastácio ocorre como contorno da Formação Rio Paraná, para qual possui uma transição gradual. Possui uma espessura máxima de 70 a 100 e está assentada diretamente sobre os basaltos da Província Magmática do Paraná (Formação Serra Geral). Esta formação se caracteriza por estratos arenosos tabulares, de aspecto maciço típico, com espessura decimétrica (até 1 m), e raras intercalações de estratos de lamitos e argilitos. Constitui-se de arenitos quartzosos subarcoseanos, quase sempre maciços, finos a muito finos, pobremente selecionados, com a fração silte subordinada, e pequena quantidade de matriz silto-argilosa. Os grãos são subangulosos a subarredondados, foscos, encobertos por uma película de óxido de ferro (FERNANDES e COIMBRA, 2000).

O contexto deposicional atribuído a Formação Santo Anastácio consiste em monótonas planícies desérticas, com acumulações arenosas em grandes complexos de dunas, com raras intercalações de depósitos de enxurradas de chuvas torrenciais.

1.1.3.1.3.4 *Província Magmática do Paraná (Formação Serra Geral)*

Segundo Mantesso-Neto (2004), a Província Magmática do Paraná se originou no Jurássico-Cretáceo a partir do fenômeno de ativação tectono-magmática da Plataforma Sul-Americana, ligado à abertura do Atlântico Sul, que resultou na expressiva atividade magmática na Bacia do Paraná. Como consequência, houve a formação de extensos derrames de rochas básicas, bem como um denso enxame de diques com orientação preferencial NW em algumas porções da bacia e múltiplos níveis de soleiras intrudidas segundo os planos de estratificação dos sedimentos paleozoicos.

Litologicamente, a Província Magmática do Paraná é composta por basaltos toleíticos e andesitos basálticos, ocorrendo subordinadas quantidades de riolitos e riodacitos (Milani *et al.*, 2007). Os autores também ressaltam que estruturas como disjunções colunares, planares sub-horizontais, cavidades preenchidas (amígdalas) ou não (vesículas) e xenólitos podem ocorrer nesses corpos, que costumam apresentar textura fanerítica inequigranular fina a média.

1.1.3.1.3.4.1 *Contexto Estrutural Regional*

A análise estrutural das unidades litoestratigráficas incidentes nas áreas de influência podem ser fragmentada em duas porções, uma relacionada com as rochas sedimentares das formações Vale do Rio do Peixe e Santo Anastácio, integrantes da Bacia Sedimentar Bauru/Caiuá, e uma segunda relacionada com as rochas ígneas básicas da Província Magmática do Paraná (PMP).

Por ser formada e desenvolvida em uma região com pouca atividade tectônica de alta energia, a Bacia Sedimentar Bauru/Caiuá apresenta poucos registros deformacionais. Segundo Riccomini (1997), as descontinuidades registradas ao longo da bacia são restritas a juntas e fraturas, com um pequeno número de falhas. O conjunto de estruturas foi relacionado a um único evento tectônico, posterior ao Neocretáceo, cujo regime de deformação teria sentido compressional próximo de E-W.

Os planos de falhas apresentam direções preferenciais nordeste, possuem mergulhos subverticais, não apresentam preenchimentos e as estrias presentes são, geralmente, sub-horizontais e correspondem a marcas de arrasto entre superfícies. Os rejeitos horizontais verificados são de magnitude centimétrica a métrica. As juntas/fraturas também são subverticais e constituem três classes principais: I- famílias conjugadas ortogonais entre si, com direções NE e NW; II- famílias conjugadas de cisalhamento, formando ângulos agudos, com direção E-W; e III- famílias de juntas de extensão, as direções predominantes são ENE a E-W (RICCOMINI, 1997).

No caso das rochas ígneas básicas da PMP, as principais estruturas identificadas estão relacionadas diretamente com resfriamento durante a cristalização do magma. Esse processo é responsável por gerar relações internas e externas na rocha na forma de descontinuidades. A PMP é composta por sucessões de derrames que possuem espessuras variáveis, geralmente entre 10 e 80 metros, atingindo até 100 metros de espessura. Cada derrame pode ser dividido em três porções morfológicas principais, relacionadas diretamente à alternância textural e estrutural dos basaltos (CURTI e RICCOMINI, 2011): basal, central e superficial.

- A porção basal do derrame é evidenciada por maior incidência de material vítreo e caracterizada por basalto vesicular e/ou amigdaloidal, com preenchimento por minerais

secundários. As vesículas representam horizontes de desgasificação devido ao rápido resfriamento da lava em contato com a superfície de fluxo. Essa faixa vítrea passa gradativamente em direção ao topo para um basalto microcristalino, rico em diáclases (fraturas sem deslocamento) horizontais.

- A porção central do derrame é composta por basalto compacto com grau de cristalinidade variável e granulação afanítica a fanerítica grossa, com textura afírica a porfirítica. Quando o derrame é relativamente espesso, essa porção ocupa cerca de 2/3 da sua espessura total, possuindo predominantemente diáclases verticais.
- A porção superior do derrame possui geralmente 5 a 10 metros de espessura, com predomínio de diáclases horizontais. Esta zona é caracterizada por ser rica em vesículas ou amígdalas preenchidas por zeólitas, quartzo e calcedônia, que chegam a 30-40% do volume da rocha. Constitui um horizonte vesicular que corresponde à faixa de desgasificação, neste caso decorrente do rápido resfriamento da lava em contato com a atmosfera.

O resfriamento dos derrames basálticos ocorre a partir das extremidades para o centro. Durante esse processo são geradas juntas de contração por resfriamento, que são importantes estruturas nesse tipo de rocha. As juntas de resfriamento são normalmente sub-verticais e formam disjunções colunares em forma de prismas alongados, que se desenvolvem preferencialmente em um sistema hexagonal. Ao longo das disjunções colunares podem ocorrer juntas transversais, que interceptam as colunas e correspondem a juntas planares de pequena extensão.

1.1.3.1.3.5 Geologia Local

Para caracterização geológica local foi realizado o trabalho de mapeamento geológico em escala de detalhe (1:10.000) na área de estudo. O trabalho de mapeamento geológico foi executado através do caminhamento por toda extensão da ADA, AID e AII, com ênfase nas duas primeiras, a fim de se determinar os diferentes litotipos que compõem a área de interesse. Ao longo do caminhamento realizado foram identificados afloramentos de exposição rochosa em cortes/taludes, vertentes, canaletas na lateral dos acessos, drenagens etc. Ao todo, foram descritos 158 afloramentos e pontos de controle, os quais estão resumidos no Apêndice 1. É importante salientar que nesses pontos também foram coletadas informações para diagnósticos de outros temas do meio físico, como, por exemplo, paleontologia, geomorfologia, pedologia e espeleologia.

Os dados de campo foram integrados em ambiente SIG com as bases de dados secundários e imagens de satélites disponíveis para a região. O produto dessa etapa de trabalho foi a confecção do Mapa Geológico de Detalhe, indicados no Apêndice 2. Cabe destacar que esse mapa foi confeccionado na escala 1:10.000, conforme solicita o TR, porém, tendo em vista a grande extensão da LT (objeto de estudo), foi utilizada uma escala mais abrangente para representação cartográfica no presente relatório (1:100.000).

Em campo, foram identificadas ao longo das áreas de influência, as mesmas unidades litoestratigráficas indicadas no item “1.1.3.1.3.1 Geologia Regional”, ou seja, ao longo da ADA, AID e AII ocorrem rochas sedimentares clásticas pertencentes às formações Santo Anastácio e Vale do Rio do Peixe, assim como as rochas ígneas básicas da Província Magmática do Paraná (Formação Serra Geral). Completam a geologia local os depósitos de sedimentos inconsolidados quaternários que ocorrem associados aos

curtos hídricos maiores. A seguir, cada uma dessas unidades será descrita detalhadamente a partir dos dados levantados em campo.

1.1.3.1.3.6 Depósitos Sedimentares Inconsolidados

Essa unidade corresponde aos sedimentos inconsolidados que se encontram depositados ao longo das calhas de drenagens dos cursos hídricos maiores da região (Figura 13), como, por exemplo, nos rios Sucuriú, São Mateus e São Pedro, assim como nos ribeirões Santa Rita e Beltrão. Os depósitos sedimentares encontrados nesses cursos hídricos são produtos da erosão das rochas do entorno, principalmente dos arenitos das formações Santo Anastácio e Vale do Rio do Peixe. A ação hídrica é responsável pelo intemperismo, erosão e transporte dos sedimentos, os quais são carreados até regiões topográficas mais baixas, onde com a diminuição da energia ocorre a deposição e acúmulo dos materiais. Cabe destacar que, em virtude do relevo plano ou pouco acidentado na região, ocorrem vastas áreas de depósitos de sedimentos inconsolidados, associados a baixa energia de transporte dos fluxos hídricos.

De modo geral, a área de sedimentos inconsolidados é caracterizada pela presença de depósitos arenosos, argilo-arenosos, argilosos e de cascalho. Todavia, há um amplo predomínio de depósitos arenosos, provenientes dos arenitos das formações Santo Anastácio e Vale do Rio do Peixe (Figura 13). Esses depósitos apresentam estrutura granular, a qual gera espaços significativos entre os grãos, promovendo boa permeabilidade, boa capacidade de drenagem e baixa coesão, sendo muito friável.

Figura 13. Depósitos sedimentares inconsolidados



A) Rio Sucuriú (P02)



B) Rio São Mateus (P07)



C) Córrego do Carrapato (P25)



D) Curso hídrico sem denominação (P37)

Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

1.1.3.1.3.7 Grupo Bauru/Caiuá – Formações Vale do Rio do Peixe e Santo Anastácio

Essas unidades ocorrem ao longo de toda área de estudo, como camadas contínuas e tabulares que afloram ao longo de toda a região analisada. Embora exista uma divisão formal entre as formações Vale do Rio do Peixe e Santo Anastácio, em campo essas unidades são composicionalmente e texturalmente muito semelhantes. Ambas são compostas por arenitos que afloram na superfície com alto grau de alteração intempérica, marcada por uma coloração avermelhada (Figura 14). Os arenitos são compostos basicamente por quartzo (100%), feldspatos (TR) e óxidos/hidróxidos de ferro e alumínio. A granulação varia de areia muito fina a média, com predomínio de areia fina (Figura 15) e, localmente, com ocorrência de frações consideráveis de material fino (silte/argila). Os grãos são esféricos, bem selecionados, variam de angulosos a subarredondados e apresentam um aspecto fosco.

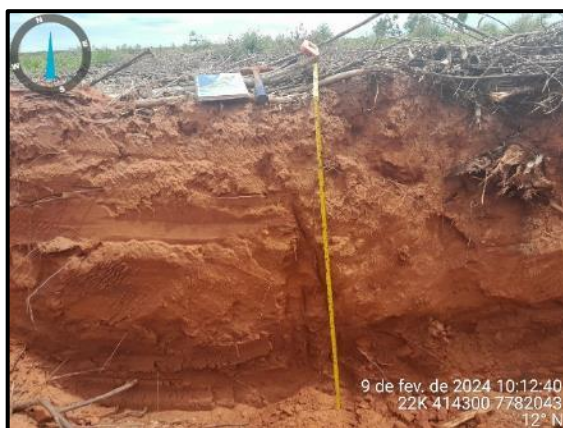
Figura 14. Arenitos das formações Vale do Rio do Peixe e Santo Anastácio



A) Formação Santo Anastácio (P11)



B) Formação Santo Anastácio (P09)



C) Formação Vale do Rio do Peixe (P82)

Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.



D) Formação Vale do Rio do Peixe (P82)

Figura 15. Composição textural dos arenitos das formações Vale do Rio do Peixe e Santo Anastácio



A) Formação Santo Anastácio (P57)

Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.



B) Formação Vale do Rio do Peixe (P82)

Os arenitos apresentam na maior parte dos afloramentos descritos uma estratificação cruzada tabular ou plano-paralela de pequeno a médio porte (Figura 16), marcada pela variação granulométrica de areia fina a média. Os estratos são centimétricos e tabulares, com um mergulho sub-horizontal.

Dadas as características texturais, estruturais e o grau de alteração intempérica, os arenitos identificados na região são friáveis e possuem uma baixa resistência mecânica. Essas características sugerem que o litotipo possui uma alta susceptibilidade ao desenvolvimento de processos erosivos, identificados em alguns pontos (Figura 17).

Figura 16. Estruturas identificadas nos arenitos das formações Vale do Rio do Peixe e Santo Anastácio



A) Estratificação cruzada tabular (P82)



B) Estratificação plano-paralela (P122)

Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

Figura 17. Exemplos de feições erosivas nos arenitos identificadas durante o levantamento de campo



A) Talude na lateral da rodovia (P96)



B) Canal de drenagem na lateral do acesso (P107)

Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

Embora semelhantes, a diferenciação entre as formações Vale do Rio do Peixe e Santo Anastácio é perceptível pelas características texturais. Apesar de ambas serem compostas por um arenito, a Formação Vale do Rio do Peixe apresenta uma maior proporção composicional de silte e argila (material fino), atribuída ao ambiente deposicional que ainda árido tinha eventos esporádicos de precipitação, ou seja, com a presença de água. Essas porções com maior proporção composicional de silte e argila não são contínuas e ocorrem como “manchas” dispersas em meio ao amplo predomínio arenoso. A ocorrência dessas porções com material fino, por apresentarem maior capacidade de retenção de água e nutrientes, é visado pelos produtores rurais, os quais indicam maior capacidade e velocidade de crescimento do pasto (atividade comum na região).

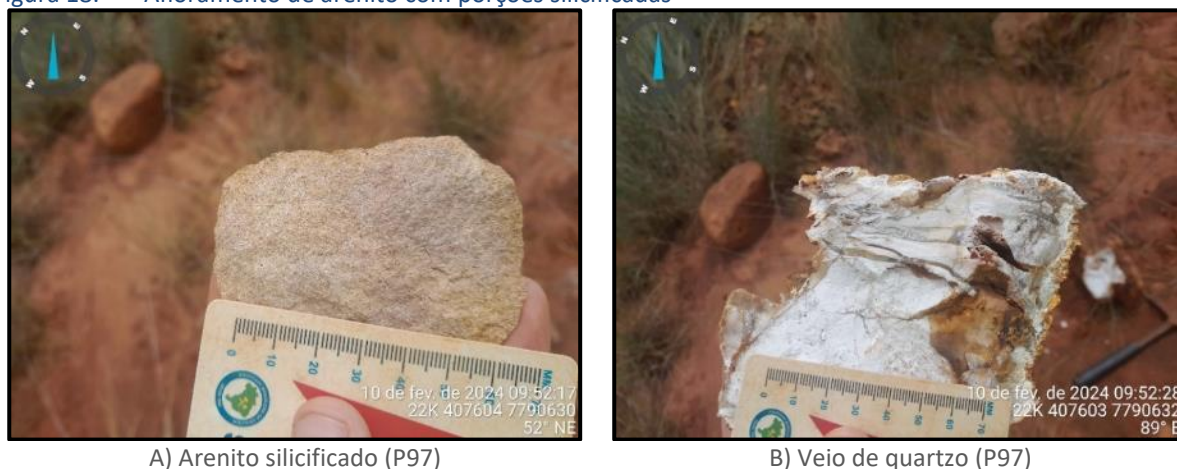
Na base da Formação Vale do Rio do Peixe, já próximo das rochas ígneas básicas, são identificados afloramentos onde os arenitos se encontram silicificados, com a presença de veios centimétricos de quartzo e pequenos geodos de quartzo microcristalino (Figura 18). Essa característica confere maior resistência mecânica em algumas porções da área de estudo.

A principal característica das formações Vale do Rio do Peixe e Santo Anastácio é a alta homogeneidade litológica, com a ocorrência de litotipos muito semelhantes ao longo de toda a região estudada. Esse

fato é também verificado quando correlacionado com a geomorfologia, que é marcada por um relevo plano e sem variações altimétricas bruscas (Figura 19), o qual foi formado a partir do modelamento dessas rochas contínuas e semelhantes.

De acordo com sondagens SPT executadas na área, descritas no relatório 10-9010-CIV-0007-REL (ARAUCO, 2023), os materiais referentes a esses depósitos apresentam índices de resistência a penetração do topo para a base, variando principalmente de fofa e pouco compacta a medianamente compacta a compacta, atingindo índice de alta compacidade em poucos pontos.

Figura 18. Afloramento de arenito com porções silicificadas



Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

Figura 19. Relevo plano sobre os arenitos - formações Vale do Rio do Peixe e Santo Anastácio



Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

1.1.3.1.3.8 Província Magmática do Paraná (Formação Serra Geral)

No extremo norte/noroeste da ADA, AID e AII afloram rochas ígneas básicas pertencentes à Província Magmática do Paraná (Formação Serra Geral). Essa unidade possui ocorrência restrita junto aos vales dos cursos hídricos maiores existentes no local (rios Sucuriú, São Mateus e São Pedro). A unidade está localizada estratigraficamente abaixo das formações Vale do Rio do Peixe e Santo Anastácio, em contato abrupto.

A Província Magmática do Paraná (Formação Serra Geral) nas áreas de influência é composta por uma rocha ígnea muito intemperizada, interpretada como dacito ou basalto toleítico. A rocha apresenta coloração vermelha e é composta por grãos de quartzo e plagioclásio, de granulação fina, dispersos em meio a uma matriz afanítica (Figura 20). Cabe destacar que em todos os afloramentos descritos dessa unidade, foi constatado um elevado grau de alteração intempérica, o que impossibilita uma descrição mais detalhada. Dadas as características estruturais e texturais decorrentes principalmente do alto grau de intemperismo, as Formações Vle apresenta baixo grau de coesão, sendo muito friável.

Foram realizadas sondagens SPT, de acordo com o relatório 10-9010-CIV-0007-REL (Arauco, 2023), que caracterizam o material dessa formação como variando (do topo para a base da sondagem) de fofo a medianamente compacto, aumento sua compacidade conforme aumenta a profundidade.

Figura 20. Rocha ígnea básica muito intemperizada pertencente à Província Magmática do Paraná (Formação Serra Geral)



A) Rocha ígnea básica muito intemperizada (P14)



B) Rocha ígnea básica muito intemperizada (P35)

Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

1.1.3.2 Recursos Minerais

O presente tópico de caracterização abrange uma descrição detalhada dos direitos minerários outorgados pela Agência Nacional de Mineração (ANM) e incidentes nas áreas de influência do empreendimento. De forma complementar, também são apresentadas as ocorrências minerais cadastradas em levantamentos regionais, as quais auxiliam na compreensão do potencial minerário do local.

1.1.3.2.1 Objetivos

- Discriminar os direitos minerários incidentes sobre a área do empreendimento, com a indicação do número dos processos, nome do titular, área, tipo de requerimento e fase processual;
- Identificar as ocorrências minerais conhecidas/cadastradas na região de interesse;
- Determinar o potencial mineral regional.

1.1.3.2.2 Metodologia

A metodologia utilizada para avaliação dos direitos minerários e dos recursos minerais foi desenvolvida em duas etapas, as quais serão descritas a seguir.

1.1.3.2.2.1 Caracterização dos Processos Minerários

A consulta dos processos minerários incidentes na área de interesse foi realizada através dos dados disponibilizados pela ANM no portal SIGMINE (ANM, 2024). No mês de janeiro de 2024 foi feito o *download* do *Shapefile* de todos os processos minerários do estado de Mato Grosso do Sul.

1.1.3.2.2.2 Identificação das Ocorrências Minerais

Inicialmente, foram consultados levantamentos de ocorrências minerais realizados e disponibilizados por órgãos federais e estaduais. Como fonte de dados regionais foram consultados e utilizados os seguintes trabalhos:

- Cartas Geológicas de Goiânia (SE.22) e Paranapanema (SF.22), na Escala 1:1.000.000 e desenvolvidos pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 2004).

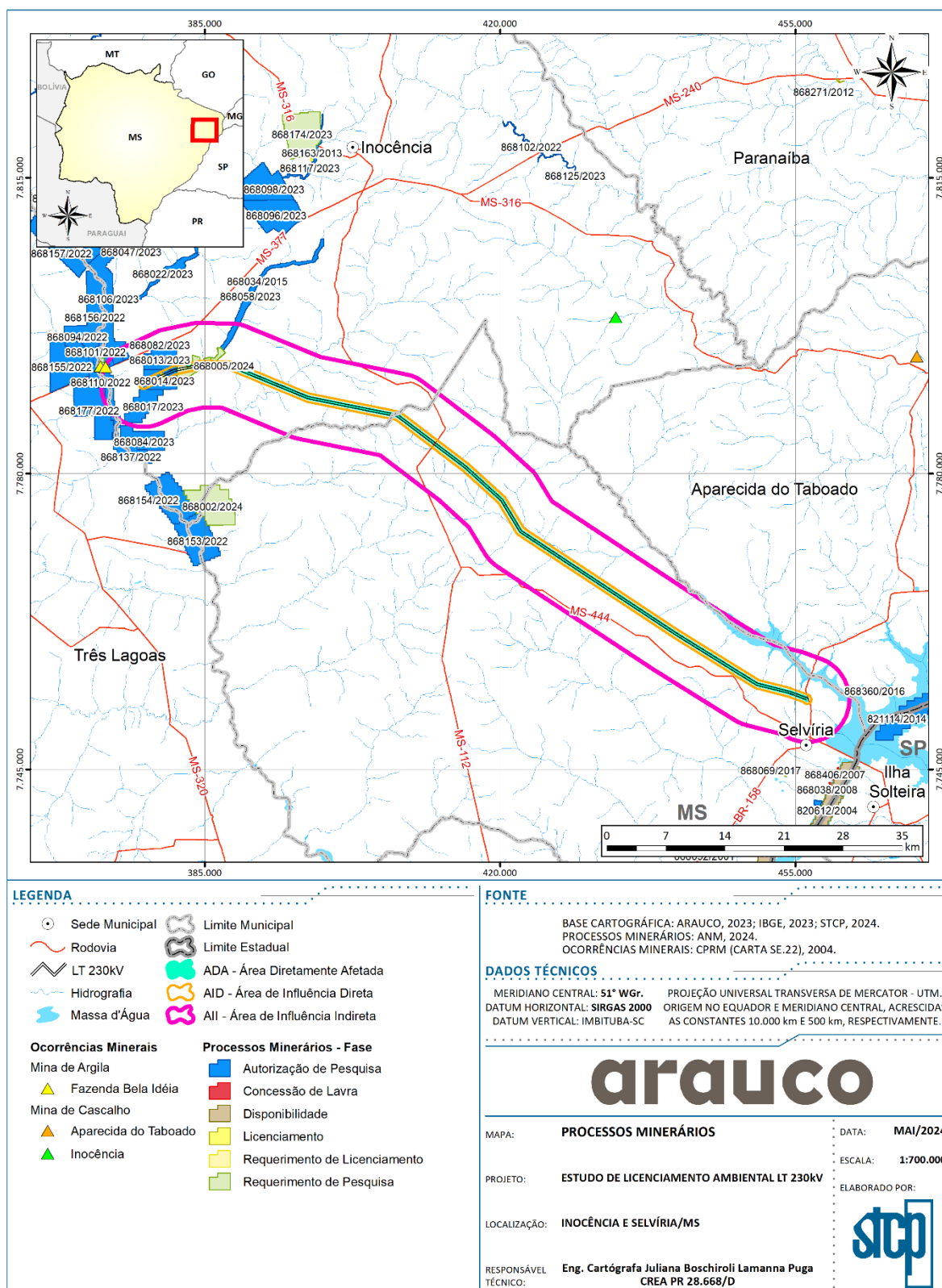
De forma complementar, foram buscadas em campo locais de extração minerais já conhecidos nas áreas de influência e entorno imediato, com o intuito de refinar os dados secundários levantados.

1.1.3.2.3 Resultados e Discussões

1.1.3.2.3.1 Direitos Minerários

De acordo com os dados fornecidos pela Agência Nacional de Mineração (ANM, 2024), existem 15 processos minerários ativos nos limites da ADA, AID e AII (Figura 21), os quais estão detalhados na Tabela 7 com número de identificação, titular, CNPJ, área em hectares, tipo de requerimento, fase processual, substância de interesse e uso proposto.

Figura 21. Processos minerários ativos e incidentes na ADA, AID e AII



Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

Tabela 7. Processos minerários ativos e incidentes na ADA, AID e AII

PROCESSO ANM Nº 868.101/2022	
Titular	C & C Mineracao Ltda
CNPJ	12.919.671/0001-30
Área (ha)	6.37,51
Substância/Uso	Ouro/Industrial
Tipo de requerimento	Requerimento de Autorização de Pesquisa
Fase Processual	Autorização de Pesquisa
Abrangência	AII
PROCESSO ANM Nº 868.110/2022	
Titular	Mineradora Concreluz Ltda
CNPJ	42.354.972/0001-24
Área (ha)	.1231,38
Substância/Uso	Minério de Cobre/Industrial e Basalto/Revestimento
Tipo de requerimento	Requerimento de Autorização de Pesquisa
Fase Processual	Autorização de Pesquisa
Abrangência	AII
PROCESSO ANM Nº 868.177/2022	
Titular	Jose Otavio Zanin Junior
CPF	-
Área (ha)	1.989,65
Substância/Uso	Minério de Cobre/Industrial e Basalto/Brita
Tipo de requerimento	Requerimento de Autorização de Pesquisa
Fase Processual	Autorização de Pesquisa
Abrangência	AII
PROCESSO ANM Nº 868.013/2023	
Titular	Luiz Raimundo Neves
CPF	-
Área (ha)	992,64
Substância/Uso	Basalto/Revestimento e Basalto/Brita
Tipo de requerimento	Requerimento de Autorização de Pesquisa
Fase Processual	Autorização de Pesquisa
Abrangência	AII e AID
PROCESSO ANM Nº 868.014/2023	
Titular	Luiz Raimundo Neves
CPF	-
Área (ha)	924,09
Substância/Uso	Basalto/Revestimento e Basalto/Brita
Tipo de requerimento	Requerimento de Autorização de Pesquisa
Fase Processual	Autorização de Pesquisa
Abrangência	AII, AID e ADA

PROCESSO ANM Nº 868.017/2023	
Titular	Luiz Raimundo Neves
CPF	-
Área (ha)	993,29
Substância/Uso	Basalto/Revestimento e Basalto/Brita
Tipo de requerimento	Requerimento de Autorização de Pesquisa
Fase Processual	Autorização de Pesquisa
Abrangência	All
PROCESSO ANM Nº 868.081/2023	
Titular	Maycon Barros Barbosa
CPF	-
Área (ha)	167,9
Substância/Uso	Basalto/Revestimento
Tipo de requerimento	Requerimento de Autorização de Pesquisa
Fase Processual	Autorização de Pesquisa
Abrangência	All
PROCESSO ANM Nº 868.082/2023	
Titular	Maycon Barros Barbosa
CPF	-
Área (ha)	75,21
Substância/Uso	Basalto/Revestimento
Tipo de requerimento	Requerimento de Autorização de Pesquisa
Fase Processual	Autorização de Pesquisa
Abrangência	All
PROCESSO ANM Nº 868.088/2023	
Titular	Coplan Construtora Planalto Ltda
CNPJ	49.681.778/0001-00
Área (ha)	49,35
Substância/Uso	Basalto/Brita
Tipo de requerimento	Requerimento de Cessão parcial
Fase Processual	Requerimento de Pesquisa
Abrangência	All, AID e ADA
PROCESSO ANM Nº 868.058/2023	
Titular	M.a.f. Areia e Pedra Ltda
CNPJ	31.665.380/0001-07
Área (ha)	963,19
Substância/Uso	Minério de Ouro/Industrial e Areia/Construção civil
Tipo de requerimento	Requerimento de Autorização de Pesquisa
Fase Processual	Autorização de Pesquisa
Abrangência	All
PROCESSO ANM Nº 868.106/2023	
Titular	José Alberto da Silva Junior
CPF	-

Área (ha)	1.996,66
Substância/Uso	Minério de Cobre/Industrial
Tipo de requerimento	Requerimento de Autorização de Pesquisa
Fase Processual	Autorização de Pesquisa
Abrangência	All
PROCESSO ANM Nº 868.084/2023	
Titular	Luiz Raimundo Neves
CPF	-
Área (ha)	985,64
Substância/Uso	Basalto/Revestimento e Basalto/Brita
Tipo de requerimento	Requerimento de Autorização de Pesquisa
Fase Processual	Autorização de Pesquisa
Abrangência	All
PROCESSO ANM Nº 868.184/2023	
Titular	Lavi Engenharia Ltda
CNPJ	38.185.003/0001-10
Área (ha)	50
Substância/Uso	Minério de Cobre/Industrial e Basalto/Revestimento
Tipo de requerimento	Requerimento de Cessão parcial
Fase Processual	Requerimento de Pesquisa
Abrangência	All
PROCESSO ANM Nº 868.189/2023	
Titular	Coplan Construtora Planalto Ltda
CNPJ	49.681.778/0001-00
Área (ha)	49,35
Substância/Uso	Basalto/Brita
Tipo de requerimento	Requerimento de Mudança de Regime para Licenciamento
Fase Processual	Requerimento de Licenciamento
Abrangência	All, AID e ADA
PROCESSO ANM Nº 868.001/2024	
Titular	Valdeci Alves Gomes
CPF	-
Área (ha)	47,62
Substância/Uso	Basalto/Brita
Tipo de requerimento	Requerimento de Autorização de Pesquisa
Fase Processual	Requerimento de Pesquisa
Abrangência	All e AID

Fonte: ANM, 2024. Adaptado por STCP Engenharia de Projetos, 2024.

Dos processos identificados, nenhum possui título autorizativo de lavra ou está em vias de obter, estando nas etapas iniciais do licenciamento (Requerimento de Pesquisa, Autorização de Pesquisa e Requerimento de Licenciamento). Em relação às substâncias de interesse, destaca-se o amplo predomínio dos minerais de emprego imediato na construção civil, mais especificamente do Basalto

para Revestimento e produção de Brita. Existe ainda o interesse das substâncias Minério de Cobre e Ouro, com processos localizados junto ao leito e margens do Rio Sucuriú.

Cabe destacar que, dos processos identificados, apenas três interceptam a ADA, são eles: 868.014/2023, 868.088/2023 e 868.189/2023. O processo ANM nº 868.014/2023 se encontra em fase de Autorização de Pesquisa, com alvará válido até maio de 2026 e possui área total de 924,09 hectares, sendo que a área de interferência com a ADA é de 21,6 hectares, que representa menos de 2,5 % da área total do processo.

Os processos ANM nº 868.088/2023 e 868.189/2023 correspondem a áreas sobrepostas, que possuem o mesmo titular e substância de interesse, sendo o segundo um requerimento de mudança do regime de Autorização de Pesquisa para o regime de Licenciamento. Dessa forma, o primeiro processo deverá permanecer ativo apenas até a efetivação do requerimento. Esses processos possuem interferência parcial com o traçado do projeto da LT de energia. A área de interferência corresponde a 2,56 hectares, o que representa cerca de 5 % da área total do processo de 49,35 hectares.

Todos os três processos com interceptação parcial com a ADA foram requeridos para a substância mineral Basalto, com uso previsto para Revestimento e produção de Brita.

1.1.3.2.3.2 Ocorrências Minerais Cadastradas

Ao consultar as ocorrências minerais cadastradas nas Cartas Geológica de Goiânia (SE.22) e Paranapanema (SF.22) (CPRM, 2004), é possível observar que existem apenas dois pontos ocorrência de minérios conhecidos nas áreas de influência, localizados no extremo norte/noroeste da AII. São ocorrências da substância argila, que se encontram localizadas na área de várzea do Rio Sucuriú, associado a planície de inundação do curso hídrico onde ocorre a deposição de sedimentos finos durante períodos de cheia e extravasamento. No entorno imediato, são encontradas ainda ocorrências cadastradas de Areia, Basalto e Cascalho. A Tabela 8 apresenta uma síntese das ocorrências identificadas ao longo das áreas de influência e entorno imediato.

Tabela 8. Ocorrências minerais cadastradas na área de ocorrência e entorno imediato.

IDENTIFICAÇÃO	SUBSTÂNCIA	COORDENADAS UTM (SIRGAS2000) – 22S		LOCALIZAÇÃO
		E (m)	N (m)	
Fazenda Bela Ideia	Argila	373.272,5	7.792.609,6	AII
Fazenda Bela Ideia	Argila	372.685,8	7.792.693,9	510m da AII
Inocência	Cascalho	433.735,4	7.798.475,1	20km da AII
Aparecida do Taboado	Cascalho	469.393,5	7.793.836,9	38km da AII
Fazenda Boa Esperança	Basalto	476.506,1	7.780.325,1	28km da AII
Rodovia Euclides da Cunha	Areia	495.790,3	7.764.106,3	36km da AII
Selvíria	Argila	454.411,1	7.733.591,0	25km da AII
Leito do Rio Paraná	Areia	429.329,9	7.711.580,8	43km da AII

Fonte: CPRM, 2004. Adaptado por STCP Engenharia de Projetos, 2024.

Nos trabalhos de reconhecimento de campo, não foram identificadas locais de extração ou de interesse para aproveitamento mineral nas áreas de influência e/ou entorno imediato.

1.1.3.2.3.3 Potencial Mineral da Região

A partir de uma análise integrada dos dados da geologia regional e local, das ocorrências minerais cadastradas e das substâncias de interesse dos processos minerários existentes no entorno das áreas de influência, é possível verificar que a região não apresenta um histórico considerável para atividade de mineração.

As características geológicas são o principal fator para controlar o potencial mineral de uma determinada região, visto que elas controlam a possibilidade de ocorrência dos bens minerais no substrato rochoso. No caso em análise, a região de interesse está inserida na Bacia Sedimentar do Paraná, com exposições de rochas arenosas dos grupos Bauru e Caiuá, bem como de rochas ígneas básicas da Província Magmática do Paraná (Formação Serra Geral) ao longo de fundos de vales. Completam a geologia os depósitos de sedimentos inconsolidados que ocorrem juntos aos cursos hídricos maiores. Considerando as características genéticas, físicas e químicas dessas unidades litoestratigráficas, o potencial de aproveitamento mineral é restrito a minerais de emprego imediato na construção civil, como, por exemplo: Argila, Areia, Basalto e Cascalho e está correlacionado diretamente as unidades litoestratigráficas, conforme apresentado na Figura 22.

1.1.3.2.3.4 Argila

A terminologia “Argila” apresenta significados distintos nos diferentes ramos científicos e tecnológicos, sendo possível identificar três conceitos básicos: o textural, o mineralógico e o tecnológico.

Em termos texturais, a argila pode ser definida com base na granulometria das partículas. Segundo a escala da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), são considerados como argila os materiais cujas partículas apresentam diâmetros menores ou iguais a 0,005mm. Argilas, na concepção mineralógica, são substâncias inorgânicas com estrutura cristalina disposta "em folhas", subdivididas nos grupos das caulinitas, micas, esmectitas, serpentinitas e vermiculitas, onde as características físico-químicas destes minerais conferem certas propriedades como plasticidade, expansibilidade, refratariedade e viscosidade. Por fim, em termos tecnológicos, as argilas são subdivididas a depender da finalidade, como, por exemplo: argila plástica, refratária, filler, etc.

Em função de suas características, as argilas podem ser aproveitadas nas mais diversas finalidades. O uso mais comum é para fins cerâmicos, na fabricação de tijolos furados, telhas e pisos. Entretanto, também há o aproveitamento da argila para clarificantes de óleos e gorduras, impermeabilizantes na produção de tintas e vernizes, antiaglomerantes em fertilizantes, fabricação de chapas de isolamento térmica, papéis, plásticos e produtos farmacêuticos.

Nas áreas de influência e entorno imediato, as ocorrências de argila estão associadas aos depósitos de sedimentos inconsolidados na várzea dos cursos hídricos maiores, principalmente o Rio Sucuriú. Esses depósitos são geralmente pequenos e apresentam uma argila de baixa qualidade (argila vermelha), restrita a produção de tijolos e telhas para um mercado local.

1.1.3.2.3.5 Areia

As areias são bens minerais constituídos, predominantemente de quartzo e originados a partir da alteração de rochas preexistentes, ricos destes materiais. Na sua definição corrente, é um material natural de dimensão nominal máxima inferior a 2,0 mm e nominal mínima igual ou superior a 0,075 mm.

A classificação mais usual da areia é definida pela ABNT em função de sua granulometria, dividindo em quatro classes: Areia grossa 2,40 – 4,80 mm; Areia média 1,20 – 2,40 mm, Areia fina 0,60 – 1,20 mm e Areia muito fina 0,15 – 0,60 mm. A areia corresponde a um insumo mineral utilizado na indústria de construção como agregado miúdo.

Assim como a Argila, as ocorrências de Areia nas áreas de influência e entorno imediato estão situadas junto aos depósitos de sedimentos inconsolidados na várzea dos cursos hídricos maiores, principalmente o Rio Sucuriú. Todavia, também é possível obter esse bem mineral pelo desmonte dos arenitos das formações Vale do Rio do Peixe e Santo Anastácio, porém, não há registro de nenhuma frente de lavra com esse tipo de extração na região.

1.1.3.2.3.6 Basalto

A substância Basalto na área de estudo está associada aos derrames da Província Magmática do Paraná (Formação Serra Geral), que afloram em regiões topográficas abatidas (fundos de vale), onde a erosão hídrica é responsável pelo carreamento das rochas arenosas subjacentes e exposição das rochas ígneas básicas. Esse material após desmonte pode ser utilizado, principalmente, na produção de Britas.

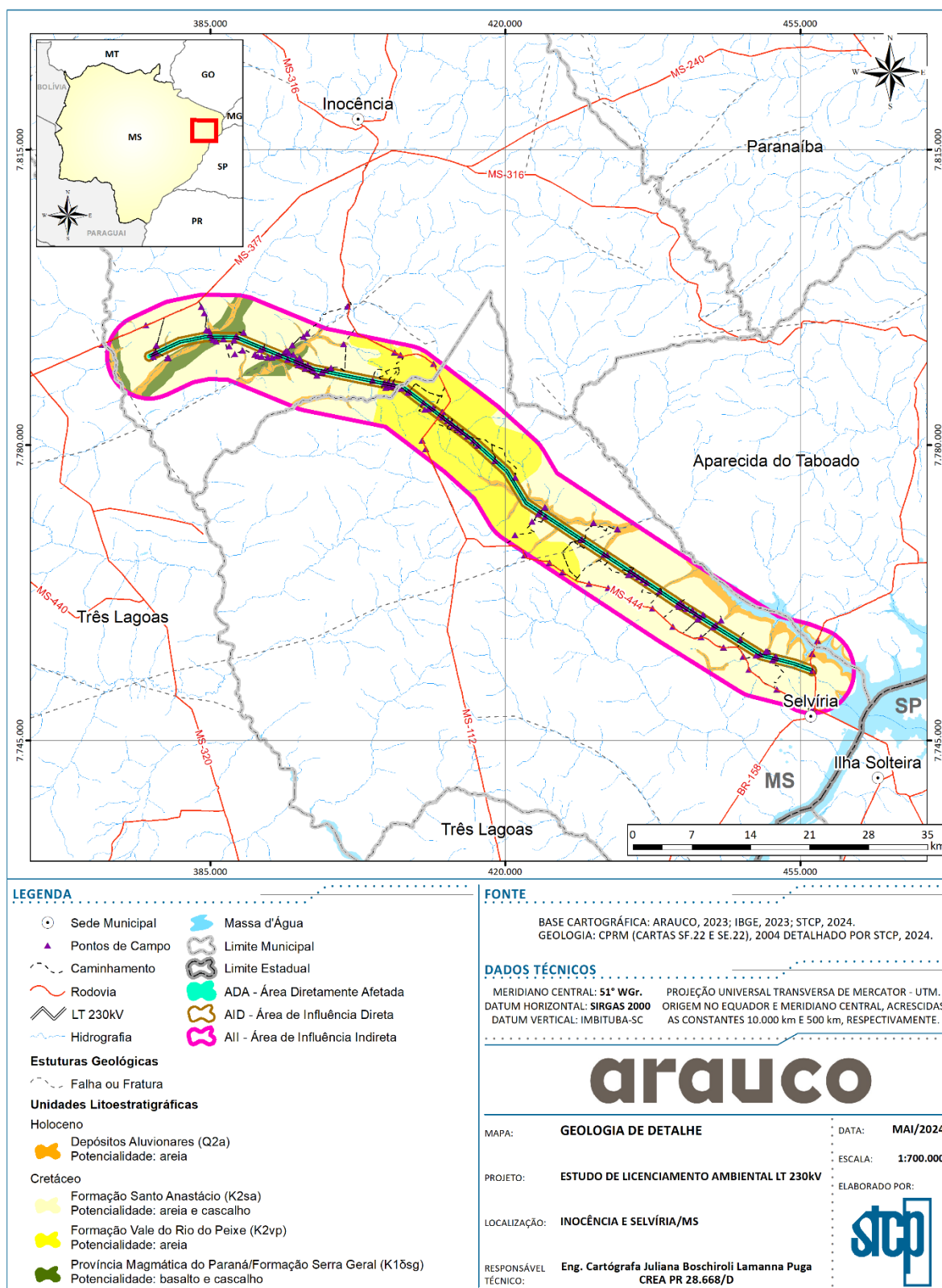
Segundo a ABNT, a brita corresponde a um agregado graúdo cujos fragmentos passam pela peneira de 152 mm e são retidos na peneira 4,8 mm. A brita é utilizada em diversos segmentos da construção civil, como, por exemplo: produção de concreto, pavimentação de estradas, lastro de ferrovias, etc.

1.1.3.2.3.7 Cascalho

O Cascalho representa o produto da alteração intempérica das rochas durante o processo de formação de solos. Corresponde ao início desse processo, uma vez que sua granulometria grossa e as características mantidas das rochas indicam um horizonte pedológico pouco evoluído.

O cascalho pode ser originado a partir de diversas rochas, porém, possui aproveitamento quando apresenta maior resistência mecânica, que possibilita o emprego na pavimentação de estradas vicinais e/ou preenchimento de fundações. Na região de interesse, os litotipos que possuem tais características são os derrames basálticos, bem como porções de rochas pelíticas e silicificadas das formações sedimentares.

Figura 22. Mapa de Geologia de Detalhe com potencialidades de ocorrência mineral.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

1.1.3.2.4 Considerações finais

A ocorrência de minerais de emprego imediato na construção civil é abundante na crosta terrestre, com uma gama diversificada de litologias que podem ser aproveitadas para esse fim. Por exemplo, a brita utilizada na construção civil pode ser obtida de rochas ígneas como basaltos e granitos, porém, também de rochas metamórficas de alto grau como gnaisses e migmatitos. Já a areia e a argila podem ser extraídas junto ao leito e margem de cursos hídricos (depósitos holocênicos de sedimentos inconsolidados), porém, também pelo desmonte de rochas como arenitos e argilitos. Essas características conferem a esses minerais um baixo valor agregado, que faz com que sejam buscadas jazidas o mais próximo possível das obras ou centros consumidores. Dessa forma, embora abundante na área de estudo, os minerais como Argila, Areia, Brita (Basalto) e Cascalho não apresentam um mercado consumidor consolidado, como um grande centro urbano próximo que demande uma elevada quantidade desses bens minerais para obras da construção civil.

1.1.4 Paleontologia

1.1.4.1 Objetivos

- Caracterizar, por meio de dados secundários, as formações geológicas incidentes nas áreas de influência com potencial de conteúdo fossilífero;
- Executar trabalhos de pesquisa para identificar possíveis ocorrências paleontológicas nas áreas de influência.

1.1.4.2 Metodologia

Inicialmente, foram identificados trabalhos de pesquisa paleontológicas já realizados para as unidades litoestratigráficas nas áreas de influência (artigos acadêmicos), de forma a determinar o potencial fossilífero de cada unidade e prever os fósseis passíveis de serem encontrados na região de interesse. Ainda durante essa etapa, foi consultado o banco de dados paleontológico disponibilizado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 2022). Os fósseis cadastrados no portal provêm de projetos executados pela CPRM, das coleções da ANM/Museu de Ciências da Terra e da UFRJ/Museu Nacional.

O trabalho de prospecção paleontológica em campo foi realizado em conjunto com o reconhecimento para levantamento de dados geológicos, geomorfológicos e pedológicos. Em todos os afloramentos rochosos identificados durante o trabalho de campo foi feita a inspeção visual para verificação da existência de microfósseis e macrofósseis. Para essa atividade foram utilizados equipamentos específicos, como, por exemplo, lupas de aumento, peneiras, pincéis, martelos, picaretas etc.

1.1.4.3 Resultados e Discussões

1.1.4.3.1 Geologia Regional e Paleontologia

De acordo com o diagnóstico geológico apresentado no presente estudo, as áreas de influência da LT de energia estão inseridas na Bacia Sedimentar do Paraná, mais especificamente na sequência cretácea denominada Bacia Sedimentar Bauru/Caiuá, abrangendo às formações Santo Anastácio e Vale do Rio do Peixe. Ocorrem ainda de forma isoladas porções dos derrames da Província Magmática

do Paraná (Formação Serra Geral), a qual tem origem ígnea e não tem potencial de conservação de restos biológicos (fósseis).

No que tange à paleontologia do Grupo Bauru/Caiuá são identificados na literatura importantes espécies aquáticas e terrestres, relevantes para reconstituição paleogeográfica. Os fósseis atribuídos ao Cretáceo Superior, como os da Bacia Bauru/Caiuá, são de grande relevância, pois registram uma fauna Neotropical basal (BRITO *et al.* 2006). Os grupos Bauru e Caiuá, em geral, são grandes unidades geológicas com potencial fossilífero, associada a uma fauna de dinossauros diversificada, como, por exemplo, de *Titanosauria* e *Abelisauridae* (CANDEIRO; MARINHO; OLIVEIRA, 2004).

O Grupo Bauru/Caiuá é composto por uma associação de várias unidades litoestratigráficas, formadas majoritariamente em condições semiáridas a desérticas. De uma forma geral, os grupos Bauru e Caiuá são unidades com potencial fossilífero, todavia, esse conteúdo foi reportado/identificado principalmente nas formações Marília e Vale do Rio do Peixe (também reconhecida na literatura como Adamantina) (CANDEIRO; MARINHO; OLIVEIRA, 2004).

A sedimentação da Formação Vale do Rio do Peixe ocorreu em condições que propiciavam ao desenvolvimento da vida em regiões específicas, evidenciado pela quantidade de fósseis já registrados nessa unidade. Segundo Soares *et al.* (1980), o ambiente de deposição desta formação foi fluvial meandrante, possuindo também no estado de São Paulo porções anastomosadas. Assim, observa-se que as condições ambientais da unidade podem ter sido as causas da diversidade de indivíduos registrados até o momento, pois a presença de água na deposição dessa formação ou em qualquer outra é o fator principal para organismos se desenvolverem.

Mezzalira e Arid (1980), destacam que a Formação Vale do Rio do Peixe é representada por uma considerável diversidade de fósseis, entre eles ostracodes, conchostráceos, bivalves, gastrópodes, peixes e répteis representados por quelônios, crocodilianos e dinossauros. Candeiro *et al.* (2006), relatam também a presença de peixes, tartarugas, anuros, mesoeucrocilianos, dinossauros, aves e mamíferos, que ocorrem nas formações Vale do Rio do Peixe e Formação Marília, ambas pertencentes ao Grupo Bauru.

A Tabela 9 apresenta um resumo com os principais fósseis reportados na Formação Vale do Rio do Peixe (Adamantina), com o nome da espécie, procedência, horizonte e idade atribuída.

Tabela 9. Principais fósseis reportados na Formação Vale do Rio do Peixe (Adamantina)

ESPÉCIE	PROCEDÊNCIA	HORIZONTE	IDADE
<i>Adamantisaurus mezzalirai</i> (Santucci e Bertini, 2006)	Flórida Paulista/SP	Formação Vale do Rio do Peixe	Turoniano-Santoni
<i>Gondwanatitan faustoi</i> (Kellner e Azevedo, 1999)	Álvares Machado/SP	Formações Vale do Rio do Peixe e Cambambe	Turoniano-Santoni
<i>Maxakalisaurus topai</i> (Kellner <i>et al.</i> , 2006)	Prata e Boa Vista/MG	Formação Vale do Rio do Peixe	Turoniano-Santoni
<i>Aelosaurus</i> (Powell, 2003)	Monte Alto/SP; Prata, Peirópolis e Uberaba/MG	Formações Vale do Rio do Peixe e Marília	Turoniano-Santoni e Maastrichtiano
<i>Antartictosaurus brasiliensis</i> (Arid e Vizzoto, 1971)	São José do Rio Preto/SP	Formação Vale do Rio do Peixe	Turoniano-Santoni

ESPÉCIE	PROCEDÊNCIA	HORIZONTE	IDADE
<i>Pycnonemosaurus nevesi</i> (Kellner e Campos, 2002)	Morro do Roncador/MT	Formação Vale do Rio do Peixe	Turoniano-Santoni

Fonte: Adaptado de Souza e Candeiro, 2012. Adaptado por STCP Engenharia de Projetos, 2024.

Já a Formação Santo Anastácio, também identificada nas áreas de influência, é associada a um ambiente mais “árido”, com presença de monótonas planícies desérticas, com acumulações arenosas em grandes complexos de dunas, com raras intercalações de depósitos de enxurradas de chuvas torrenciais. O predomínio desse ambiente pouco favorável à vida é constatado no baixo número de ocorrências fossilíferas na unidade.

Na pesquisa de trabalhos acadêmicos da presença de fósseis na Formação Santo Anastácio foi identificada apenas uma ocorrência, descrita por Fittipaldi *et al.* (1989) como “*Primeiro Registro de Animais Fósseis na Formação Santo Anastácio*”. O material caracterizado pelo autor corresponde ossos interpretados como partes espaciais de répteis, como “crocodilianos”. A presença desses animais de hábito semiaquático é, até certo ponto, compatível com as condições sugeridas para deposição da unidade litoestratigráfica, relacionadas, de acordo com vários pesquisadores, a um clima relativamente seco e com ocorrência de chuvas torrenciais esporádicas.

1.1.4.3.1.1 Ocorrências Fossilíferas Cadastradas/Conhecidas

Na consulta dos dados paleontológicos disponibilizados pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 2022), não há nenhuma ocorrência fóssil reconhecida na ADA, AID, All e entorno imediato. O registro mais próximo corresponde a um macrofóssil de “dente”, atribuído ao táxon *Theropoda*, o qual está localizado na Formação Vale do Rio do Peixe, no município de Pereira Barreto/SP, a cerca de 45 quilômetros a sudeste das áreas de influência.

Ao analisar as ocorrências de fósseis cadastradas nas unidades litoestratigráficas abrangidas pelas áreas de influência, formações Vale do Rio do Peixe, Santo Anastácio e Serra Geral (Província Magmática do Paraná), foram identificados registros apenas na primeira. Ao todo, estão cadastradas 86 ocorrências de fósseis na Formação Vale do Rio do Peixe no perímetro das cartas geológicas de Goiânia (SE.22) e Paranapanema (SF.22), as quais estão detalhadas na Tabela 10.

Considerando a área de ocorrência da Formação Vale do Rio do Peixe no perímetro analisado, estatisticamente, existe a probabilidade de encontrar uma fóssil a cada 145 mil de hectares. Dessa forma, embora essa formação seja reconhecida com elevado potencial fossilífero, a probabilidade de identificação de alguma espécie fóssil na ADA é muito pequena, tendo em vista a área de ocorrência da Formação Vale do Rio do Peixe de apenas 106 hectares. Esse valor estatístico deve ser avaliado com parcimônia, tendo em vista que existe um número ainda pequeno de trabalhos científicos na região, ou seja, devem existir outras ocorrências de fósseis que ainda não foram identificadas ou cadastradas por falta de pesquisas e que, conseqüentemente, mudariam o valor.

Tabela 10. Principais fósseis reportados na Formação Vale do Rio do Peixe (Adamantina)

REGISTRO	COORDENADAS UTM– 22S		MUNICÍPIO	TÁXON	MATERIAL
	E (m)	N (m)			
DNPM011409	431185	7567023	Santo Anastácio/SP	<i>Siluriformes</i>	Espinha pectoral
DNPM011411	431185	7567023	Santo Anastácio/SP	<i>Siluriformes</i>	Espinha dorsal
DNPM011415	431185	7567023	Santo Anastácio/SP	<i>Lipisosteus Cuminatoi</i>	Vertebra abdominal
DNPM011418	431185	7567023	Santo Anastácio/SP	<i>Osteoglossidae</i>	"Aquamule"
UFRJ000520	548713	7751562	Jales/SP	<i>Crocodylomorpha</i>	Fragmentos ósseos
CPRJ002333	566470	7717379	General Salgado/SP	<i>Armadillosuchus Arrudai</i>	Holótipo.
DNPM011849	448480	7539416	Pirapozinho/SP	-	Espinho dorsal
DNPM011852	448480	7539416	Pirapozinho/SP	<i>Lepisosteus Cominatoi</i>	Escama lateral
UFRJ000929	684197	7847641	Prata/MG	<i>Theropoda</i>	Dente
CPRJ000039	608727	7529250	Ocaçu/SP	-	Material osteológico
UFRJ000890	461478	7573306	Alfredo Marcondes/SP	<i>Crocodylomorpha</i>	Dente
UFRJ000892	461478	7573306	Alfredo Marcondes/SP	<i>Crocodylomorpha</i>	Dente
UFRJ000903	461477	7573398	Alfredo Marcondes/SP	<i>Crocodylomorpha</i>	Dente
UFRJ000875	461477	7573552	Alfredo Marcondes/SP	<i>Baurusuchidae</i>	Dente
DNPM011414	431185	7567023	Santo Anastácio/SP	<i>Lipisosteus Cuminatoi</i>	Dente isolado do queixo
UFRJ000529	548713	7751562	Jales/SP	<i>Crocodylomorpha</i>	Fragmentos ósseos
UFRJ000926	548713	7751562	Jales/SP	<i>Crocodylomorpha</i>	Dente
CPRJ001545	682065	7601497	Pirajuí/SP	<i>Peirosauridae</i>	Porção distal de ramo mandibular
CPRJ000015	449103	7559035	Álvares Machado/SP	-	Ovo fossilizado de tartaruga
CPRJ003149	449103	7559035	Álvares Machado/SP	-	Cascas de ovo fossilizadas
CPRJ001543	759802	7646833	Monte Alto/SP	<i>Theropoda</i>	Coroa completa
CPRJ002331	608418	7542415	Marília/SP	<i>Unenlagiidae</i>	Vértebra
UFRJ000873	461478	7573306	Alfredo Marcondes/SP	<i>Crocodylomorpha</i>	Dente
UFRJ000891	461478	7573306	Alfredo Marcondes/SP	<i>Crocodylomorpha</i>	Dente
UFRJ000902	461478	7573306	Alfredo Marcondes/SP	<i>Crocodylomorpha</i>	Dente
UFRJ000916	461478	7573306	Alfredo Marcondes/SP	<i>Theropoda</i>	Dente
UFRJ000910	483591	7718547	Pereira Barreto/SP	<i>Theropoda</i>	Dente
CPRJ000132	555501	7725811	General Salgado/SP	-	Esqueleto completo articulado
CPRJ001416	682525	7849657	Prata/MG	-	
UFRJ000928	684197	7847641	Prata/MG	<i>Theropoda</i>	Dente
CPRJ001547	682065	7601497	Pirajuí/SP	<i>Peirosauridae</i>	Porção distal de ramo mandibular
CPRJ001312	608526	7529037	Ocaçu/SP	<i>Mariliasuchus Amarali</i>	Crânio com mandíbula
UFRJ000888	461478	7573306	Alfredo Marcondes/SP	<i>Crocodylomorpha</i>	Dente
UFRJ000869	483701	7607872	Flórida Paulista/SP	<i>Sauropoda</i>	Dente
DNPM011412	431185	7567023	Santo Anastácio/SP	<i>Siluriformes</i>	Espinha dorsal

REGISTRO	COORDENADAS UTM– 22S		MUNICÍPIO	TÁXON	MATERIAL
	E (m)	N (m)			
UFRJ000516	548713	7751562	Jales/SP	<i>Crocodylomorpha</i>	Vertebras e fragmentos ósseos
UFRJ000517	548713	7751562	Jales/SP	<i>Dinosauria</i>	Fragmento de mandíbula com 2 dentes
DNPM011850	448480	7539416	Pirapozinho/SP	<i>Lepisosteus Cominato</i>	Osso faringeano
DNPM011853	448480	7539416	Pirapozinho/SP	<i>Lepisosteus Cominato</i>	Vertebra abdominal
DNPM011854	448480	7539416	Pirapozinho/SP	<i>Lepisosteus Cominato</i>	Vertebra abdominal
CPRJ001415	684225	7847579	Prata/MG	-	
CPRJ001546	682065	7601497	Pirajuí/SP	<i>Peirosauridae</i>	Porção distal de ramo mandibular
CPRJ000133	455397	7542697	Pirapozinho/SP	-	Partes de carapaça e plastrão de indivíduos diferentes
CPRJ000134	455397	7542697	Pirapozinho/SP	-	Partes de carapaça e plastrão de indivíduos diferentes
CPRJ001542	759802	7646833	Monte Alto/SP	<i>Theropoda</i>	Coroa fragmentada no ápice
UFRJ000521	526143	7782966	Santa Albertina/SP	<i>Crocodylomorpha</i>	Fragmentos ósseos
CPRJ001307	608526	7529037	Ocaçu/SP	<i>Mariliasuchus Amarali</i>	Restos craniais e pós craniais
UFRJ000912	461478	7573306	Alfredo Marcondes/SP	<i>Theropoda</i>	Dente
UFRJ000889	461257	7665541	Murutinga do Sul/SP	<i>Crocodylomorpha</i>	Dente
DNPM011407	431185	7567023	Santo Anastácio/SP	<i>Indeterminado</i>	Restos de peixes
DNPM011408	431185	7567023	Santo Anastácio/SP	<i>Indeterminado</i>	Restos de peixes
DNPM011413	431185	7567023	Santo Anastácio/SP	<i>Siluriformes</i>	Dente isolado do queixo
CPDG000533	555476	7726856	General Salgado/SP	<i>Baurusuchus Salgadoensis</i>	Broken bone
DNPM011847	448480	7539416	Pirapozinho/SP	-	Espinho peitoral
CPRJ001306	608526	7529037	Ocaçu/SP	<i>Mariliasuchus Amarali</i>	Restos craniais e pós craniais
CPRJ001308	608526	7529037	Ocaçu/SP	<i>Mariliasuchus Amarali</i>	Restos craniais e pós craniais
CPRJ000040	461478	7573306	Alfredo Marcondes/SP	-	Ossos, restos fragmentários
UFRJ000915	461478	7573306	Alfredo Marcondes/SP	<i>Theropoda</i>	Dente
DNPM011406	431185	7567023	Santo Anastácio/SP	<i>Indeterminado</i>	Restos de peixes
DNPM011416	431185	7567023	Santo Anastácio/SP	<i>Lipisosteus Cuminato</i>	Vertebra abdominal

REGISTRO	COORDENADAS UTM- 22S		MUNICÍPIO	TÁXON	MATERIAL
	E (m)	N (m)			
CPRJ000041	555501	7725811	General Salgado/SP	-	Esqueleto parcial, garras
CPRJ002334	566470	7717379	General Salgado/SP	<i>Armadillosuchus Arrudai</i>	Porção distal de úmero direito
CPRJ001414	684197	7847641	Prata/MG	-	
CPRJ000025	455368	7542881	Pirapozinho/SP	-	
CPRJ001309	608526	7529037	Ocaçu/SP	<i>Mariliasuchus Amarali</i>	Caniniforme isolado
UFRJ000904	461478	7573306	Alfredo Marcondes/SP	<i>Crocodylomorpha</i>	Dente
UFRJ000900	483701	7607872	Flórida Paulista/SP	<i>Baurusuchidae</i>	Dente
CPRJ002027	397368	7568315	Marabá Paulista/SP	<i>Asiatoceratodus Sp.</i>	Placa dentária inferior direita parcialmente preservada
DNPM011410	431185	7567023	Santo Anastácio/SP	<i>Siluriformes</i>	Fragmento espinha pectoral
DNPM011417	431185	7567023	Santo Anastácio/SP	<i>Neoceratodus</i>	Dente isolado
UFRJ000518	548713	7751562	Jales/SP	<i>Crocodylomorpha</i>	Fragmentos ósseos e dente
DNPM011848	448480	7539416	Pirapozinho/SP	-	Fragmento de espinha peitoral
DNPM011851	448480	7539416	Pirapozinho/SP	<i>Lepisosteus Cominatoi</i>	Dente isolado da mandíbula
DNPM011856	448480	7539416	Pirapozinho/SP	-	Escamula (fragmento de escama)
CPDG000422	685451	7847628	Prata/MG		Vértebra caudal
CPRJ001544	710409	7661201	Catanduva/SP	<i>Pepesuchus Deiseae</i>	Fragmentos do ramo mandibular esquerdo, ossos da metade posterior do crânio e uma costela
CPRJ001310	608526	7529037	Ocaçu/SP	<i>Mariliasuchus Amarali</i>	Molariforme isolado
CPRJ001311	608526	7529037	Ocaçu/SP	<i>Mariliasuchus Amarali</i>	Crânio parcial, sem mandíbula
UFRJ000898	461478	7573306	Alfredo Marcondes/SP	<i>Crocodylomorpha</i>	Dente
UFRJ000905	461478	7573306	Alfredo Marcondes/SP	<i>Crocodylomorpha</i>	Dente
DNPM011855	448480	7539416	Pirapozinho/SP	<i>Neoceratodus Sp</i>	Dente isolado
CPRJ000001	686373	8069007	Piracanjuba/GO	-	Vértebra caudal associada a seu respectivo arco hemal
CPRJ002029	608932	7542196	Marília/SP	<i>Mariliasuchus</i>	Partes de teto craniano com as órbitas, fragmentos de mandíbulas, dentes isolados, e

REGISTRO	COORDENADAS UTM– 22S		MUNICÍPIO	TÁXON	MATERIAL
	E (m)	N (m)			
					ossos do esqueleto axial e apendicular
UFRJ000876	461478	7573306	Alfredo Marcondes/SP	<i>Crocodylomorpha</i>	Dente
UFRJ000913	461478	7573306	Alfredo Marcondes/SP	<i>Theropoda</i>	Dente
UFRJ000901	483701	7607872	Flórida Paulista/SP	<i>Crocodylomorpha</i>	Dente

Fonte: Adaptado de CPRM, 2022.

1.1.4.3.1.2 Potencial Paleontológico das Unidades

A determinação do potencial paleontológico visa estabelecer os possíveis riscos ao patrimônio. O principal objetivo é determinar os locais mais suscetíveis para a ocorrência de fósseis, de forma a orientar as atividades subsequentes, principalmente durante a etapa de execução da obra. A inferência do potencial paleontológico para região de interesse foi executada para as unidades litoestratigráficas incidentes na ADA, formações Vale do Rio do Peixe, Santo Anastácio e Província Magmática do Paraná (Formação Serra Geral). Considerando as características litológicas, do ambiente de formação e ocorrências fósseis já conhecidas, descritas em outros itens do presente diagnóstico, as unidades foram classificadas em:

- Potencial Nulo: não há materiais com potencial para conservação de restos biológicos.
- Potencial Baixo: há materiais para conservação de restos biológicos, mas em condições desfavoráveis.
- Potencial Moderado: há materiais para conservação de restos biológicos, não ideais, mas com bom potencial para preservação.
- Potencial Alto: há materiais ideais para conservação de restos biológicos bem preservados ou fósseis foram identificados.

Nesse contexto, a Formação Vale do Rio do Peixe foi classificada como “Potencial Alto”, visto que: I- Foi formada em um ambiente deposicional propício à vida; II- É composta de litologias que possibilitam a preservação de espécies fósseis; III- Existem vários registros de ocorrências fossilíferas nessa unidade litoestratigráfica.

Já a Formação Santo Anastácio, também de origem sedimentar, foi classificada como “Potencial Baixo”, pois, embora haja ocorrência de materiais (litologias) para conservação de restos biológicos, as condições ambientais durante a deposição, áridas a semiáridas, eram pouco favoráveis à vida. Esse fato é reforçado pela ausência de registros paleontológicos, não sendo constatada nenhuma ocorrência no banco de dados da CPRM (2022) e apenas uma menção em trabalhos acadêmicos (Fittipaldi *et al.*, 1989).

Por fim, os derrames da Província Magmática do Paraná (Formação Serra Geral), de origem ígnea e associados aos processos de extravasamento magmático, são considerados como “Potencial Nulo”, visto que não há conservação de restos biológicos.

1.1.4.3.2 Diagnóstico Paleontológico em Campo

O diagnóstico paleontológico em campo foi executado juntamente com o mapeamento geológico de detalhe. Durante esse trabalho foi realizado o caminhamento por toda extensão das áreas de influência, com a identificação e descrição de afloramentos ou pontos de interesse. Ao todo, foram descritos 158 afloramentos, os quais estão resumidos na Figura 23, inserida no diagnóstico de “Geologia”.

Em todos os pontos levantados foi realizada uma descrição dos aspectos litológicos, pedológicos e estratigráficos, assim como uma investigação minuciosa da presença de espécies fósseis (Figura 23).

Durante o trabalho de campo foram descritos 92 afloramentos/pontos de controle na Formação Santo Anastácio, 40 na Formação Vale do Rio do Peixe e 7 na Província Magmática do Paraná (Formação Serra Geral), além de outros 18 em depósitos de sedimentos inconsolidados nas planícies de inundação dos cursos hídricos maiores.

Conforme detalhado no item “1.1.3.1.3.5 Geologia Local”, as unidades litoestratigráficas apresentam um elevado grau de alteração intempérica, com modificações consideráveis dos constituintes primários. Na maioria dos afloramentos descritos foi identificada a rocha muito alterada, já com atuação de processos pedogenéticos de formação de solos. Outra característica fisiográfica importante da região é o relevo pouco acidentado, o que reflete em poucas ocorrências de taludes naturais ou antrópicos com exposições rochosas. Essas características são comuns para todas as unidades litoestratigráficas mapeadas: Formação Vale do Rio do Peixe (Potencial Alto de ocorrência de fósseis), Formação Santo Anastácio (Potencial Baixo de ocorrência de fósseis) e Província Magmática do Paraná (Potencial Nulo de ocorrência de fósseis).

Considerando a baixa quantidade de afloramentos rochosos e o alto grau de alteração intempérica dos existentes, não foi identificada nenhuma ocorrência de espécies fósseis durante o levantamento de campo. Os fósseis embora compostos por partes “duras” de organismos, possuem menor resistência à ação intempérica do que constituintes minerais do grupo dos silicatos (principais formadores das rochas). Dessa forma, o reconhecimento de espécies em locais com elevado grau intemperismo, como ocorre na região de interesse, é muito difícil.

A Figura 24 até a Figura 28 mostram quadros com o registro fotográfico de parte dos afloramentos descritos. Nessas imagens é possível constatar o elevado grau de alteração intempérica das rochas que afloram na região de interesse, assim como o relevo plano com poucas ocorrências de afloramentos, a descrição completa desses pontos pode ser consultada na Tabela 10.

Cabe destacar que embora não identificada nenhuma ocorrência fóssil no diagnóstico superficial, o monitoramento deve ocorrer também durante a fase de execução das obras, em momentos em que ocorrerem trabalhos de movimentação de solo com a exposição de porções menos alteradas do substrato rochoso, com maior enfoque na Formação Vale do Rio do Peixe que é reconhecida na literatura pela ocorrência de fósseis. Todavia, é importante salientar que a execução desses trabalhos de escavação é restrita aos locais de implantação das torres (Praças das Torres) e não para todo o traçado da LT, ou seja, as áreas com potencial de impacto ao arcabouço paleontológico são pontuais e restritas.

Figura 23. Busca de espécies fósseis realizada durante os trabalhos de campo



A) Formação Santo Anastácio (P57)

Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.



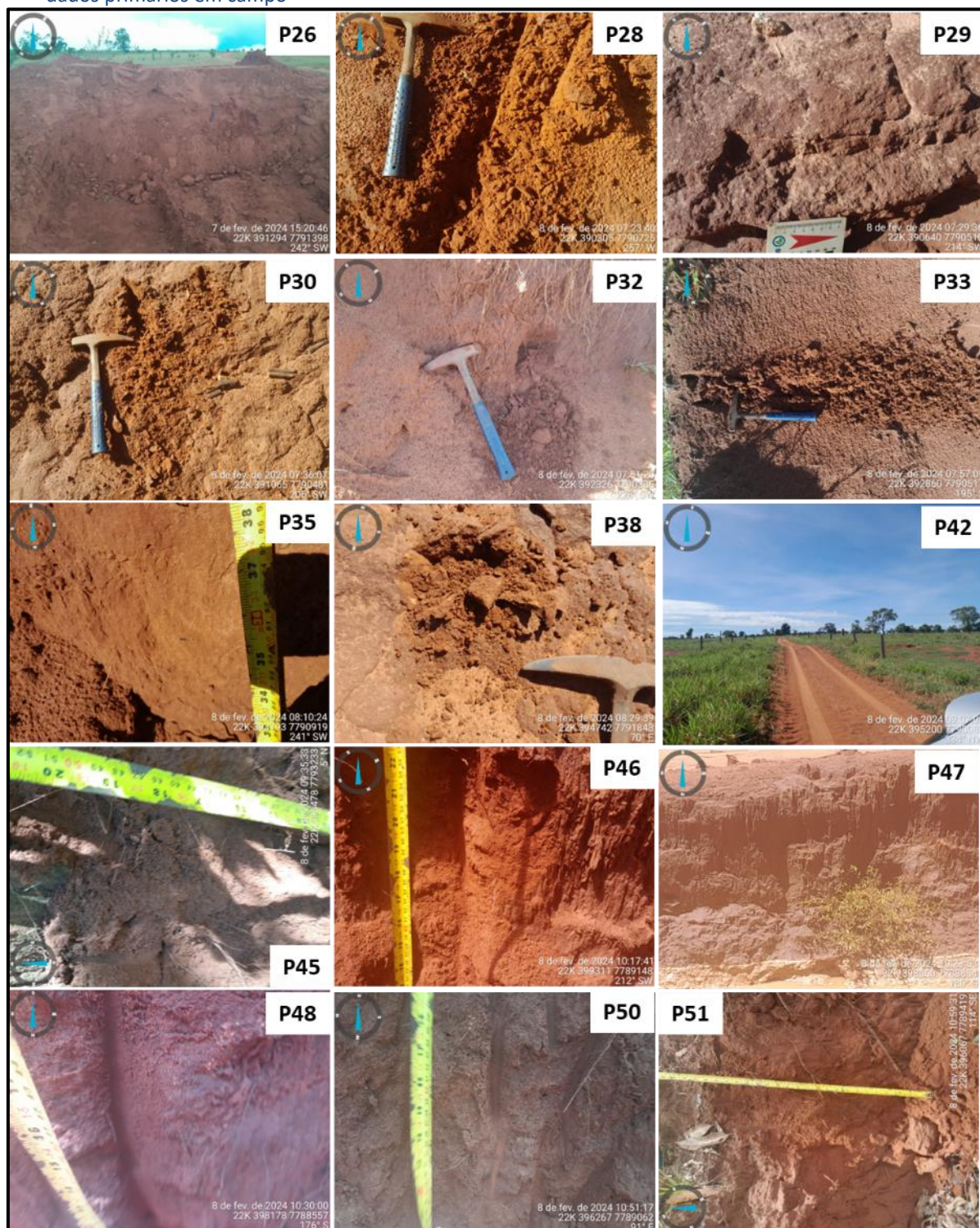
B) Formação Vale do Rio do Peixe (P82)

Figura 24. Registro fotográfico de parte dos afloramentos descritos durante o trabalho de levantamento de dados primários em campo



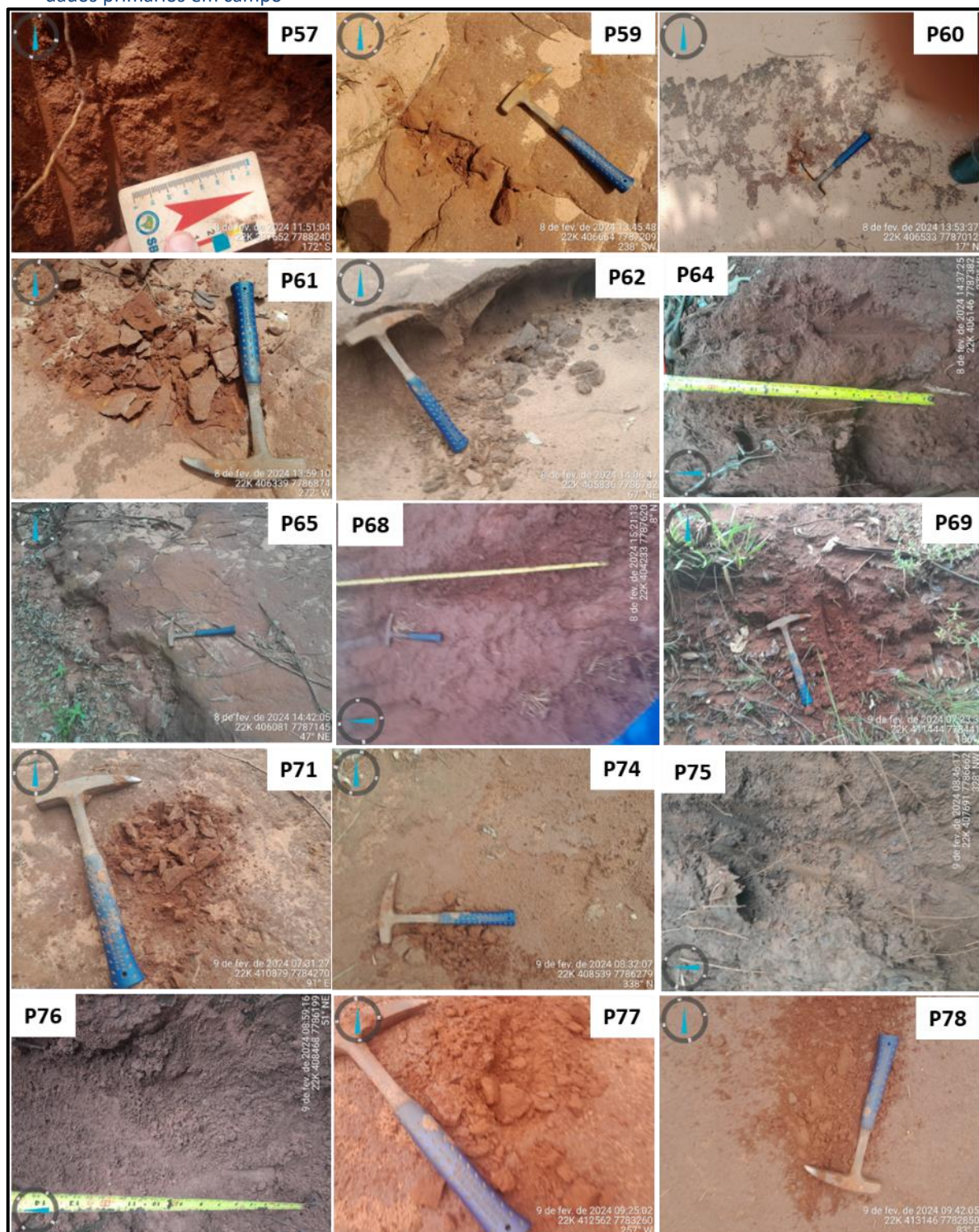
Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

Figura 25. Registro fotográfico de parte dos afloramentos descritos durante o trabalho de levantamento de dados primários em campo



Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

Figura 26. Registro fotográfico de parte dos afloramentos descritos durante o trabalho de levantamento de dados primários em campo



Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

Figura 27. Registro fotográfico de parte dos afloramentos descritos durante o trabalho de levantamento de dados primários em campo



Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

Figura 28. Registro fotográfico de parte dos afloramentos descritos durante o trabalho de levantamento de dados primários em campo



Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

1.1.5 Geomorfologia

A classificação hierárquica do relevo propõe que as formas são relacionadas e agrupadas de acordo com o grau de detalhamento da análise, sendo cada nível denominado como “táxon”. O Manual Técnico de Geomorfologia (IBGE, 2009), define quatro níveis taxonômicos, que são:

- 1º táxon: Domínios Morfoestruturais, que compreendem os maiores táxons de compartimentação do relevo, como, por exemplo, as Bacias Sedimentares, Cinturões Móveis, Crátons, etc. Ocorrem em escala regional e organizam as feições geomorfológicas segundo o arcabouço geológico marcado pela natureza das rochas e pela tectônica que atua sobre elas.
- 2º táxon: Regiões Geomorfológicas, que estão contidas na unidade morfoestrutural e são geradas pela ação climática ao longo do tempo geológico, como, por exemplo, os planaltos, depressões, serras, planícies e chapadas.
- 3º táxon: Unidades Geomorfológicas, que representam porções do terreno inclusas nas unidades morfoesculturais ou regiões geomorfológicas, correspondem a compartimentos diferenciados em uma mesma unidade, relacionados a processos morfoclimáticos específicos, com participações de eventos tectônicos ou diferenciações litoestratigráficas. As unidades são definidas como um arranjo de formas altimétrica e fisionomicamente semelhantes em seus diversos tipos de modelados.
- 4º táxon: Modelados, que são as formas de relevo individualizadas por apresentarem um padrão geométrico semelhante em função de uma gênese comum e dos processos morfogenéticos atuantes.

O presente tópico de caracterização do meio físico apresenta a compartimentação da região de interesse sob a perspectiva da classificação supracitada, partindo de uma análise regional (1º, 2º e 3º táxon) até uma de maior detalhe (4º táxon).

1.1.5.1 Objetivos

- Situar as áreas de influência em relação ao contexto geomorfológico predominante (caracterização geomorfológica), bem como apresentar as características de relevo para área de estudo, com detalhamento e descrição dos dados altimétricos, de declividade e compartimentação do terreno.

1.1.5.2 Metodologia

A metodologia utilizada para caracterização da geomorfologia da área de interesse foi desenvolvida em três etapas, as quais serão descritas a seguir:

1.1.5.2.1 Levantamento de Dados Regionais

Para a caracterização e o detalhamento das unidades geomorfológicas da área de estudo foi realizado, inicialmente, o levantamento de dados secundários a partir de pesquisas científicas e dos bancos de dados disponibilizados pelos órgãos federais e estaduais.

Como fonte de dados regionais foi consultado e utilizado o Mapa Geomorfológico do Estado de Mato Grosso do Sul, na escala 1:250.000, desenvolvido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas e disponibilizado a partir do portal Banco de Informações Ambientais (IBGE/BDia, 2021).

1.1.5.2.2 Análise Interpretativa de Imagens de Satélite

Para obtenção de dados altimétricos foram utilizadas imagens SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), através do portal TOPODATA. Por meio do tratamento e manipulação dessas imagens foram obtidas as curvas topográficas, o Modelo Digital de terreno (MDT), mapa de declividade e hipsométrico.

De forma complementar, foram utilizadas imagens de satélites disponibilizadas no *software Google Earth Pro* para auxílio do traçado da compartimentação do terreno em escala de detalhe.

1.1.5.2.3 Levantamentos de Dados de Pesquisa em Escala de Detalhe

Para detalhamento das unidades de relevo que compõem as áreas de influência, foi realizado o reconhecimento em campo através do caminhamento pela área de estudo. Durante essa etapa foi realizado o registro das características fisiográficas das principais feições geomorfológicas, como, por exemplo: elevações, vales, encostas, áreas planas, drenagens, etc.

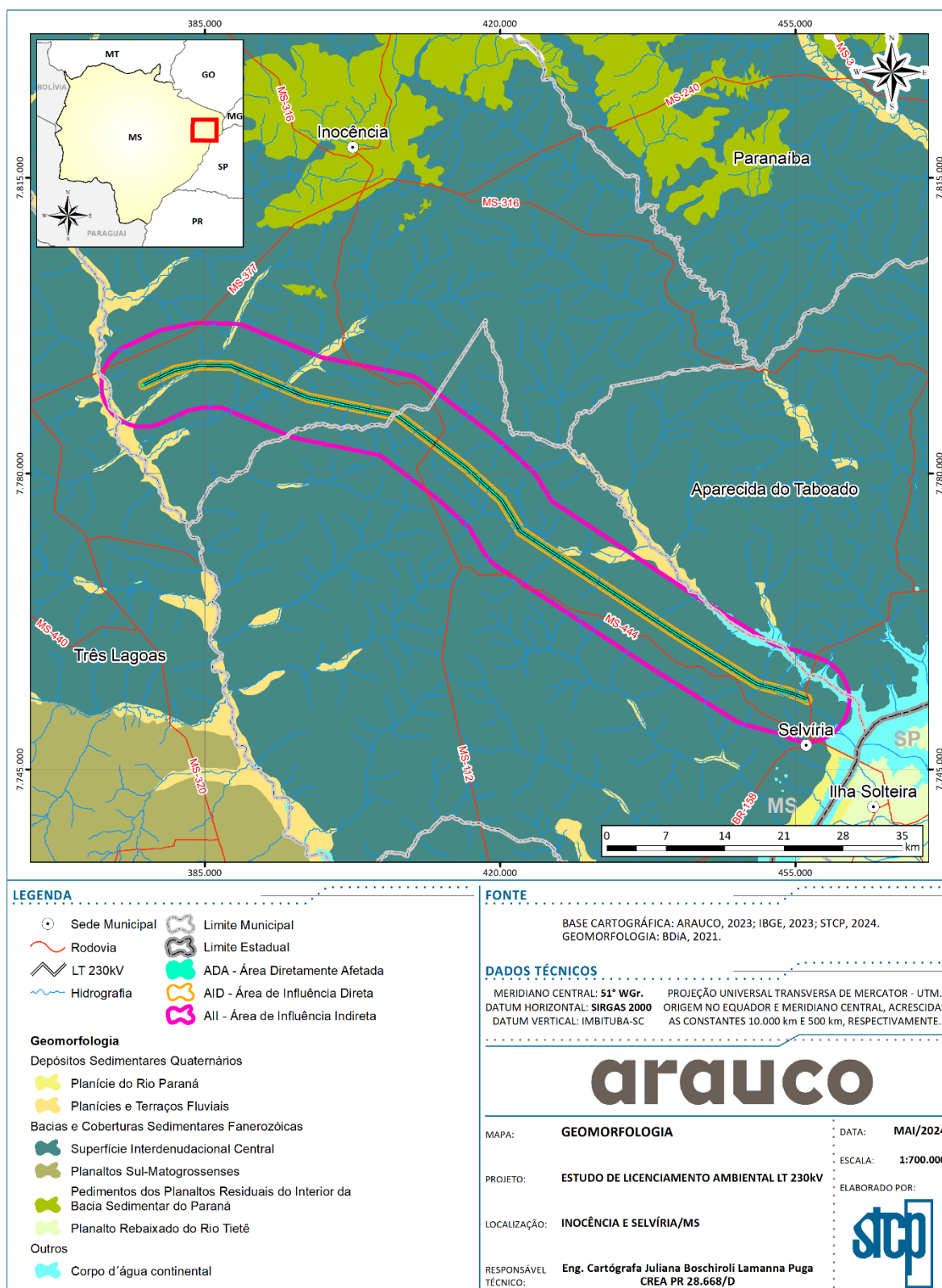
O reconhecimento foi realizado através do método de varredura, com registro fotográfico e posicional (aparelho GPS portátil de precisão métrica).

1.1.5.3 Resultados e Discussões

1.1.5.3.1 Geomorfologia Regional

Segundo o Mapa Geomorfológico do Estado de Mato Grosso do Sul, desenvolvido pelo IBGE/BDia (2021), a área de estudo está inserida no domínio das “Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozóicas”, pertencente à região “Superfícies Interdenudacionais da Bacia Sedimentar do Paraná”, mais especificamente na unidade geomorfológica denominada “Superfície Interdenudacional Central”. Localmente, apenas na AID e AII, são identificadas porções da unidade “Planícies e Terraços Fluviais”, pertencente ao domínio “Depósitos Sedimentares Quaternários” e a região “Formas Agradacionais Atuais e Subatuais Interioranas”. A Tabela 11 apresenta um resumo da abrangência das unidades supracitadas na área de influência, a disposição geográfica das mesmas pode ser observada na Figura 29.

Figura 29. Mapa geomorfológico regional



Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

Tabela 11. Unidades geomorfológicas incidentes nas áreas de influência da LT

DOMÍNIO GEOMORFO-LÓGICO	REGIÃO GEOMORFOLÓGICA	UNIDADE GEOMORFO-LÓGICA	ADA		AID		AII	
			ha	%	ha	%	ha	%
Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozóicas	Superfícies Interdenudacionais da Bacia Sedimentar do Paraná	Superfície Interdenudacional Central	456,8	100	9.200,8	99,9	93.961,6	94,8
Depósitos Sedimentares Quaternários	Formas Agradacionais Atuais e Subatuais	Planícies e Terraços Fluviais	-	-	8,7	0,1	2.585,3	2,6
Massa d'Água			-	-	-	-	2.571,7	2,6
Total			456,8	100	9.209,5	100	99.118,6	100

Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

As Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozóicas são unidades da paisagem formadas por planaltos e chapadas desenvolvidos sobre rochas sedimentares horizontais a sub-horizontais, eventualmente dobradas e/ou falhadas, em ambientes de sedimentação diversos, dispostos nas margens continentais e/ou no interior do continente (IBGE, 2009). No caso concreto da área de estudo, a unidade corresponde às rochas sedimentares clásticas dos Grupos Bauru e Caiuá, bem como as rochas ígneas básicas da Província Magmática do Paraná (Formação Serra Geral), todas pertencentes à Bacia Sedimentar Paraná.

A unidade geomorfológica Superfície Interdenudacional Central designa compartimentos de relevo rebaixados que ocupam a porção central da Bacia Sedimentar do Paraná, modelados, principalmente, nos arenitos cretáceos do grupo Bauru. Corresponde a uma unidade extensa, caracterizada pelo índice de dissecação baixo, com topos tabulares e extensos interflúvios aplanados. Os principais cursos hídricos existentes na unidade apresentam escoamento paralelo, de noroeste para sudeste em direção ao eixo da bacia sedimentar (IBGE, 2021).

O domínio Depósitos Sedimentares Quaternários, que completa a geomorfologia local, é representado por planícies e terraços de baixa declividade (IBGE, 2009), que possuem a sua gênese associada às planícies aluvionares de cursos hídricos maiores. São unidades do relevo regulares, resultantes de processos de acumulação, ou seja, da deposição de sedimentos associados ao transporte fluvial. Na área de estudo, esse domínio é representado pela unidade geomorfológica Planícies e Terraços Fluviais, que está localizada junto aos rios Sucuriú, São Mateus, São Pedro e Pântano, além do Ribeirão Beltrão.

As planícies de inundação (ou planícies aluviais) correspondem a uma faixa de terra relativamente plana que bordejia um rio e que é inundada periodicamente com a elevação do nível da água. Nesse sentido, a morfologia das planícies de inundação está intimamente ligada com a forma e o comportamento dos canais fluviais que as formam. A planície de inundação é formada a partir de uma combinação de processos de sedimentação dentro do canal e nas margens (BARROS, 2012).

As planícies de inundação típicas apresentam uma ampla variedade de feições (canais fluviais ativos e abandonados, lagos de meandros abandonados, barras de pontal, diques naturais, entre outras). No entanto, a maioria dessas feições está presente apenas na planície de grandes rios, configurando um

modelo clássico. Já em pequenos rios muitas dessas formas dificilmente são distinguidas, pois os depósitos da planície estão sujeitos a rápida remoção e alteração (BARROS, 2012).

Os terraços fluviais são planícies aluviais abandonadas ao longo do processo natural de evolução do curso hídrico. Topograficamente um terraço fluvial se compõe de duas partes: I- Uma superfície plana que representa a planície original; e II- Uma escarpa que é o declive que conecta a superfície do terraço a qualquer outra superfície inferior no vale (BARROS, 2012).

A presença de um terraço pressupõe que alguma mudança significativa deve ter ocorrido entre as condições predominantes durante a formação da superfície original e aquelas que produziram a escarpa. Dessa forma, consideram-se os terraços como registros dois períodos distintos: um estável e outro de mudanças no sistema fluvial (BARROS, 2012).

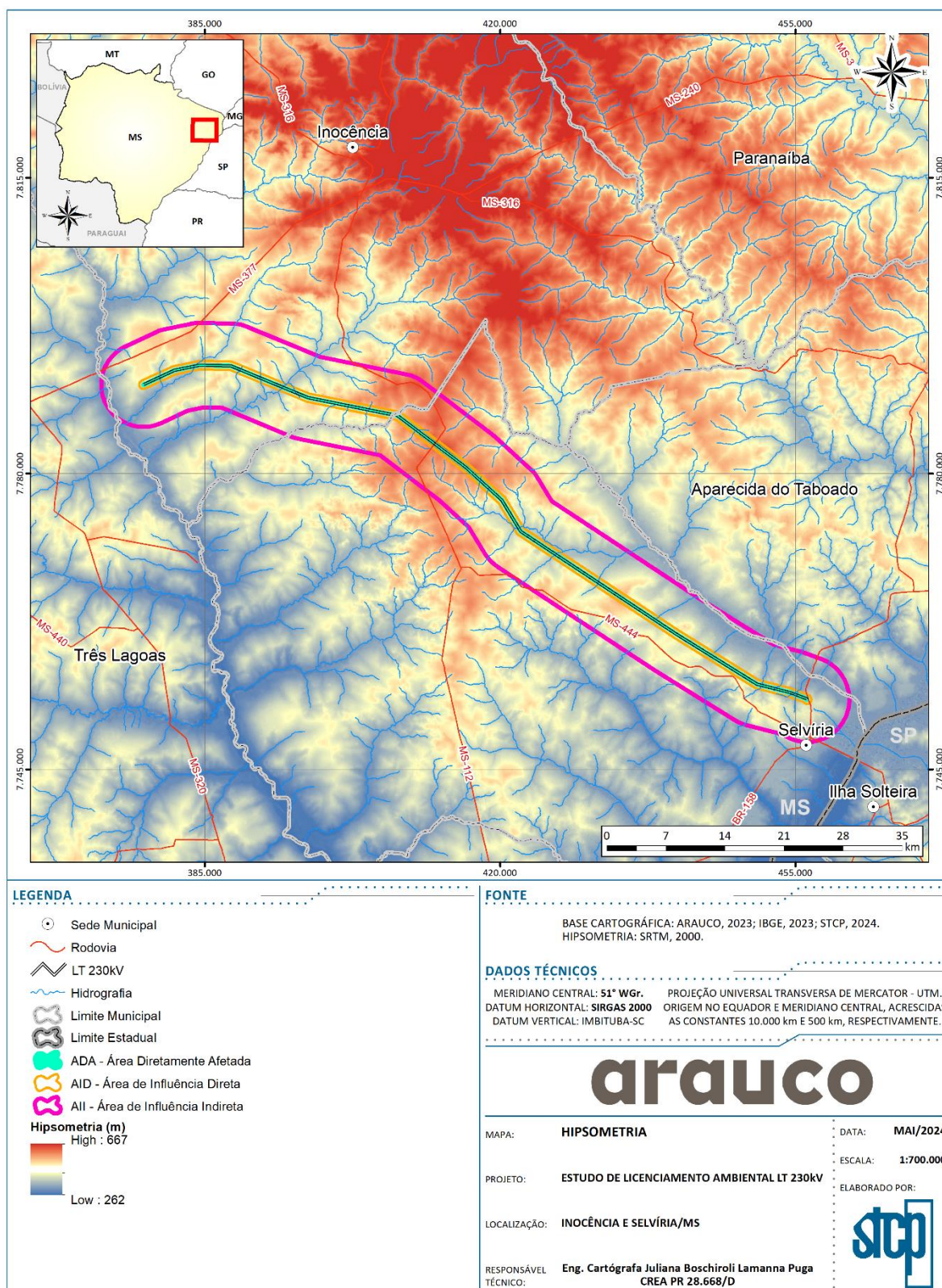
1.1.5.3.2 Caracterização Geomorfológica Local

1.1.5.3.2.1 Hipsometria (Altitude do Terreno)

A caracterização altimétrica da área de estudo foi realizada através da elaboração do Mapa Hipsométrico (Figura 30), utilizando dados de imagens SRTM. Conforme é possível observar nesse documento, as cotas no interior da ADA, AID e AI variam de 262 a 676 metros, ou seja, uma amplitude altimétrica de cerca de 400 metros em um trajeto com mais de 91 quilômetros de extensão. Esses dados representam um gradiente topográfico inferior a 0,5%, que caracteriza uma região plana e sem variações altimétricas bruscas.

Os valores de cotas altimétricas maiores estão situados na elevação existente na porção central do traçado, junto ao local de cruzamento com a rodovia MS-112. Essa feição, que possui uma orientação geral norte-sul, atua como um divisor de águas regional, com o direcionamento dos cursos hídricos para leste e oeste. Já as cotas altimétricas com valores menores estão localizadas nos extremos nordeste e sudeste, junto aos cursos de drenagens dos Rios Paraná e Sucuriú.

Figura 30. Mapa hipsométrico



Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

1.1.5.3.2.2 Declividade

As áreas de influência do empreendimento são caracterizadas por um relevo pouco acidentado. Essa característica é evidenciada também no Mapa de Declividade do Terreno elaborado para região de interesse (Tabela 12 e Figura 31). No interior dos limites da ADA, AID e AII mais de 98% do terreno é classificado como Plano a Suave Ondulado (declividade entre 0 e 8%). De acordo com o IBGE (2009), esses intervalos representam superfícies horizontais, com poucos declives suaves e constituída, ocasionalmente, por colinas (até 50 metros) e outeiros (50 a 100 metros).

O restante das áreas de influência é composto por terrenos classificados, majoritariamente, como ondulado (declividade entre 8 e 20%). No caso concreto da região em análise, essas porções do terreno correspondem a pequenas encostas dos vales dos corpos hídricos existentes.

Tabela 12. Caracterização da declividade na ADA, AID e AII

DECLIVIDADE	ADA		AID		AII	
	ha	%	ha	%	ha	%
0,0 a 3,0% - Plano	201,5	44,1	4.141,5	45,0	47.991,8	48,4
3,0 a 8,0% - Suave Ondulado	252,4	55,3	4.986,9	54,1	49.460,2	49,9
8,0 a 20,0% - Ondulado	2,9	0,6	81,1	0,9	1.664,2	1,7
20,0 a 45,0% - Fortemente Ondulado	-	-	-	-	2,4	0,1
45,0 a 75,0% - Montanhoso	-	-	-	-	-	-
>75,0% - Escarpado	-	-	-	-	-	-
Total	456,8	100	9.209,5	100	99.118,6	100

Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

Figura 31. Mapa de declividade do terreno



Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

1.1.5.3.2.3 Compartimentação do Terreno/Relevo

A compartimentação do terreno em unidades morfológicas consiste no agrupamento de regiões com gênese e/ou com atuação de processos modificadores do relevo semelhantes, agrupando áreas com características morfométricas descritivas similares. A partir da integração de dados bibliográficos, descrições de campo, imagens de satélite e de outros dados fisiográficos (geologia, pedologia, hidrologia etc) foi identificada e caracterizada a seguinte compartimentação do relevo para a região de interesse:

I- Relevo de Degradação: Planalto Residual da Bacia Sedimentar do Paraná;

II- Relevo de Agradação: Planícies Aluvionares dos Cursos Hídricos.

1.1.5.3.2.3.1 Relevo de Degradação: Planalto Residual da Bacia Sedimentar do Paraná

Essa unidade ocupa a maior parte da ADA, AID e AII, em toda região onde afloram os arenitos das formações Vale do Rio do Peixe e Santo Anastácio, assim como as rochas ígneas básicas da Província Magmática do Paraná (Formação Serra Geral), ou seja, toda região da Bacia Sedimentar do Paraná. A unidade morfológica de “Planalto Residual” é caracterizada por um relevo pouco dissecado, composto por extensas áreas planas intercaladas por vales pouco profundos.

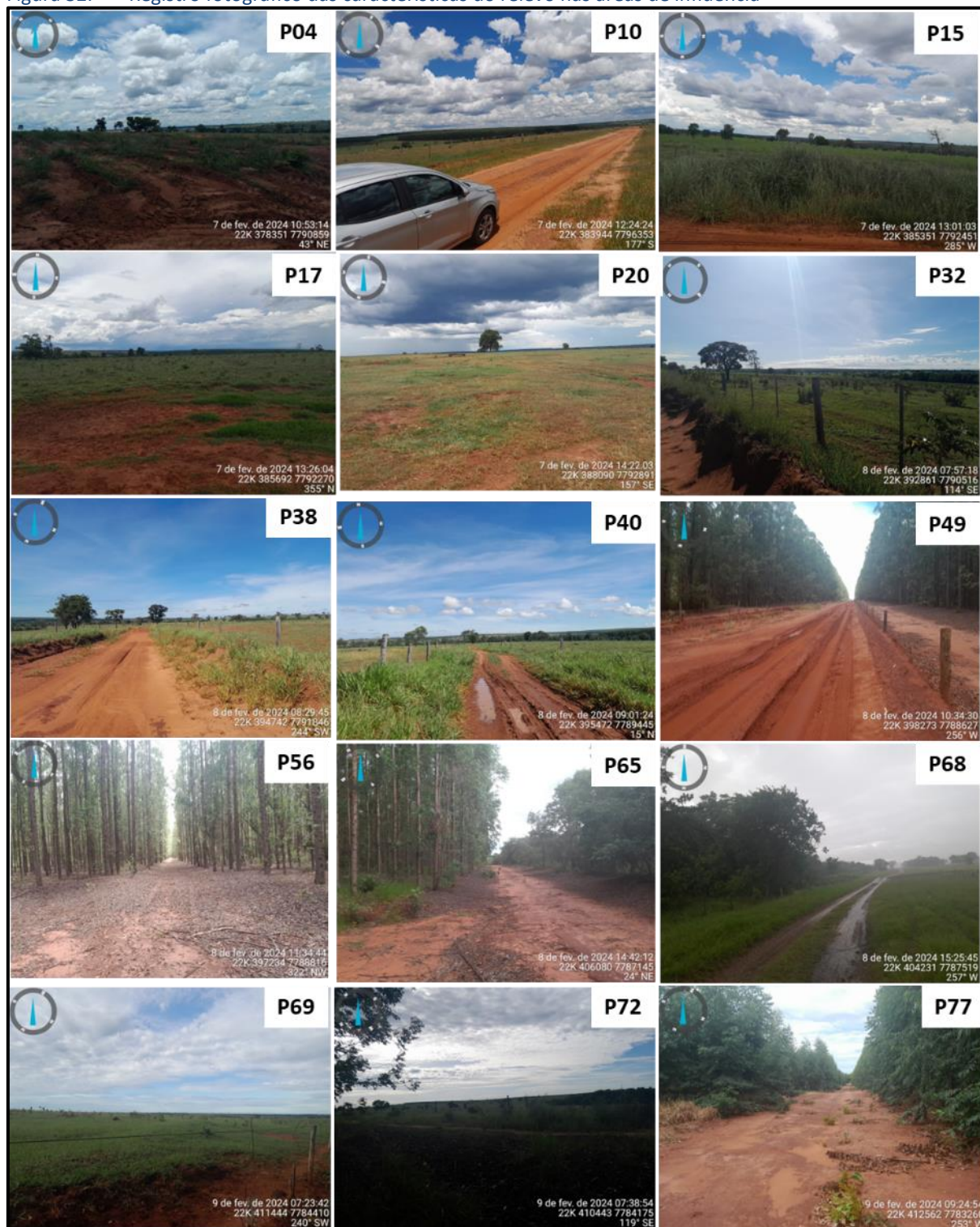
Devido à homogeneidade litológica, a região apresenta um relevo plano e sem variações bruscas da morfologia. Ao analisar as áreas de influência é possível identificar apenas uma pequena elevação na porção central, onde está localizada a Formação Vale do Rio do Peixe, que migra lateralmente para leste e oeste para terrenos mais planos. Cabe destacar que essa feição não pode ser verificada em campo, devido ao baixo gradiente topográfico, sendo identificada apenas nos mapas de hipsometria e relevo sombreado. As poucas elevações existentes na região de interesse são pequenas, com topos arredondados e planos, limitados por vertentes suaves.

Os vales de drenagens existentes nessa unidade são em “U”, abertos e pouco marcados na topografia. A Figura 32 e Figura 33 apresentam quadros com registro fotográfico das características do relevo nas áreas de influência, a caracterização geomorfológica de cada ponto descrito pode ser consultada no Apêndice 1.

1.1.5.3.2.3.2 Relevo de Agradação: Planícies Aluvionares dos Cursos Hídricos

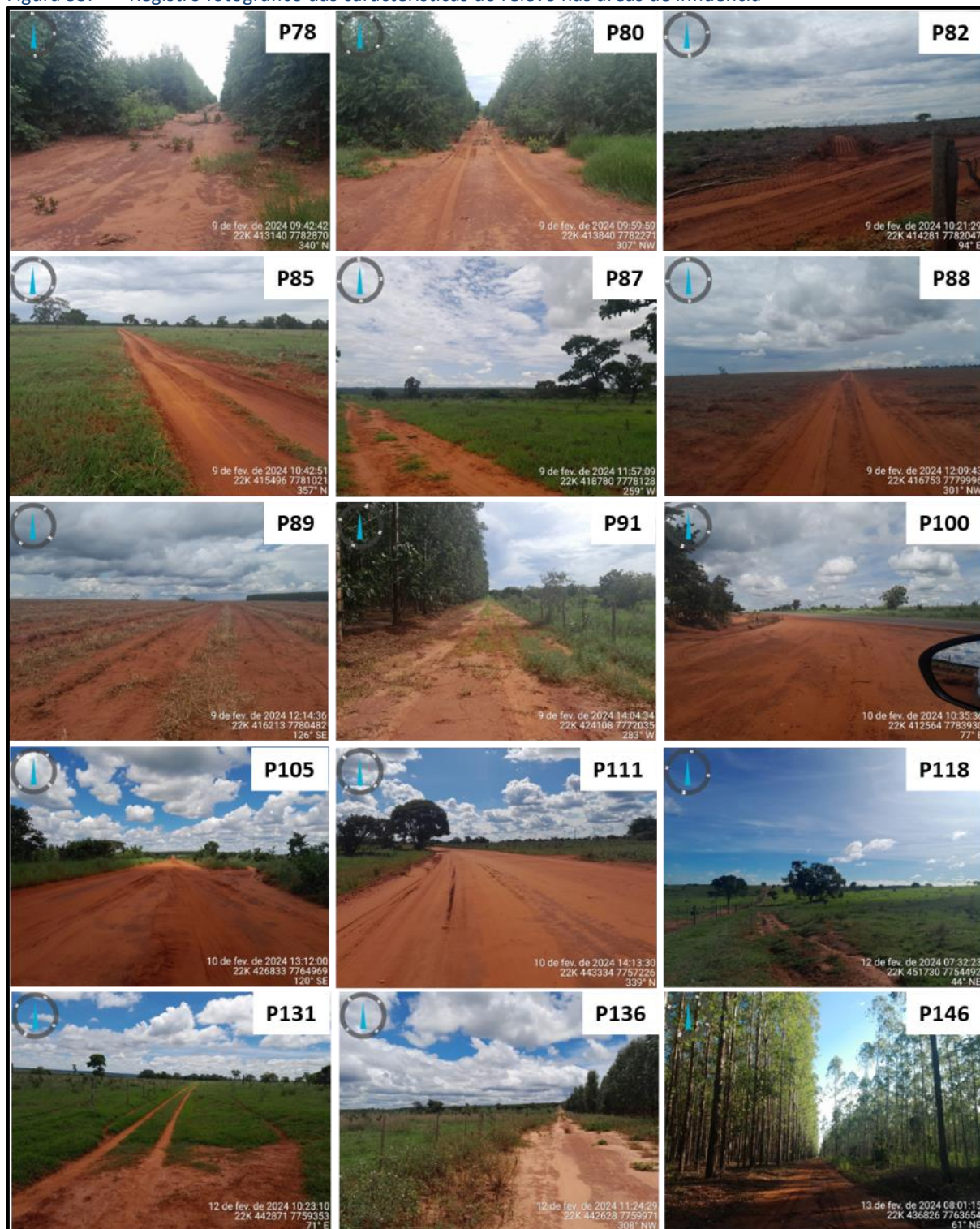
Essa unidade geomorfológica está localizada junto aos cursos hídricos maiores que drenam a área de estudo: Ribeirão Beltrão, rios Sucuriú, São Mateus e São Pedro. São formadas em regiões topográficas baixas onde a redução da energia do fluxo hídrico possibilita a deposição dos sedimentos. É caracterizada como um terreno plano e fragmentado em: I- Leito do curso hídrico, onde ocorre o escoamento atual; e II- Área de várzea, periodicamente inundada.

Figura 32. Registro fotográfico das características do relevo nas áreas de influência



Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

Figura 33. Registro fotográfico das características do relevo nas áreas de influência



Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

1.1.6 Pedologia

A pedologia é a ciência da gênese, morfologia e classificação dos solos. Essa ciência busca a compreensão da interação entre os fatores e processos de formação de solo e sua influência nos atributos morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos do mesmo, além da sua classificação taxonômica (Pereira *et al.*, 2019).

Os documentos *Soil taxonomy* (1975) e *Soil survey manual* (1984) definem solo como:

“Solo é a coletividade de indivíduos naturais, na superfície da terra, eventualmente modificado ou mesmo construído pelo homem, contendo matéria orgânica viva e servindo ou sendo capaz de servir à sustentação de plantas ao ar livre. Em sua parte superior, limita-se com o ar atmosférico ou águas rasas. Lateralmente, limita-se gradualmente com rocha consolidada ou parcialmente desintegrada, água profunda ou gelo. O limite inferior é talvez o mais difícil de definir. Mas, o que é reconhecido como solo deve excluir o material que mostre pouco efeito das interações de clima, organismos, material originário e relevo, através do tempo.”

O solo é resultado da ação combinada de cinco fatores, a saber: material de origem (rocha), clima, relevo, organismos (vegetais e animais) e tempo. O material de origem é a rocha matriz, sua composição mineralógica/química e o estado original de fraturamento exercem influência nas características do solo. Já o clima exerce influência na formação de solos por meio, principalmente, da precipitação e da temperatura. O relevo interfere na dinâmica da água e nos processos de erosão e sedimentação. Os organismos interferem no microclima, acúmulo de matéria orgânica, estrutura/porosidade do solo e nos processos de erosão e sedimentação. O tempo é um fator passivo, sem adição de itens materiais, apenas significa que é necessário um determinado tempo para formação de solos.

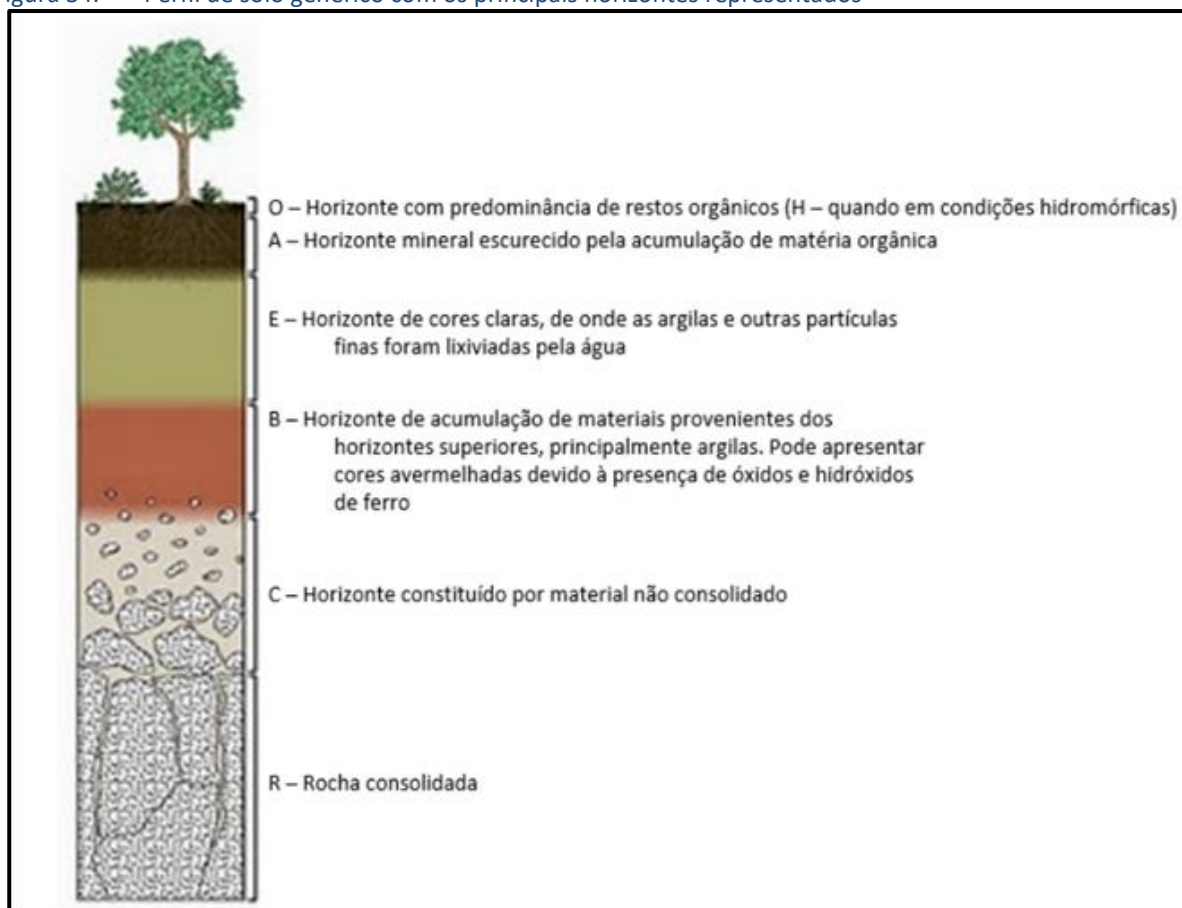
Os processos pedogenéticos são reações ou mecanismos de caráter químico, físico e biológico que produzem no interior do solo zonas características correlacionadas aos fatores de formação citados anteriormente. Estes processos resultam na composição dos horizontes ou camadas particulares a cada situação ambiental. Vale destacar que a formação do solo não ocorre com um processo pedogenético isolado, mas há uma predominância de pelo menos um deles. Os processos são caracterizados como adição, remoção ou perda, translocação e transformação, sendo definidos por Braz (2019) como:

- Adição: compreende qualquer contribuição externa ao perfil do solo, trazida pela chuva, ar ou pela vegetação. É um acréscimo vertical descendente (iluviação) e lateral de soluções provenientes de outros solos. Também pode ser vertical ascendente a partir do lençol freático e por evapotranspiração.
- Remoção ou perda: ocorre quando a precipitação é maior que a evapotranspiração e os materiais do solo são levados para baixo ou para fora dele. O agente principal é a água e os processos são denominados de lixiviação ou eluviação.
- Translocação: caracteriza-se pelo movimento de materiais de um ponto para o outro dentro do perfil do solo, produzindo acumulação e modificações visíveis da distribuição desses materiais no perfil.

- Transformação: são processos que compreendem a transformação física, química ou biológica dos constituintes do solo, envolvendo síntese e decomposição.

Braz (2019), define perfil do solo como uma seção vertical da superfície até a rocha. O perfil pode ser constituído por diversos horizontes do solo, ou seja, as diferentes camadas que o constituem e são formadas pelos processos pedogenéticos. A Figura 34 mostra um perfil esquemático do solo. Cabe destacar que nem sempre o perfil será formado por todos os horizontes representados nessa seção esquemática, dependendo dos fatores de formação já mencionados.

Figura 34. Perfil de solo genérico com os principais horizontes representados



Fonte: Braz, 2019.

No presente diagnóstico serão utilizados os preceitos e definições da pedologia indicados anteriormente para classificar e caracterizar os diferentes tipos de solos existentes nas áreas de influência.

1.1.6.1 Objetivos

Caracterizar os aspectos pedológicos regionais e locais nos quais as áreas de influência do empreendimento estão inseridas, com detalhamento dos diferentes tipos e classes de solo. De forma complementar, é feita uma análise da aptidão agrícola e de capacidade de uso agropecuário das classes de solo identificadas na região de interesse.

1.1.6.2 Metodologia

A metodologia utilizada para caracterização pedológica da área de interesse foi desenvolvida em duas etapas, as quais serão descritas a seguir:

1.1.6.2.1 Levantamento de Dados Regionais

Constituiu-se na pesquisa de estudos e mapeamentos pedológicos já realizados para área de interesse. Também foram identificados e consultados relatórios técnicos e artigos acadêmicos disponíveis para inferência das características físicas, químicas, de aptidão agrícola e pecuária para cada classe de solo identificada.

Como fonte de dados regionais, destaca-se:

- Mapa Pedológico Regional em escala 1:250.000, o qual foi desenvolvido pelo IBGE/BDia (2021) e apresenta a compartimentação dos solos na área de interesse;
- Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, elaborado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2018) e que apresenta uma síntese das características das classes e subclasses de solos;
- Mapa de Aptidão Agrícola das Terras para o Estado de Mato Grosso do Sul, produzido pela Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral (SEPLAN/MS, 1988), que apresenta uma classificação de aptidão para atividade agricultura para cada classe de solo identificada no estado;
- Mapa de Erodibilidade dos Solos à Erosão Hídrica do Brasil, elaborado pela EMBRAPA (2020), com análise da susceptibilidade à erosão das diferentes classes de solos identificadas na área de estudo.

1.1.6.2.2 Levantamentos de Dados em Campo

Durante o trabalho de campo foram identificados e registrados perfis de exposição dos diferentes tipos de solos que ocorrem ao longo das áreas de influência. A descrição pedogenética seguiu as recomendações do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), com uma inspeção tátil-visual de suas características. Nos perfis identificados foram descritas as seguintes características dos solos: texturas, estruturas, composição e espessura dos horizontes expostos, condições intempéricas, umidade etc. A campanha de campo foi registrada com o auxílio de um aparelho GPS portátil de precisão métrica e câmera fotográfica.

Ainda em campo foi feita uma verificação das porções da ADA com atividades agrícolas e/ou agropecuárias que serão impactadas pela implantação da LT.

1.1.6.3 Resultados e Discussões

1.1.6.3.1 Mapeamento das Classes de Solo

A compartimentação dos solos nas áreas de influência, de acordo com o mapa pedológico regional elaborado pelo IBGE/BDia (2021), inclui os seguintes tipos: I- Latossolo Vermelho Distrófico e Distroférrico; II- Argissolo Vermelho e Vermelho-Amarelo Distrófico; III- Gleissolo Háptico Tb Distrófico;

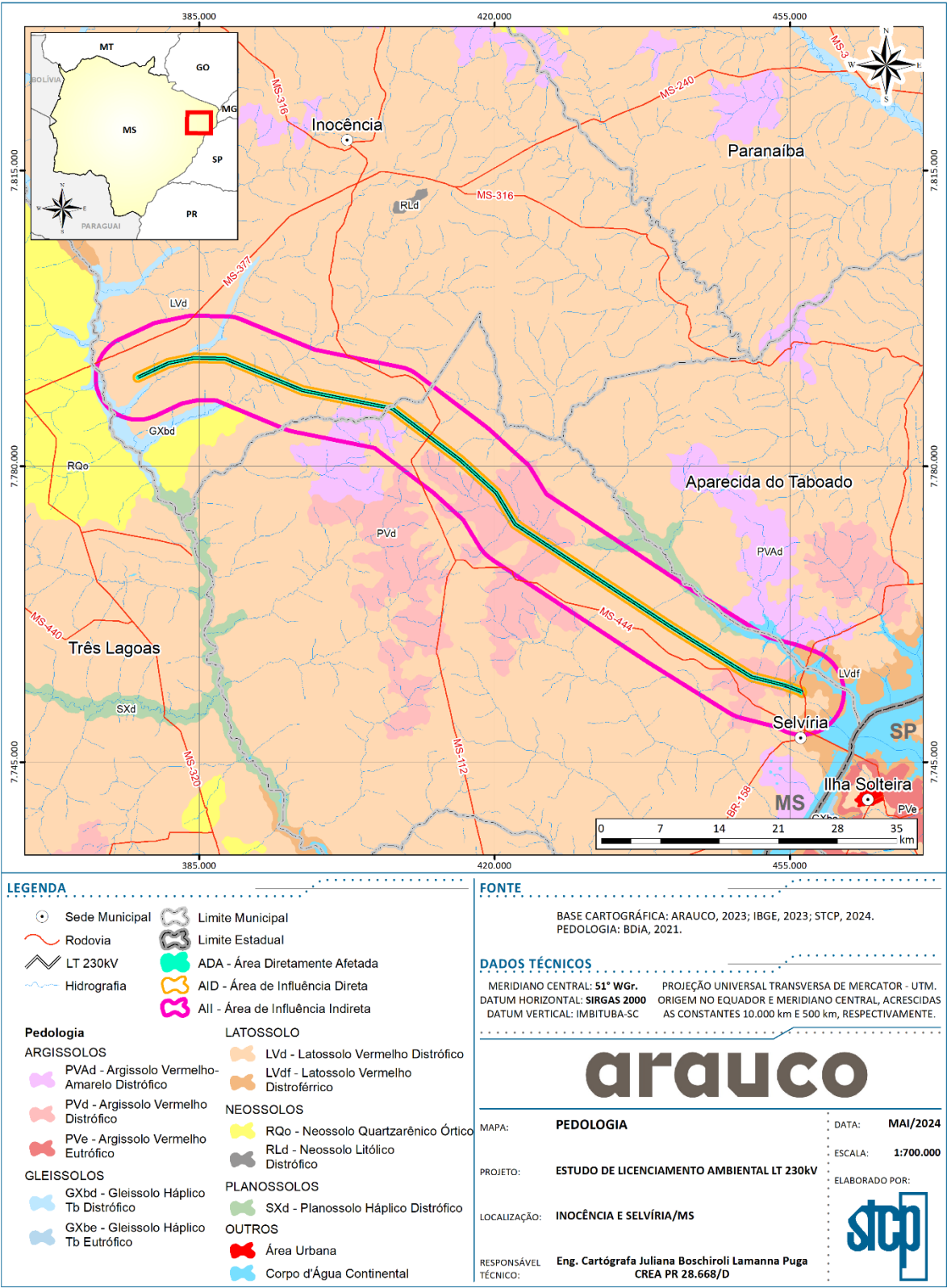
e IV- Planossolo Háplico Distrófico. A distribuição espacial dos solos presentes na ADA, AID e AII pode ser observada no Mapa Pedológico Regional (Figura 35). Já na Tabela 13 é possível constatar a área de abrangência de cada classe de solo.

Tabela 13. Classes de solo incidentes nas áreas de influência da LT

ORDEM	CLASSE (GRANDES GRUPOS)	SIGLA	ADA		AID		AII	
			ha	%	ha	%	ha	%
Latossolo	Latossolo Vermelho Distrófico	LVd	337,3	73,8	6780,6	73,6	70.195,3	70,8
	Latossolo Vermelho Distroférrico	LVdf	9,3	2,0	239,3	2,6	3.090,9	3,1
Argissolo	Argissolo Vermelho Distrófico	PVd	97,3	21,3	1.975,3	21,4	17.527,4	17,7
	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico	PVAd	12,9	2,8	214,3	2,3	3.258,4	3,3
Gleissolo	Gleissolo Háplico Tb Distrófico	GXbd	-	-	-	-	1.310,4	1,3
Planossolo	Planossolo Háplico Distrófico	SXd	-	-	-	-	1.157,5	1,2
Corpo d'água continental			-	-	-	-	2.578,6	2,6
Total			456,8	100	9.209,5	100	99.118,6	100

Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

Figura 35. Mapa pedológico regional



Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

1.1.6.3.2 Latossolo Vermelho Distrófico e Distroférrico

Segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2018), os Latossolos são reconhecidos pela sua composição rica em argilominerais, óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio, resultado do intenso processo intempérico dos constituintes minerais primários. São geralmente profundos e granulares, o que favorece o processo de infiltração das águas pluviais.

Os latossolos são muito intemperizados, profundos e de boa drenagem. Apresentam grande homogeneidade de características ao longo do perfil, conforme mostra o exemplo indicado na Figura 36A. São caracterizados pela presença do horizonte diagnóstico subsuperficial B latossólico. Possuem ainda um horizonte espesso, com predomínio de mineralogia na fração argila, caulínica ou caulínica-oxídica, o que reflete em valores de relação K_i (SiO_2/Al_2O_3) baixos, inferiores a 2,2, baixa capacidade de troca catiônica e ausência de minerais primários de fácil intemperização (Pereira *et al.*, 2019).

A designação "Vermelho" se refere à cor característica avermelhada, resultado da elevada proporção de óxidos de ferro. Na área de estudo, os Latossolos são a classe dominante, ocupando a maior parte da ADA, AID e AII, sobre as rochas sedimentares das formações Vale do Rio do Peixe e Santo Anastácio, bem como dos derrames basálticos da Província Magmática do Paraná (Formação Serra Geral).

1.1.6.3.2.1 Aptidão Agrícola e/ou de Capacidade de Uso Agropecuário

A partir de uma ótica mais abrangente, os latossolos, por serem profundos e porosos, apresentam condições adequadas para um bom desenvolvimento de raízes de plantas, favorecendo o desenvolvimento agrícola. Nas regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste do Brasil, esses solos são responsáveis por grande parte da produção de grãos do país, principalmente quando ocorrem em áreas de relevo predominantemente plano a suave ondulado, propiciando a mecanização agrícola (EMBRAPA, 2022).

No entanto, o potencial nutricional do solo é reduzido consideravelmente quando classificado como distrófico (Solos de baixa fertilidade) e Distroférricos (Solos de baixa fertilidade e altos teores de ferro), como ocorre na região de interesse (EMBRAPA, 2022).

De acordo com o Mapa de Aptidão Agrícola das Terras do Estado de Mato Grosso do Sul (SEPLAN MS, 1988), os latossolos identificados na área de estudo pertence às classes TM1 e TM2, com as seguintes características:

- TM1: Possuem baixa a muito baixa reserva de nutriente disponíveis às plantas e livre de sais tóxicos. Os riscos de erosão, quando existentes, podem ser controlados com práticas conservacionista simples. As condições de relevo, profundidade, morfologia, ausência de pedregosidade e rochosidade e boa drenagem do solo, favorecem práticas agrícolas. A baixa capacidade de retenção de água associada a baixa a muito baixa disponibilidade de nutrientes nos solos, são as maiores limitações à utilização agrícola. A granulometria com teores baixos e médios de argila aliados às propriedades morfológicas dos solos, permitem uma percolação rápida a muito rápida da água, aumentando o período de deficiência hídrica, com prejuízo no desenvolvimento normal das plantas cultivadas. Os riscos de deficiência hídrica atingem uma proporção tal, que se torna temeroso a afirmativa de ser uma terra destinada a agricultura.

- TM2: Possuem muito baixa reserva de nutriente disponíveis às plantas. Os riscos de erosão, quando existentes, podem ser controlados com práticas conservacionista simples. A muito baixa fertilidade natural associada a deficiência hídrica, são as maiores limitações à utilização agrícola. A granulometria dos solos com teores de areia superiores a 85% não tem capacidade para reter os elementos nutritivos adicionais, além de permitir uma percolação muito rápida da água, condicionando um período de deficiência hídrica muito prolongado, com prejuízo no desenvolvimento normal das plantas cultivadas. A muito baixa fertilidade natural e os riscos de deficiência hídrica impedem a afirmação de ser uma terra destinada à pastagem plantada.

1.1.6.3.3 Argissolo Vermelho e Vermelho-Amarelo Distrófico

De acordo com EMBRAPA (2018), os Argissolos são solos constituídos por material mineral, caracterizados por terem uma quantidade significativa de argila em sua composição, principalmente no horizonte B (Figura 36B). São solos profundos, bem estruturados e drenados.

As subclasses "Vermelho" e "Vermelho-Amarelo" se referem às cores do Argissolo, que podem variar entre esses tons, indicando a mistura de óxidos de ferro e alumínio em sua composição. A presença desses óxidos contribui para a cor característica e também pode afetar a capacidade de retenção de nutrientes do solo.

Os argissolos são caracterizados por apresentarem acúmulo de argila no horizonte B, classificando-o como B textural e maior quantidade de areia no horizonte A. Este tipo de solo possui capacidade reduzida de reter nutrientes para as plantas e de troca catiônica no horizonte A. Seu local de ocorrência normalmente é no terço superior e médio da paisagem, geralmente em relevo suave ondulado e ondulado (Pereira *et al.*, 2019).

Na área de estudo os Argissolos ocupam principalmente a porção central da ADA, AID e All, sobre as rochas da Formação Vale do Rio do Peixe. Essa unidade é composta principalmente por arenitos, porém, com intercalações de rochas pelíticas que proporcionam o desenvolvimento da classe de solo mais argilosa.

1.1.6.3.3.1 Aptidão Agrícola e/ou de Capacidade de Uso Agropecuário

Devido a acidez elevada e a baixa capacidade de reter nutrientes, causadas principalmente pelas altas concentrações de alumínio, os argissolos apresentam baixa fertilidade natural, necessitando de corretivos para o uso agrícola. Essa característica é reforçada pelo caráter Distrófico, que designa solos de baixa fertilidade. Também por ocorrer normalmente em relevos mais acidentados e dissecados (terço superior e médio da paisagem), dificulta ou inviabiliza a mecanização, o que reduz consideravelmente a produtividade agrícola (EMBRAPA, 2022).

Outra limitação para o uso é que os Argissolos tendem a ser mais suscetíveis aos processos erosivos devido à relação textural presente nestes solos, que implica em diferenças de infiltração dos horizontes superficiais e subsuperficiais. De acordo com as limitações relacionadas aos Argissolos, a sua utilização exige um manejo adequado com a adoção de correção, adubação e de práticas conservacionistas para o controle da erosão (EMBRAPA, 2022).

Segundo SEPLAN MS (1988), os Argissolos pertencem a classe de aptidão agrícola 3(abc), que apresenta baixa reserva de nutrientes disponíveis às plantas e é livre de sais tóxicos. Os riscos de erosão, quando existentes, podem ser controlados com práticas conservacionista simples. As condições de relevo, profundidade, morfologia, ausência de pedregosidade e rochosidade e boa drenagem do solo, favorecem práticas agrícolas. A baixa disponibilidade de nutrientes nos solos é a maior limitação à utilização agrícola.

1.1.6.3.4 Gleissolo Háptico Tb Distrófico

Os Gleissolos são formados a partir de sedimentos inconsolidados, estratificados ou não, sujeitos a constante ou periódico excesso de água. Dessa forma, são solos comuns em planícies aluviais de cursos hídricos maiores. Caracterizam-se pela forte gleização em decorrência do ambiente redutor, com baixa concentração de oxigênio dissolvido em razão da saturação por água durante longos períodos, associado à demanda de oxigênio pela atividade biológica. O produto desse processo são solos de cores acinzentadas, azuladas ou esverdeadas, com textura arenosa em todos os horizontes até a profundidade de 150 cm ou até um contato lítico (EMBRAPA, 2018) (Figura 36D).

Conceitualmente são definidos pela SiBCS (EMBRAPA, 2018) como solos hidromórficos, constituídos por material mineral, que apresentam horizonte glei, que pode ser um horizonte subsuperficial (C, B ou E) ou superficial A. O processo de gleização implica a manifestação de cores acinzentadas, azuladas ou esverdeadas devido à redução e solubilização do ferro, permitindo a expressão das cores neutras dos minerais de argila ou ainda a precipitação de compostos ferrosos.

A designação "Háptico" se refere a fato dos solos não se enquadrarem nas subordens:

- Tiomórficos: Solos com materiais sulfídricos (compostos de enxofre oxidáveis) em um ou mais horizontes dentro de 100 cm a partir da superfície do solo;
- Sálcos: Solos com caráter sálico (presença de sais solúveis em quantidade tóxica à maioria das culturas) em um ou mais horizontes dentro de 100 cm a partir da sua superfície; e
- Melânicos: Solos com horizonte H hístico (elevado teor de matéria orgânica) com menos de 40 cm de espessura ou horizonte A húmico, proeminente ou chernozêmico.

No caso concreto da área de interesse, os Gleissolos estão restritos às planícies de inundação dos rios Sucuriú, São Mateus e São Pedro, localizados no extremo norte/noroeste da AII, onde são identificados os depósitos sedimentares inconsolidados recentes associados a esses corpos hídricos.

1.1.6.3.4.1 Aptidão Agrícola e/ou de Capacidade de Uso Agropecuário

A alta umidade dos Gleissolos, gerada pela oscilação do nível freático, limita consideravelmente o seu uso e ocupação. Para o uso voltado na agricultura, são necessárias técnicas antrópicas de drenagem para redução do teor de umidade. Ainda assim, o cultivo é limitado a culturas como arroz e cana-de-açúcar, que são favoráveis ao alto teor de umidade. Devido a essa condição de encharcamento, há ainda uma dificuldade de uso de mecanização das atividades agrícolas (EMBRAPA, 2022).

Por serem solos localizados próximos aos rios, ocupam geralmente regiões determinadas por lei como Área de Preservação Permanente (APP), o que também inviabiliza em algumas situações o aproveitamento para agricultura ou pecuária.

Figura 36. Exemplos de perfis característicos dos solos



A) Latossolo Vermelho Distrófico



B) Argissolo Vermelho



C) Argissolo Vermelho-Amarelo



D) Gleissolo Háplico

Fonte: EMBRAPA, 2022.

1.1.6.3.5 Planossolo Háplico Distrófico

Os Planossolos, de ocorrência restrita na porção sudoeste da AI, estão localizados nas margens do Ribeirão Beltrão, próximo da represa da Barragem de Ilha Solteira. Conceitualmente os Planossolos incluem solos minerais imperfeitamente ou mal drenados, com horizonte superficial ou subsuperficial eluvial (alóctone) que contrasta abruptamente com o horizonte B imediatamente subjacente. A característica distintiva é a diferenciação bem acentuada entre os horizontes A ou E e o B, devido à mudança textural abrupta com a concentração de argila no horizonte inferior (EMBRAPA, 2018).

O elevado teor de argila no horizonte B, associado à presença de argila dispersa, são responsáveis pela má infiltração de água, que pode formar em algumas situações um nível freático suspenso, desenvolvendo ciclos de umedecimento e secagem.

Essa classe de solo apresenta excesso de umidade em períodos cíclicos, o que confere cores pouco vivas, tendendo a acinzentadas ou escurecidas. Os Planossolos ocorrem preferencialmente em áreas de relevo plano ou suave ondulado, onde as condições ambientais e do próprio solo favorecem vigência periódica anual de excesso de água, mesmo que de curta duração, especialmente em regiões sujeitas à estiagem prolongada e até mesmo sob condições de clima semiárido.

De acordo com EMBRAPA (2018), a ordem dos Planossolos é dividida em duas subordens: Nátricos e Háplicos. Os Planossolos Nátricos apresentam horizonte B plânico com caráter sódico imediatamente abaixo de um horizonte A ou E, enquanto os Háplicos, como os identificados na região de interesse, são aqueles que não se enquadram nos requisitos anteriores.

1.1.6.3.5.1 Aptidão Agrícola e/ou de Capacidade de Uso Agropecuário

A principal limitação para o uso agrícola dos Planossolos é decorrente da sazonalidade de umidade, o que confere excesso durante os períodos de chuva e escassez durante o período de estiagem. Dessa forma, o aproveitamento agrícola ocorre principalmente no período chuvoso, com culturas que são favoráveis ao alto teor de umidade, como ocorre para os Gleissolos (EMBRAPA, 2022). Porém, cabe destacar que os Planossolos identificados na região são classificados como distrófico, ou seja, apresentam baixa fertilidade natural.

Os Planossolos têm sido amplamente utilizados como pastagem em várias regiões do país, especialmente quando ocorrem com horizonte superficial mais espesso para possibilitar a retenção de nutrientes. Para essa prática são necessárias medidas de melhoramento, como, por exemplo, introdução forrageiras adaptadas a um longo período de estiagem, instalação de capineiras e reserva de forragens para época de seca (FERREIRA, 2011).

Os Planossolos e os Gleissolos por estarem sujeitos ao regime de inundação periódica pertencem a mesma classe de aptidão à agricultura, 3(abc)* (SEPLAN MS, 1988), com as seguintes características:

- 3(abc)*: Possuem regular a boa reserva de nutrientes disponíveis às plantas e livre de sais tóxicos. Os riscos de erosão são praticamente nulos, exceto os desbarrancamentos marginais proporcionados pela correnteza das águas dos rios, havendo pelo contrário, possíveis enriquecimentos dos solos através das partículas depositadas pelas águas de inundação. O fator de maior limitação ao uso agrícola é o excesso de água, relacionado às inundações anuais ou à altura do nível freático, muito próximo da superfície durante um período do ano, geralmente ocorrendo na época de maior precipitação pluviométrica na região. As condições de má drenagem dos solos e riscos de inundações também são capazes de dificultar ou mesmo tornar impraticável o uso das máquinas agrícolas convencionais.

1.1.6.3.6 Suscetibilidade dos Solos Identificados à Erosão

O fenômeno de erosão consiste na ação combinada de um conjunto de fatores que provoca a desagregação e o transporte de partículas do solo e/ou rocha. Os fatores mais significativos são: clima (disponibilidade hídrica), relevo (declividade do terreno), coberturas superficiais e fatores intrínsecos do solo.

Um dos principais parâmetros para analisar a susceptibilidade à erosão é o Fator de Erodibilidade (K), o qual expressa a capacidade de uma determinada classe de solo em resistir à erosão hídrica. Esse parâmetro é influenciado apenas pelos atributos intrínsecos do solo, como a granulometria, a estrutura, o conteúdo de carbono orgânico, a permeabilidade, a profundidade, a presença ou ausência de camada compactada e a pedregosidade. O fator K corresponde a um parâmetro matemático, que compõe a Equação Universal de Perda de Solo (*USLE - Universal Soil Loss Equation; Wischmeier*) e é expresso pela quantidade de solo desprendido por unidade de energia cinética acumulada da chuva.

Para análise do potencial de erosão dos solos identificados na área de estudo foi consultado o Mapa de Erodibilidade dos Solos à Erosão Hídrica, desenvolvido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2020). Nesse trabalho, foram estabelecidas classes de erodibilidade para todas as unidades do Mapa Pedológico do IBGE (2008), publicado na escala 1:250.000. Para tal, avaliou-se, subjetiva e comparativamente, um a um, a erodibilidade dos quatro primeiros componentes de solos de todas as unidades de mapeamento do referido Mapa, atribuindo valores de 1 a 5, cada um representando as seguintes classes de erodibilidade: (1) Muito Baixa; (2) Baixa; (3) Média; (4) Alta e (5) Muito Alta.

Para a região de interesse são identificadas as seguintes classes de erodibilidade:

- Muito Baixa a Média: Associada à ocorrência dos Latossolos e Argissolos que ocorrem como capeamento das rochas sedimentares das formações Vale do Rio do Peixe e Santo Anastácio, assim como das rochas ígneas básicas da Província Magmática do Paraná (Formação Serra Geral). Considerando as características homogêneas dessas classes de solo, a erodibilidade varia em decorrência da altitude. Na porção sudeste da ADA, AID e AII, já próximo do reservatório da Barragem de Ilha Solteira, onde as cotas altimétricas são menores, os Latossolos apresenta potencial para erosão muito baixo, aumentando para baixo até médio para noroeste, à medida que aumenta o nível altimétrico. Isso decorre em virtude de que naturalmente regiões mais altas estão sujeitas a maior atuação de processos erosivos.
- Média a Alta: Relacionada aos Gleissolos e Planossolos que ocorrem ao longo das planícies de inundação dos cursos hídricos maiores da região. Embora declividade do terreno nessas porções seja baixa, a composição do substrato rochoso e do próprio solo por sedimentos inconsolidados ou pouco coesos, representam uma susceptibilidade mais elevada para o desencadeamento de processos erosivos nesses locais.

1.1.6.3.7 Caracterização Local dos Solos

As características pedológicas locais foram levantadas a partir da descrição de perfis de exposição dos solos identificados na região de interesse. O levantamento foi realizado em fevereiro de 2024 pela equipe técnica responsável do meio físico, a qual caracterizou dezesseis perfis ao longo da ADA, AID e AII, os quais representam a pedologia local.

Os pontos dos perfis de solos descritos estão resumidos na Tabela 14. No Apêndice 3 podem ser observadas as fichas de campo com a descrição específica dos perfis observados, com os respectivos registros fotográficos.

Tabela 14. Perfis de solo descritos para caracterização pedológica local

IDENTIFICAÇÃO DO PERFIL	COORDENADAS UTM (SIRGAS2000) – 22S		CLASSE DE SOLO
	E (m)	N (m)	
P09	378.612	7.791.796	Latossolo Vermelho Distrófico
P23	387.245	7.791.705	Latossolo Vermelho Distrófico
P24	387.916	7.790.754	Latossolo Vermelho Distrófico
P46	399.316	7.789.139	Latossolo Vermelho Distrófico
P50	396.275	7.789.065	Latossolo Vermelho Distrófico
P57	397.651	7.788.240	Latossolo Vermelho Distrófico
P68	404.266	7.787.623	Latossolo Vermelho Distrófico
P72	410.443	7.784.176	Latossolo Vermelho Distrófico
P75	407.689	7.786.660	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico
P76	408.466	7.786.189	Latossolo Vermelho Distrófico
P82	414.301	7.782.050	Latossolo Vermelho Distrófico
P101	410.157	7.780.532	Latossolo Vermelho Distrófico
P102	410.582	7.779.531	Latossolo Vermelho Distrófico
P112	445.907	7.756.011	Latossolo Vermelho Distrófico
P113	448.268	7.754.973	Argissolo Vermelho Distrófico
P122	450.965	7.755.570	Argissolo Vermelho Distrófico

Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

1.1.7 Susceptibilidade a processos de dinâmica superficial

A susceptibilidade é definida como predisposição ou propensão dos terrenos ao desenvolvimento de um fenômeno ou processo do meio físico, os quais podem ser naturais ou induzidos, e são expressos em classes de probabilidade de ocorrência (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2013). A susceptibilidade pode ser analisada através de fatores predisponentes intrínsecos à natureza dos terrenos (ITP e CPRM, 2014).

Para entender a predisposição de um determinado local a ocorrência de processos característicos da dinâmica superficial, é necessária a ampla compreensão tanto dos mecanismos deflagradores desses processos quanto das feições e eventos resultantes.

Os processos de dinâmica superficial naturais são resultantes da interação de fatores físicos, químicos e biológicos. Quando há interferência do ser humano no meio, são definidas como fatores antrópicos (FERNANDES, 2008). Os principais fatores predisponentes são: complexos geológico, geomorfológico, climático, hidrológico e vegetação. Por outro lado, são considerados como fatores efetivos aqueles responsáveis pela deflagração dos movimentos, como chuvas e influência antrópica. A intervenção humana em ambientes naturais causa um aumento expressivo das taxas de erosão, principalmente devido a remoção de vegetação natural que expõe o solo e aumenta a sua vulnerabilidade em relação ao impacto das chuvas, acarretando mudanças na dinâmica do escoamento superficial.

A fragilidade potencial é definida como a vulnerabilidade natural dos componentes do meio físico, natural e sem intervenção natural, como por exemplo solo, geologia, declividade, dentre outros (KAWANUBO *et al.*, 2005). A fragilidade ambiental por sua vez é conceituada como a integração entre a fragilidade potencial e o uso da terra associado a cobertura vegetal existente, sendo esses dois fatores classificados de acordo com o grau de proteção que o solo apresenta (KAWABUCO *et al.*, 2005).

A partir dessa classificação são geradas cinco classes de fragilidade: muito fraca (1), fraca (2), média (3), forte (4) e muito forte (5).

Para sintetizar e quantificar os dados de fragilidade ambiental se indica a elaboração de um Mapa de Fragilidade Ambiental, que permite avaliar as potencialidades do meio ambiente de maneira integrada, gerando uma compartimentação com base nas características naturais, de uso e restrições.

1.1.7.1 Objetivos

Identificar as fragilidades no entorno da área do empreendimento a partir dos dados geológicos e pedológicos apresentados, além de analisar a declividade do terreno em conjunto com a dinâmica hidrológica da área, a fim de descrever os possíveis processos de dinâmica superficial para sejam contemplados futuramente por medidas preventivas e/ou mitigadoras.

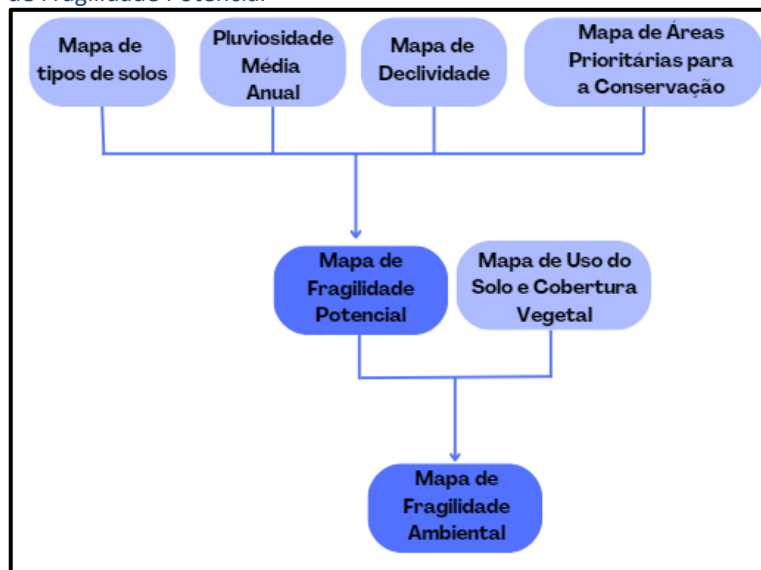
1.1.7.2 Metodologia

1.1.7.2.1 Mapa de Fragilidade Ambiental

Com o objetivo de quantificar e caracterizar as áreas suscetíveis a processos da dinâmica superficial, foi elaborado um Mapa de Fragilidade Ambiental para as áreas de influência, com base nas metodologias propostas por Ross (1994, 2012), Crepani *et al.*, (2001) e Cunha *et al.*, (2013). A principal metodologia utilizada, e que fundamenta as demais, é a de Ross (1994), a qual baseia-se no princípio de que a natureza apresenta funcionalidade intrínseca entre seus componentes físicos e bióticos e, apoiado a este princípio, sistematiza os diferentes estados de equilíbrio e desequilíbrio em que o ambiente está submetido em quatro classes hierarquizadas: muito fraca (1), fraca (2), média (3), forte (4) e muito forte (5). As cinco classes podem apresentar variação de denominação, a depender do autor, correspondendo respectivamente a: muito baixa (1), baixa (2), média (3), alta (4) e muito alta (5). Independente da nomenclatura utilizada, as cinco classes representam a fragilidade do ambiente em relação aos processos causados principalmente pelo escoamento superficial difuso e/ou concentrado de águas superficiais pluviais.

O mapeamento da fragilidade ambiental necessita da execução de diversos produtos intermediários, que contribuem para construção e análise do produto (VILLELA, 2005), como por exemplo o mapa de fragilidade potencial, mapa de declividade, mapa pedológico, mapa de uso do solo dentre outros. A Figura 37 sintetiza os principais produtos necessários para a construção do Mapa de Fragilidade Ambiental. O modelo proposto por Ross (1994) sugere que cada uma das variáveis analisadas seja hierarquizada em cinco classes de acordo com sua vulnerabilidade. Portanto, além da elaboração dos mapas, é necessária a avaliação de cada um dos parâmetros presentes e uma atribuição de peso, isso é, um fator que define o grau de fragilidade intrínseco a determinada característica. As classes utilizadas e os pesos definidos para cada um desses fatores serão descritos a seguir.

Figura 37. Mapa de Fragilidade Potencial



Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

O mapeamento de fragilidade potencial foi realizado a partir de uma combinação feita através da metodologia de álgebra de mapas, que corresponde a uma sobreposição ponderada de mapa elaborados previamente, e descritos em capítulos anteriores nesse estudo. Portanto, o Mapa de Fragilidade Potencial foi confeccionado a partir da metodologia de álgebra de mapas, utilizando o *software* ArcGis® 10.6, com os seguintes dados:

- Mapa de Declividade;
- Mapa de Pedologia;
- Isoietas da média anual de precipitação de 1997 a 2006 (SNIRH);
- Mapa das Áreas Prioritárias de Preservação (MMA, 2018).

As unidades pedológicas utilizadas foram determinadas a partir do mapa pedológico em escala 1:250.00, desenvolvido pelo IBGE/BDia (2021). O tipo de solo pode determinar a rapidez de alguns processos erosivos: solos arenosos, principalmente neossolos quartzarênicos, são mais frágeis e permitem o avanço de processos erosivos lineares mais rapidamente do que solos do tipo latossolos ou argissolos (SÃO PAULO, 1989).

Em campo, foram realizadas identificações e descrições dos solos presentes na área a partir das recomendações do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), com uma inspeção tátil-visual de suas características. Para a hierarquização das unidades de solo foi adaptada e utilizada as propostas de Ross (1994) e Crepani et al. (2001). As classes de solo presentes na área e seus respectivos pesos estão descritos na Tabela 15.

Tabela 15. Classes hierárquicas de solos.

CLASSES DE SOLO	NÍVEL DE FRAGILIDADE	PESO
Latossolo Vermelho Distroférrico	Muito Baixa	1

CLASSES DE SOLO	NÍVEL DE FRAGILIDADE	PESO
Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico, Argissolo Vermelho Distrófico	Média	3
Planossolo Háptico Distrófico	Alta	4
Neossolo Quartzarênico Órtico, Gleissolo Háptico Tb Distrófico	Muito Alta	5

Fonte: IBGE/BDia (2021). Adaptado por STCP Engenharia de Projetos, 2024.

Para o parâmetro pluviosidade foram utilizadas as isoietas da média anual de precipitação entre os anos de 1977 e 2006. Na área de influência há três isoietas principais; 1.300 mm, 1.400 mm e 1.500 mm, conforme apresentado na Tabela 16. Há chuvas ao longo de todas as épocas do ano, porém há uma concentração maior de precipitação entre os meses de dezembro e março, com auge no mês de janeiro.

Tabela 16. Classes hierárquicas de Pluviosidade Média Anual.

CLASSES DA PLUVIOSIDADE MÉDIA ANUAL (1997 A 2006)	NÍVEL DE FRAGILIDADE	PESO
1.300 mm	Média	3
1.400 mm	Média	3
1.500 mm	Média	3

Fonte: SNIRH (2016). Adaptado por STCP Engenharia de Projetos, 2024.

As classes de declividade foram utilizadas para a composição do mapa de fragilidade potencial por serem componentes fundamentais para a caracterização física do terreno, e são base para esse mapeamento por serem indicativos diretos das variações nos substratos geológico e pedológicos. A declividade apresenta papel importante em relação a dinâmica do escoamento superficial pois quanto maior for a declividade, menor será a taxa de infiltração, e consequentemente maior será o escoamento superficial e seu poder erosivo (KUROWSKI, 1962; CUNHA, 1991).

Os dados de declividade, assim como demais dados altimétricos, foram obtidos através de imagens SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), através do portal TOPODATA. Após o tratamento e manipulação das imagens, gerou-se o mapa de declividade. Para utilizar esse parâmetro, foi estabelecida uma segmentação da declividade em intervalos, seguindo espaçamentos já consagrados na literatura que contemplam o uso e aptidão agrícola associado a valores críticos da geotecnia (ROSS, 2004). Os intervalos estabelecidos foram adaptados de Cunha *et al.*, (2013), de acordo com a variabilidade presente na área de influência, e associados e diferentes níveis de fragilidade conforme consta na Tabela 17.

Tabela 17. Classes hierárquicas de Declividades.

CLASSES DE DECLIVIDADE	NÍVEL DE FRAGILIDADE	PESO
0 a 3% - Plano	Muito Baixa	1

CLASSES DE DECLIVIDADE	NÍVEL DE FRAGILIDADE	PESO
3 a 8% - Suave Ondulado	Baixa	2
8 a 20% - Ondulado	Média	3
20 a 45% - Forte Ondulado	Alta	4
45 a 75% - Montanhoso	Muito Alta	5

Fonte: SRTM (2000). Adaptado por STCP Engenharia de Projetos, 2024.

As regiões correspondentes as Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade foram obtidas através de consulta ao banco de dados do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e são apresentadas na Tabela 18. Essas regiões definidas pela MMA são um instrumento de política pública para tomadas de decisão no âmbito ambiental, funciona como apoio para áreas protegidas já consolidadas como unidades de conservação, territórios quilombolas e indígenas, e a utilização desse parâmetro para a construção do Mapa de Fragilidades Potenciais (Figura 38 e Tabela 18) foi baseado no trabalho realizado por Cunha e Bacani (2016).

Os dados obtidos do tipo *shapefile*, no site do MMA e processados no *software* ArcGIS® 10.6: foram extraídas as áreas inseridas nas áreas de influência do estudo e atribuídos pesos as classes de áreas prioritárias. Às áreas prioritárias foi atribuído o peso igual a 5, correspondente a nível de fragilidade extremamente alto, e para as áreas não prioritárias foi definido o peso igual a 1, equivalente ao nível de fragilidade muito baixo.

Tabela 18. Classes hierárquicas de Áreas Prioritárias.

CLASSES DE ÁREAS PRIORITÁRIAS	NÍVEL DE FRAGILIDADE	PESO
Não Prioritária	Muito Baixa	1
Prioritária	Extremamente Alta	5

Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024. Áreas prioritárias para Conservação da Biodiversidade – 2ª atualização, 2018.

Para a confecção do mapa de fragilidade ambiental foi realizada a combinação do mapa de fragilidade potencial com o mapa de uso do solo. O mapa de uso do solo foi elaborado com base em dados obtidos pelo FBDS – Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável. O nível de fragilidade atribuído a cada uma das classes de uso da terra e cobertura vegetal foi adaptado a partir da classificação sugerida por Ross (1994), conforme apresentado na Tabela 19.

Tabela 19. Classes hierárquicas de Uso do Solo.

CLASSES DE USO DO SOLO	NÍVEL DE FRAGILIDADE	PESO
Formação Florestal	Baixa	2
Silvicultura	Média	3
Formação Não Florestal	Média	3
Área Antropizada	Alta	4
Área Edificada	Muito Alta	5
Corpos d'água	Muito Alta	5

Fonte: FBDS, 2023; STCP Engenharia de Projetos, 2024.

1.1.7.2.2 Mapeamento e descrição dos processos e feições de dinâmica superficial

Com a finalidade de identificar os processos de dinâmica superficial e bem como suas feições resultantes, foi realizado o reconhecimento em campo através de caminhamento e descrição de pontos. O caminhamento foi executado por toda a área de pesquisa (ADA, AID, AII) e quando identificadas as feições indicativas dos processos atuantes da dinâmica superficial, foram realizados os registros de coordenadas com o auxílio de um aparelho GPS portátil e o registro fotográfico. As principais feições que buscou-se reconhecer foram: sulcos, ravinas, voçorocas, assoreamento, áreas inundáveis, subsidências, colapsos, recalques, cicatrizes de escorregamentos, rastejo, tombamentos e blocos sujeitos a quedas e/ou rolamentos. Em relação aos processos de dinâmica superficial, no mesmo levantamento foram analisados os processos atuantes, focando em reconhecer erosões, escoamentos superficiais, inundações e movimentos de massa.

1.1.7.3 Resultados e Discussões

A álgebra de mapas realizada com os mapas de pedologia, declividade, pluviosidade e áreas prioritárias resultou no Mapa de Fragilidade Potencial para a área de influência e todos os parâmetros envolvidos nessas avaliações tiveram mesmo grau de importância para a geração do produto. Os parâmetros foram segmentados de acordo com referências documentadas da técnica, que comumente divide os parâmetros em 5 classes, porém, para a maioria dos fatores, na área analisada não foram contempladas todas as classes. Os parâmetros utilizados, as classes definidas para cada um deles e os respectivos pesos (fator de fragilidade) estão sumarizados na Tabela 20.

Tabela 20. Parâmetros utilizados na álgebra de mapas para o Mapa de Fragilidade Potencial.

PESO DA FRAGILIDADE	PARÂMETRO				
	TIPO DE SOLO	PLUVIOSIDADE MÉDIA ANUAL	DECLIVIDADE	ÁREA PRIORITÁRIA	USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL
1 - Muito baixa	Latossolo Vermelho Distrófico	-	0 a 3% - Plano	Não Prioritária	-
2 - Baixa	-	-	3 a 8% - Suave Ondulado	-	Formação Florestal
3 - Média	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico	1.300 mm 1.400 mm 1.500 mm	8 a 20% - Ondulado	-	Silvicultura
	Argissolo Vermelho Distrófico				Formação Não Florestal
4 - Alta	Planossolo Háplico Distrófico	-	20 a 45% - Forte Ondulado	-	Área Antropizada

PESO DA FRAGILIDADE	PARÂMETRO				
	TIPO DE SOLO	PLUVIOSIDADE MÉDIA ANUAL	DECLIVIDADE	ÁREA PRIORITÁRIA	USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL
5 - Muito alta	Neossolo Quartzarênico Órtico	-	45 a 75% - Montanhoso	Prioritária	Área Edificada
	Gleissolo Háptico Tb Distrófico				Corpos d'água

Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

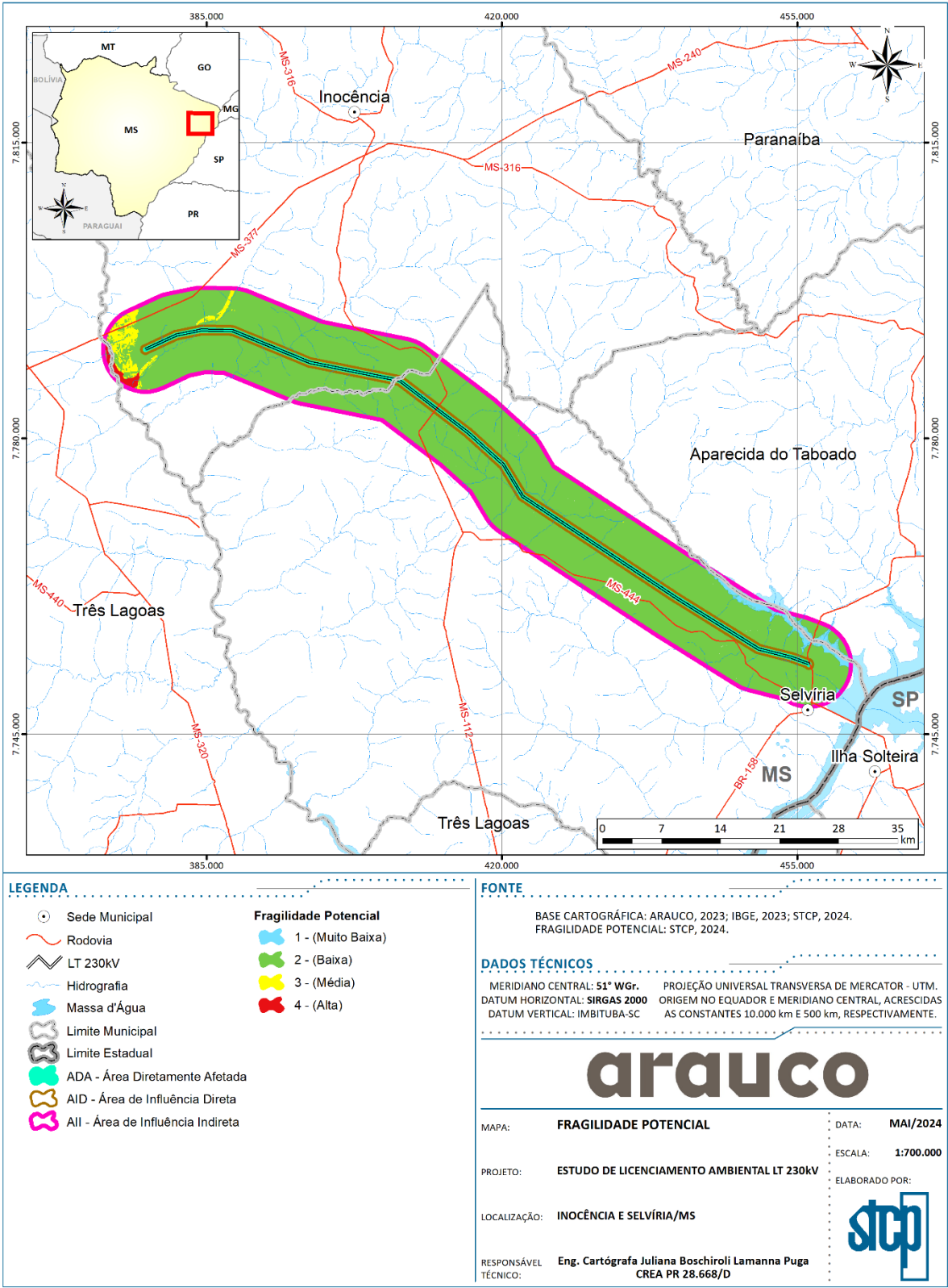
Através da combinação dos parâmetros citados, com os respectivos pesos para cada uma das classes definidas, confeccionou-se o Mapa de Fragilidade Potencial (Figura 38), o qual segmentou a área analisada em quatro níveis: muito baixa, baixa, média e alta. Conclui-se que a fragilidade ambiental potencial da área é baixa, uma vez que esse nível contemplou mais de 95% da área total analisada, conforme consta na Tabela 21.

Tabela 21. Classes de Fragilidades Potenciais.

NÚMERO	FRAGILIDADE POTENCIAL	ÁREA TOTAL (HA)	%
1	Muito baixa	2051,09	2,07%
2	Baixa	94523,73	95,36%
3	Média	1853,82	1,87%
4	Alta	690,08	0,70%
5	Muito Alta	0,00	0,00%
Total:		99118,72	100,00%

Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

Figura 38. Mapa de Fragilidade Potencial.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

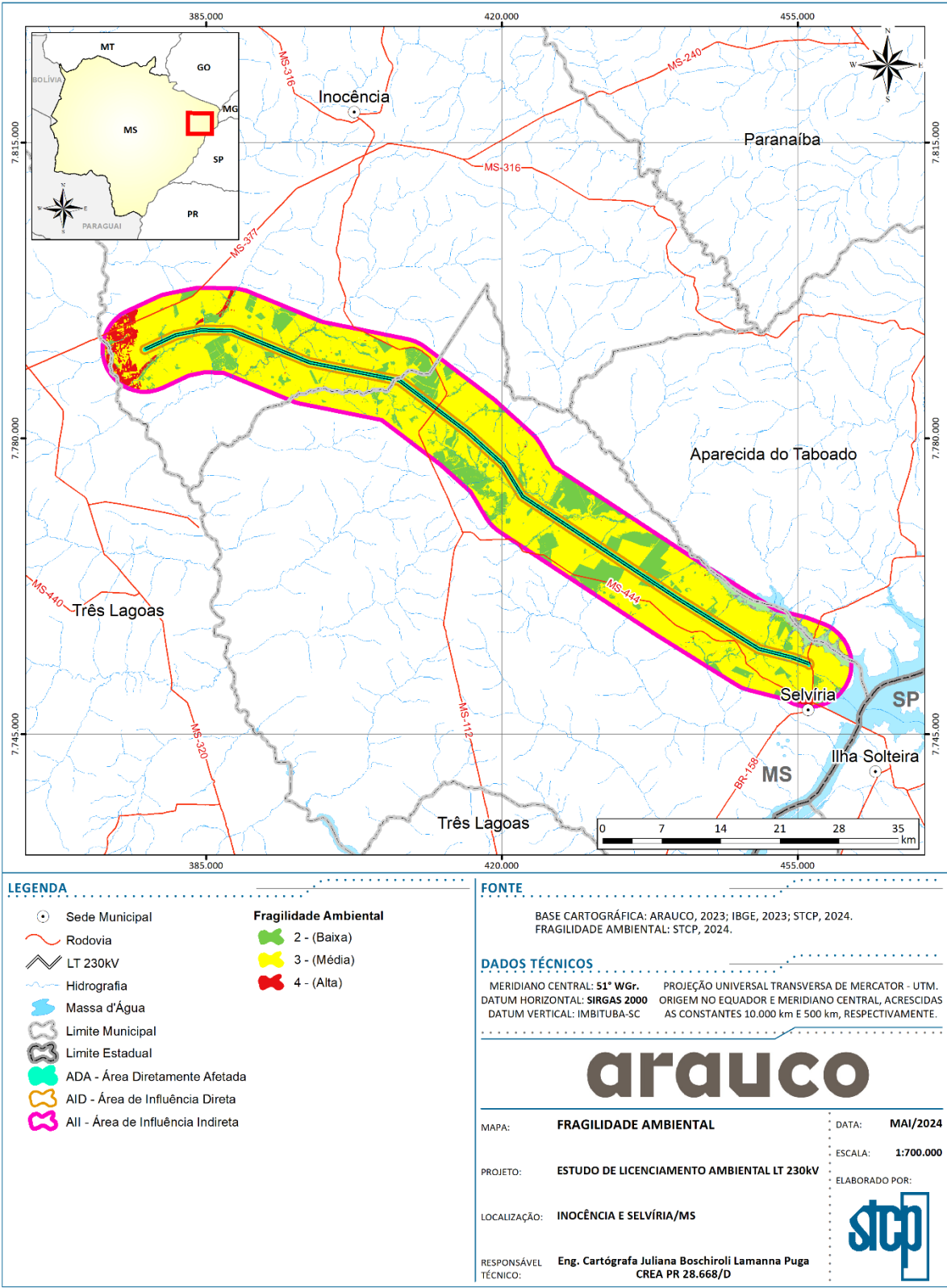
O Mapa de Fragilidade Potencial foi combinado ao Mapa de uso do solo, originando o Mapa de Fragilidade Ambiental, apresentado na Figura 39, o qual separou a área em três níveis de fragilidade: baixa, média e alta, não sendo contemplados os níveis de fragilidade ambiental muito baixo e muito alto. A fragilidade potencial média predominou na área analisada, com quase 80% de domínio, conforme apresentado na Tabela 22.

Tabela 22. Classes de Fragilidades Ambientais.

NÚMERO	FRAGILIDADE AMBIENTAL	ÁREA TOTAL (HA)	%
1	Muito baixa	0	0,00%
2	Baixa	17628,75	17,79%
3	Média	78544,46	79,24%
4	Alta	2945,46	2,97%
5	Muito alta	0,00	0,00%
Total:		99118,67	100,00%

Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

Figura 39. Mapa de Fragilidade Ambiental



Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

Com base nos mapas gerados, a área apresenta três níveis de fragilidade ambiental, prevalecendo a classe de média de fragilidade ambiental, com algumas regiões com fragilidade baixa e uma pequena região com fragilidade alta. A classe de fragilidade alta restringiu-se ao local em que há áreas prioritárias a conservação da biodiversidade conforme determinado pelo MMA e está localizada no extremo oeste do polígono que determina o limite da área de influência indireta e a pontos ao longo de cursos d'água. As áreas definidas como classe baixa de fragilidade ambiental são predominantemente as áreas que apresentam cobertura do solo composta por formação florestal, a qual atua como agente de proteção ao solo e a eventuais eventos inerentes da dinâmica superficial.

Conclui-se que a área de influência analisada apresenta principalmente fragilidade ambiental de classe média, e que os locais em que a fragilidade ambiental é baixa, há predomínio de formação florestal, evidenciando a importância da cobertura vegetal para a área. Por predominar a classe média de fragilidade ambiental, é recomendável manter atenção ao uso dos solos nessas regiões, sobretudo onde há declividade acentuada e solos formados a partir de sedimentos inconsolidados ou solos em formação.

1.1.7.3.1 Mapeamento e Descrição de Processos e Feições de Dinâmica Superficial

Durante a investigação realizada em campo constatou-se a ocorrência e/ou indicativo de possibilidade de ocorrer alguns processos e feições resultantes da dinâmica superficial. O Apêndice 4 apresenta os processos e feições identificadas em campo e alguns pontos de potencial ocorrência de processos. É importante ressaltar que a dinâmica superficial é complexa, portanto, muitos processos acontecem simultaneamente ou até mesmo alternadamente por isso há ocorrência de mais de um processo em determinado local, podendo ser identificadas diversas feições juntas. Os principais processos e feições reconhecidos na área de influência foram:

- Erosão:
 - Linear
 - Laminar
- Escoamento superficial:
 - Difuso
 - Concentrado
- Escorregamento:
 - Planar
- Cicatrizes de escorregamento
- Sulcos

Os processos mais recorrentes na área de estudo foram: erosão linear, erosão laminar, escoamento superficial difuso, escoamento superficial concentrado e escorregamento planar. Foram identificadas feições se sulcos, algumas evoluídas com possibilidade de tornarem-se ravinas. Esses processos e feições reconhecidos na área condizem com o tipo de solo predominante, um solo mais arenoso e que permite o avanço de processos erosivos, especialmente os processos erosivos lineares. Além disso, a declividade contribui significativamente para a ocorrência desses processos, influenciando diretamente no escoamento superficial. A exposição do solo torna possível que esses processos

ocorram, portanto, uma cobertura vegetal adequada para área atua como um importante agente de proteção do solo.

1.1.8 Patrimônio Espeleológico

A espeleologia é o estudo de cavernas, incluindo os aspectos geomorfológicos, geológicos, hidrológicos, químicos e biológicos. Dessa forma, a espeleologia corresponde a uma ciência interdisciplinar e demanda de diversos profissionais e conhecimentos (PILÓ e AULER, 2019).

O termo caverna é usualmente utilizado para designar cavidades que possuem uma abertura natural originada em rochas, com tamanho suficiente para permitir o acesso humano. As cavernas possuem dimensões e formas muito variadas, que dependem da sua gênese. As entradas são normalmente expostas pela subsidência de solo e sedimentos, por colapso de detritos ou pela interceptação de cavidade pela evolução natural das vertentes por erosão. Há uma grande quantidade de cavidades que não possuem acesso, pois se encontram ocultas no interior de blocos rochosos (PILÓ e AULER, 2019).

As cavernas integram, geralmente, o sistema cárstico, composto predominantemente por rochas solúveis (carbonáticas). Entretanto, há formação de cavidades em rochas não carbonáticas, como, por exemplo, em ambientes constituídos por formações ferríferas e arenitos silicificados, que compreendem os sistemas pseudocársticos. A ocorrência de sistemas pseudocársticos não é tão comum quanto o carste (PILÓ e AULER, 2019).

Conforme detalhado nos itens subsequentes do presente diagnóstico, a região de interesse está situada em uma região sem ocorrência de rochas carbonáticas, sendo composta por rochas sedimentares clásticas da Bacia Sedimentar do Paraná, principalmente arenitos. Dessa forma, não ocorre na região relevo cártico, porém, talvez feições pseudocársticas, ou seja, a ocorrência de cavidades naturais não é desprezível para área de estudo.

As cavidades naturais caracterizam um importante ambiente de fossilização por se tratar de áreas de refúgio, alimentação, aprisionamento da fauna e por acumular detritos minerais e biológicos carregados da superfície por fluxos aquosos. Desta maneira, regiões com cavidades naturais apresentam uma diversidade considerável de registros paleontológicos preservados, contribuindo com o conhecimento científico para a compreensão da história evolutiva e geológica do planeta. Além dos registros paleontológicos, as cavidades podem apresentar vestígios arqueológicos, como, por exemplo, pinturas rupestres (SÁNCHEZ e LOBO, 2016).

Portanto, devido às características apresentadas anteriormente, é de suma importância o estudo e levantamento de ocorrências de patrimônio espeleológico em áreas onde se pretende instalar atividades que possam vir a impactar este ambiente.

1.1.8.1 Objetivos

- Caracterizar o potencial espeleológico local, com execução de trabalhos de prospecção para detectar novas ocorrências espeleológicas. De forma complementar, caso identificada alguma ocorrência, proceder a classificação de relevância do Patrimônio Espeleológico, conforme orientações previstas no Decreto nº 6.640/2008 e IN MMA nº 02/2017.

1.1.8.2 Metodologia

A metodologia utilizada para caracterização da espeleológica da área de interesse foi desenvolvida em três etapas, descritas a seguir:

1.1.8.2.1 Levantamento de Dados Regionais

Inicialmente foi realizado o levantamento do potencial de ocorrência de cavidades na região de interesse (ADA, AID e AII), com a identificação de feições já cadastradas em bancos de dados oficiais. Foram consultados:

- Mapa Brasileiro de Potencialidade de Ocorrência de Cavernas, desenvolvido pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio, 2012); e
- Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (CANIE, 2018), onde há disponível a relação de Cavidades Naturais Subterrâneas Brasileiras.

Ainda durante esta etapa preliminar, foram consultados e integrados os dados de geologia, geomorfologia, pedologia, hidrologia e hidrogeologia que foram determinados em escala de detalhe para a área de interesse no âmbito da elaboração do EIA. O objetivo dessa primeira fase foi determinar o potencial regional de ocorrência de feições espeleológicas e/ou existência de cavidades já conhecidas, de forma a possibilitar o direcionamento dos trabalhos subsequentes de investigação.

1.1.8.2.2 Prospecção Espeleológica

A atividade de prospecção de feições espeleológicas iniciou com a delimitação da área de investigação, denominada Área de Estudo Espeleológico (AEE). De acordo com Piló e Cruz (2019), a delimitação dessa área com maior esforço de trabalhos para identificação de cavidades deve seguir princípio da prevenção, incluindo toda região com impactos diretos da atividade a ser licenciada acrescida de uma faixa de 250m do entorno. Esse valor considera os preceitos da Resolução Conama nº 347/2004, a qual estabelece que até que se determine a área de influência do patrimônio espeleológico, ela será de 250m. Dessa forma, cavidades localizadas até 250m da obra possuem potencial de impacto e devem ser caracterizadas. Partindo desse preceito, a AEE foi estabelecida como a ADA da LT acrescida de um *buffer* de 250m.

Ainda em escritório, a prospecção espeleológica iniciou com a avaliação de ortofo confeccionada para todo o traçado da LT. Essa imagem ortoretificada foi confeccionada ainda nas etapas iniciais de avaliação do traçado para auxiliar na caracterização ambiental. A ortofoto foi obtida através de voo com drone para tomada de fotografias atualizadas e com elevado grau de detalhamento do terreno. O produto desse levantamento corresponde a uma imagem georreferenciada, com elevada acurácia posicional e resolução espacial, possibilitando reconhecer feições consideravelmente pequenas na superfície do terreno.

Toda a ortofoto foi criteriosamente verificada visualmente para identificar possíveis cavidades expostas na superfície. A identificação dessas feições foi possível apenas em regiões sem ou com vegetação rasteira, como em áreas de campo destinadas à pastagem. A partir dessa análise foi possível ter uma avaliação completa da AEE, com a delimitação de locais a serem vistoriados em campo e a

exclusão de porções estéreis, ou seja, locais que pela imagem foi possível confirmar a inexistência de feições espeleológicas expostas na superfície.

Findada as etapas em escritório, iniciou-se as atividades prospectivas em campo. Já no local, foram realizadas entrevistas com moradores e profissionais que atuam na região sobre a ocorrência de cavidades não cadastradas em banco de dados oficiais.

A etapa de prospecção em campo foi realizada através do caminhamento a pé por toda área de interesse para prospecção e caracterização de feições espeleológicas. O reconhecimento foi realizado através do método de varredura, com o registro do percurso e pontos de controle, com o auxílio de um aparelho GPS portátil de precisão métrica, assim como com a caracterização descritiva e fotográfica das feições identificadas. Durante a etapa de campo foi executado o caminhamento por toda ADA e entorno imediato (Raio de 250m), com maior enfoque e detalhamento em:

I- Áreas com litologias ou padrões morfológicos que indicam maior potencial de ocorrência, determinados na etapa de levantamento de dados regionais;

II- Locais com prováveis ocorrências, identificados na ortofoto ou ainda em porções que não puderam ser verificadas na mesma (com cobertura vegetal mais desenvolvida);

III- Locais sugeridos nas entrevistas realizadas.

1.1.8.3 Resultados e Discussões

1.1.8.3.1 Potencial Espeleológico Regional

Segundo os trabalhos de caracterização geológica realizados para a região de interesse, a ADA, AID e All da LT estão inseridas na Bacia Sedimentar do Paraná, mais especificamente na sequência cretácea denominada Bacia Sedimentar Bauru/Caiuá, abrangendo às formações Santo Anastácio e Vale do Rio do Peixe. Completam a geologia local os derrames da Província Magmática do Paraná (Formação Serra Geral) e os depósitos de sedimentos inconsolidados quaternários. De uma forma resumida, essas unidades litoestratigráficas são compostas pelas seguintes litologias (mais detalhes da compartimentação geológica na área de estudo podem ser consultados no diagnóstico específico do tema):

- Sedimentos Inconsolidados: Depósitos arenosos, argilo-arenosos, argilosos e de cascalho que se encontram depositados ao longo das calhas de drenagens dos cursos hídricos maiores da região.
- Formação Vale do Rio do Peixe: Arenitos intercalados com siltitos ou lamitos.
- Formação Santo Anastácio: Arenitos
- Província Magmática do Paraná (Formação Serra Geral): Derrames basálticos/dacíticos.

Para determinação do potencial de ocorrência de cavidades nestas rochas, foi consultada inicialmente a classificação do ICMBio (2012), a qual determina o grau de potencialidade de ocorrência para cada litotipo (Tabela 23). De acordo com essa classificação, as litologias mapeadas são classificadas como “Ocorrência Improvável” a “Médio” potencial de ocorrência de cavidades. A partir dessas definições, as áreas de ocorrência das formações Vale do Rio do Peixe e Santo Anastácio são classificadas como

“Médio” no Mapa de Potencialidade de Ocorrência de Cavernas no Brasil (ICMBio, 2012), bem como as áreas de ocorrência da Província Magmática do Paraná (Formação Serra Geral) como “Baixo” (Figura 40).

Na consulta dos dados registrados no Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (CANIE, 2018), não há nenhuma ocorrência de cavidades na ADA, AID e AII. A feição mais próxima corresponde a Caverna Carro Velho (MS-PA-02 MS00794), localizada no município de Chapadão do Sul/MS, a cerca de 100 quilômetros a noroeste das áreas de influência.

Tabela 23. Grau de potencialidade de ocorrência de cavidades de acordo com a litologia

LITOTIPO	GRAU DE POTENCIALIDADE
Calcário, Dolomito, Evaporito, Metacalcário, Formação ferrífera bandada, Itabirito e Jaspilito.	Muito Alto
Calcrete, Carbonatito, Mármore e Marga.	Alto
Arenito, Conglomerado, Filito, Folhelho, Fosforito, Grauvaca, Metaconglomerado, Metapelito, Metassiltito, Micaxisto, Milonito, Quartzito, Pelito, Riolito, Ritmito, Rocha calcissilicática, Siltito e Xisto.	Médio
Anortosito, Arcóseo, Augengnaise, Basalto, Charnockito, Diabásio, Diamictito, Enderbitito, Gabro, Gnaise, Granito, Granitóide, Granodiorito, Hornfels, Kinzigito, Komatito, Laterita, Metachert, Migmatito, Monzogranito, Olivina gabro, Ortoanfilito, Sienito, Sienogranito, Tonalito, Trondhjemito, entre outros litotipos.	Baixo
Aluvião, Areia, Argila, Cascalho, Lamito, Linhito, Turfa e outros sedimentos.	Ocorrência Improvável

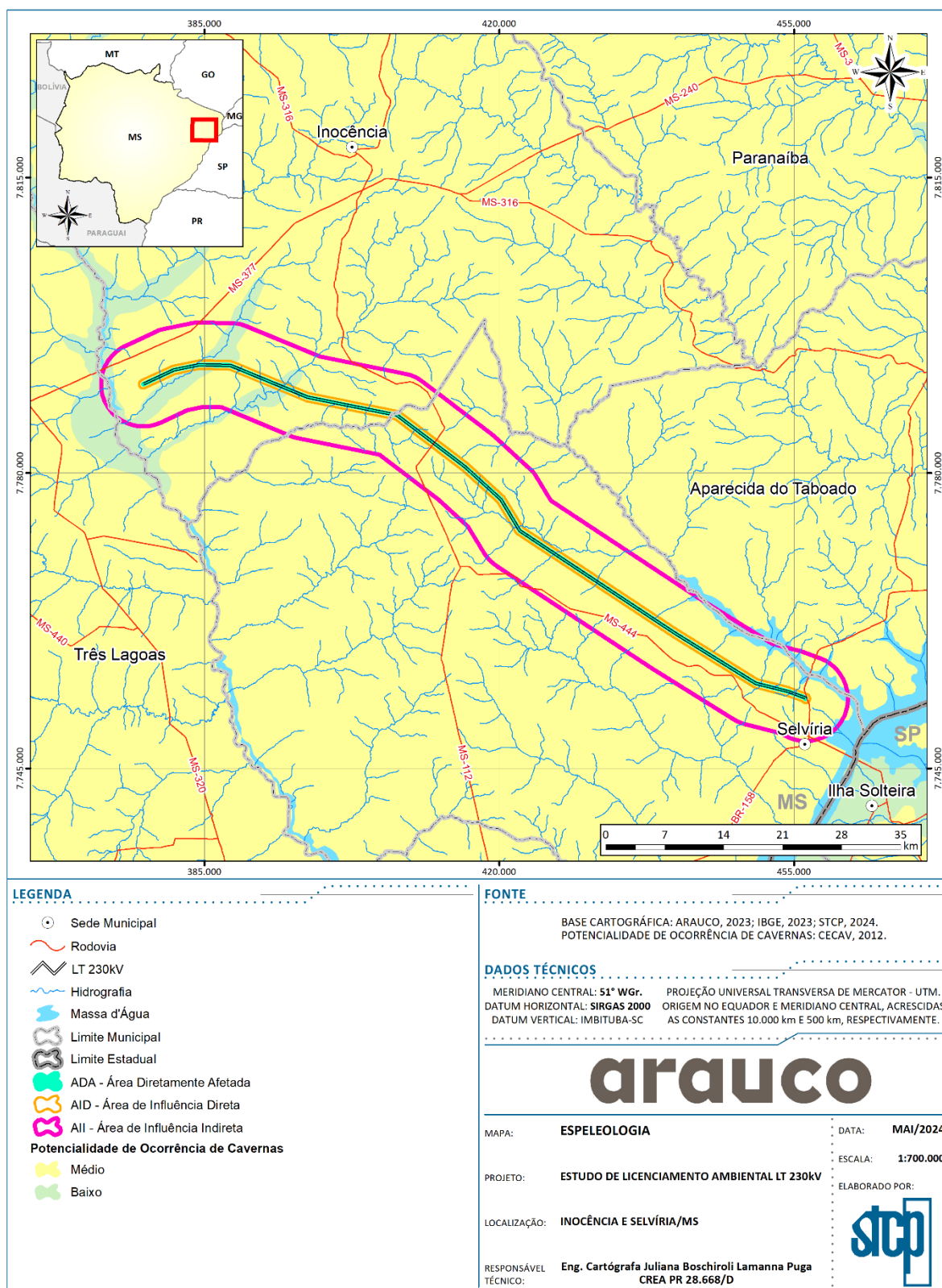
Fonte: ICMBio, 2012.

Tabela 24. Unidades litoestratigráficas incidentes nas áreas de influência da LT e potencialidade de ocorrência de cavidades

TERRENO	GRUPO	UNIDADE LITOESTRATIGRÁFICA	LITOLOGIA	POTENCIALIDADE DE CAVIDADES
Bacia Sedimentar do Paraná	Bauru/Caiuá	Formação Vale do Rio do Peixe	Arenitos, siltitos* ou lamitos*	Médio
		Formação Santo Anastácio	Arenitos	Médio
	Província Magmática do Paraná/ Formação Serra Geral		Dacito* e Basalto	Basalto

*Litotipos sem indicação do potencial de ocorrência de cavidades, determinação por associação composicional e textural: Siltitos e Lamitos = Pelitos e Dacito = Basalto. Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

Figura 40. Mapa de potencialidade de ocorrência de cavidades naturais



Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

Para uma análise mais detalhada e direcionada para região de interesse, foram filtradas todas as ocorrências de cavidades naturais cadastradas e incidentes nas três unidades litoestratigráficas identificadas nas áreas de influência (formações Vale do Rio do Peixe, Santo Anastácio e Serra Geral). Essa análise foi realizada no âmbito dos limites das cartas geológicas de Goiânia (SE.22) e Paranapanema (SF.22) (CPRM, 2004).

Ao todo foram identificadas 5 cavidades naturais na Formação Vale do Rio do Peixe, 3 na Formação Santo Anastácio e 12 na Província Magmática do Paraná, as quais estão indicadas na Tabela 25. Considerando a área de ocorrência de cada uma das unidades litoestratigráfica na área analisada, estatisticamente, existe a probabilidade de encontrar uma cavidade a cada 2,5 milhões de hectares da formação Vale do Rio do Peixe, 1,5 milhões da formação Santo Anastácio e 729 mil da Província Magmática do Paraná. Por fim, considerando as áreas de ocorrência de cada unidade no interior da área de estudo, a probabilidade de encontrar alguma cavidade na AEE é de 0,23% na formação Santo Anastácio, 0,05% na formação Vale do Rio do Peixe e Província Magmática do Paraná. Todos os cálculos indicados anteriormente estão resumidos na Tabela 26.

A probabilidade calculada deve ser avaliada com ressalva. O valor tão baixo deve-se ao número reduzido de trabalhos de prospecção na região, ou seja, devem existir várias outras cavidades que ainda não foram identificadas ou cadastradas por falta de pesquisas e que, consequentemente, aumentariam o resultado obtido. Todavia, a informação mais importante trazida por esse cálculo é que a formação Santo Anastácio possui cerca de 5 vezes maior probabilidade de ocorrência de cavidades que a formação Vale do Rio do Peixe e Província Magmática do Paraná. Desse forma, segundo os dados estatísticos, a formação Santo Anastácio é a que possui maior potencial espeleológico, onde deve-se ter maior grau de detalhamento nas etapas prospectivas posteriores.

Tabela 25. Cavidades subterrâneas cadastradas no CANIE localizadas ao longo da faixa de ocorrência das unidades litoestratigráficas incidentes na AEE

NOME DA CAVIDADE SUBTERRÂNEA	MUNICÍPIO/UF	UNIDADE LITOESTRATIGRÁFICA	DISTÂNCIA DA LT (km)
Caverna Carro Velho (MS-PA-02 - MS00794)	Chapadão do Sul/MS	Província Magmática do Paraná	103
Caverna Estrela III	Chapadão do Sul/MS	Formação Santo Anastácio	167
Gruta do Diogo (GO00159)	Serranópolis/GO	Província Magmática do Paraná	185
Osvaldo Cascavel	Costa Rica/MS	Formação Santo Anastácio	202
Sete Bocas 1	Marabá Paulista/SP	Formação Vale do Rio do Peixe	225
Sete Bocas 2	Marabá Paulista/SP	Formação Vale do Rio do Peixe	225
Toca da Onça	Marabá Paulista/SP	Formação Santo Anastácio	226
Caverna da Fortaleza	Quirinópolis/GO	Província Magmática do Paraná	231
Gruta Igrejinha da Serra (Gruta Igrejinha)	Rio Verde/GO	Formação Vale do Rio do Peixe	268
Gruta Ponte de Pedra I	Paraúna/GO	Formação Vale do Rio do Peixe	352
Gruta Ponte de Pedra II	Rio Verde/GO	Formação Vale do Rio do Peixe	352
Gruta do Porto de Areia	Londrina/PR	Província Magmática do Paraná	378
Toca Porto de Tamarana	Londrina/PR	Província Magmática do Paraná	380
Gruta de Barro (Paleotoca)	Tamarana/PR	Província Magmática do Paraná	380

NOME DA CAVIDADE SUBTERRÂNEA	MUNICÍPIO/UF	UNIDADE LITOESTRATIGRÁFICA	DISTÂNCIA DA LT (km)
Abrigo Porto de Areia	São Jerônimo da Serra/PR	Província Magmática do Paraná	385
Caverna do Cambota	Mandaguari/PR	Província Magmática do Paraná	385
Gruta Santa Júlia	São Jerônimo da Serra/PR	Província Magmática do Paraná	389
Gruta Inocente	Tamarana/PR	Província Magmática do Paraná	390
Gruta do Albino	Tamarana/PR	Província Magmática do Paraná	390
Abrigo Sarandi (SP00217)	Guareí/SP	Província Magmática do Paraná	468

Fonte: CANIE, 2018.

Tabela 26. Síntese dos cálculos de probabilidade e ocorrências de cavidades na AEE

	FORMAÇÃO VALE DO RIO DO PEIXE	FORMAÇÃO SANTO ANASTÁCIO	PROVÍNCIA MAGMÁTICA DO PARANÁ
Nº Cavidades Cadastradas no CANIE	5	3	12
Área de Ocorrência nas Cartas (ha)	12.375.950	4.622.475	8.750.624
1 Cavidade para cada (Área de Ocorrência (ha) / Nº Cavidades)	2.475.190	1.540.825	729.218
Área de Ocorrência na AEE (ha)	1.166,4	3.477,0	389,0
Probabilidade de Cavidade na AEE (%)	0,05	0,23	0,05

Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

1.1.8.3.2 Prospecção Espeleológica em Campo

Em fevereiro de 2024 foi realizada a etapa de prospecção espeleológica em campo, associada ao mapeamento geológico de detalhe, que consistiu no caminhamento por toda a ADA e entorno imediato. O levantamento contemplou entrevista com moradores e profissionais locais, visita a locais próximos as drenagens e encostas, por serem locais com maior possibilidade de ocorrência de cavidades. Durante a etapa de campo não foram identificadas cavidades ou feições indicativas de possível ocorrência.

Associada a não identificação de cavidades durante o levantamento de campo, há dados que confirmam a não existência ou baixa probabilidade de ocorrência de cavidades na área de influência: nos registros do CANIE não foram descritas ocorrências nas áreas de influência e a probabilidade de ocorrência de cavidades nas unidades geológicas descritas é baixa, de 0,05% nos locais onde afloram as Formações Serra Geral e Vale do Rio do Peixe e de 0,23% na Formação Santo Anastácio.

1.1.9 Recursos Hídricos Superficiais

Os recursos hídricos abrangem toda a água disponível para qualquer tipo de uso, seja ela superficial ou subterrânea. Uma definição proposta pelo Conselho Federal dos Estados Unidos para Ciência e Tecnologia, segundo V. T. Chow em 1959 (citado por Tucci, 2001), afirma que *"a hidrologia é a ciência que trata da água na Terra, englobando sua ocorrência, circulação e distribuição, suas propriedades físicas e químicas, e sua interação com o meio ambiente, incluindo suas relações com as formas de vida."*

Os recursos hídricos superficiais referem-se às águas que fluem na superfície da Terra, incluindo rios, lagos, reservatórios, bem como águas pluviais e de geleiras derretidas. Esses corpos d'água não apenas fornecem água potável e sustentam ecossistemas diversos, mas também desempenham um papel vital na agricultura, indústria, recreação e transporte.

No âmbito do processo de diagnóstico ambiental, compreender e descrever adequadamente os recursos hídricos é de suma importância para avaliar os potenciais impactos de um empreendimento e propor a gestão sustentável dos recursos naturais. Nesse sentido, este tópico abrange a descrição dos recursos hídricos superficiais presentes nas áreas de influência do futuro empreendimento, com ênfase na identificação da rede de drenagem local, que inclui a identificação de cursos d'água perenes e intermitentes, nascentes, cursos hídricos principais e bacias hidrográficas, destacando aqueles que podem ser afetados pela instalação e operação do empreendimento.

1.1.9.1 Objetivos

- Identificar a região hidrográfica e bacias que compõem as áreas de influência do empreendimento;
- Delimitar e mapear a rede de drenagem local, caracterizando o regime de escoamento dos cursos d'água principais e secundários, bem como identificar nascentes e áreas hidrologicamente sensíveis, como áreas úmidas e alagadas;
- Descrever os principais usos atuais dos recursos hídricos na região de interesse, considerando suas aplicações para abastecimento humano, agricultura e outros setores.

1.1.9.2 Metodologia

Para o levantamento das bacias hidrográficas e corpos hídricos presentes nas áreas de influência da instalação da LT foram utilizadas bases de dados cartográficos oficiais disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e pela Fundação Brasileira de Desenvolvimento Sustentável (FBDS). Ainda, e para corroborar com as fontes de dados secundários utilizaram-se imagens de satélite do *Google Earth*, bem como realizou-se visita de campo na região monitorada.

Os cursos d'água foram catalogados quanto ao seu regime de acordo com as informações disponibilizadas pelas bases secundárias, e do levantamento de dados primários na área de estudo. Os cursos hídricos perenes apresentam um fluxo constante ao longo do ano (EMBRAPA, 2021), geralmente alimentados por águas subterrâneas, desempenhando um papel fundamental na sustentação dos ecossistemas locais e no abastecimento hídrico. Também buscou-se identificar e descrever os cursos d'água intermitentes, cujo fluxo varia sazonalmente devido às condições climáticas locais (ACUNA *et al.*, 2014). Esses cursos d'água são essenciais para a dinâmica hídrica da região, sendo impactados principalmente pelas águas pluviais.

Por fim e com o intuito de embasamento das informações diagnosticadas, realizou-se o levantamento de dados secundários a partir de pesquisas em fontes oficiais, legislações brasileiras vigentes, artigos científicos e trabalhos acadêmicos, de modo a compor um *background* das características da área de estudo.

1.1.9.3 Resultados e Discussão

Para a caracterização dos recursos hídricos superficiais interceptados elencaram-se as bacias interceptadas, bem como suas demandas consuntivas. Ainda, identificaram-se os regimes dos corpos hídricos interceptados, as nascentes e um levantamento básico comparativo com as cotas das drenagens locais. Ressalta-se que não foram identificadas estruturas hidráulicas, corredeiras, cachoeiras ou outras formas de patrimônios naturais na AID e ADA do empreendimento.

1.1.9.3.1 Caracterização da Região Hidrográfica Interceptada pelo Empreendimento

A LT a ser instalada nos municípios de Inocência e Selvíria/MS insere-se na Região Hidrográfica do Rio Paraná. Essa região hidrográfica possui uma área de 879.873 km² e contempla os estados de São Paulo (25% da região), Paraná (21%), Mato Grosso do Sul (20%), Minas Gerais (18%), Goiás (14%), Santa Catarina (1,5%) e Distrito Federal (0,5%) (ANA, 2024).

O Rio Paraná, com uma extensão total de 4.880 km, recebe contribuições de diversos afluentes, cada um desempenhando um papel na formação de sua bacia hidrográfica. Os principais afluentes incluem o Rio Grande, com 1.270 km de extensão, o Rio Iguaçu, com 1.008 km, o Rio Paranaíba, com 994 km, o Rio Tietê, com 947 km, o Rio Paranapanema, com 819 km, o Rio Ivaí, com 639 km e o Rio Tibagi, com 522 km² (ITAIPI, 2024).

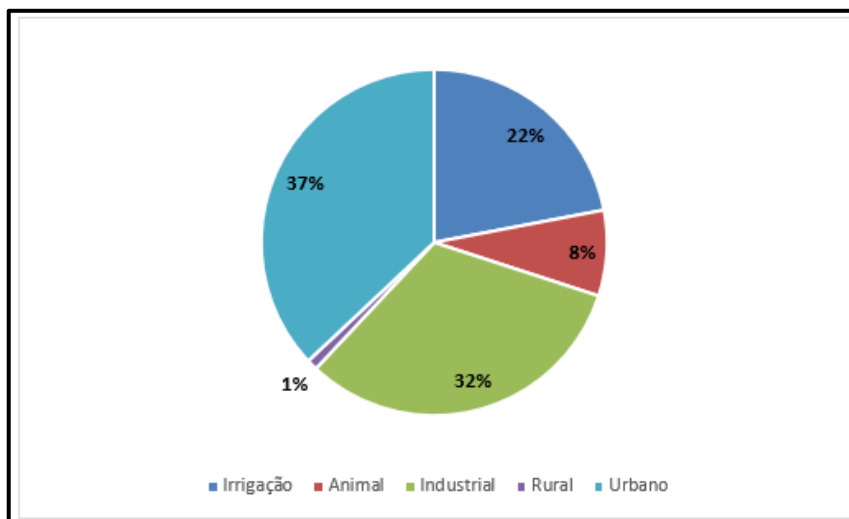
De acordo com Zandonadi (2013) a bacia hidrográfica do rio Paraná apresenta chuvas anuais médias em torno dos 1200 a 1500 mm na sua porção central, 1500 e 1800 mm nas regiões norte e sul e, de 1800 a 2100 mm nas extremidades sul e leste.

“A borda oeste da bacia hidrográfica do Paraná, no estado do Mato Grosso do Sul, é a menos elevada e a que apresenta declínio mais suave do relevo em direção ao centro da bacia. Em decorrência destes detalhes, os rios são mais retilíneos e apresentam menor entalhamento do terreno e menos quedas d’água. As menores altitudes desta borda oeste da bacia só são interrompidas de modo mais abrupto já na região noroeste, devido à presença da Serra do Caiapó, onde o terreno alcança patamares em torno dos 800 metros de altura” (ZANDONADI, 2013, p. 27).

A Região Hidrográfica do Rio Paraná originalmente abrange áreas dos biomas Mata Atlântica e Cerrado, apresentando uma diversidade de cobertura vegetal, que inclui a Floresta Ombrófila Mista (Mata de Araucária), a Floresta Estacional Decidua e a Floresta Estacional Semidecidual (CANTAREIRA ENERGIA, 2015). No entanto, devido ao intenso desenvolvimento econômico dessa região, ocorreram consideráveis alterações na área, que porventura influenciam no ciclo hidrológico.

Com relação às demandas consuntivas, a vazão de retirada da Região Hidrográfica (RH) do Paraná é de 493 m³/s, o que equivale a 4,3% da vazão média, conforme dados da Agência Nacional de Águas (ANA, 2009). Na Figura 41, observa-se a distribuição das demandas consuntivas por finalidade de uso na Região Hidrográfica do Paraná.

Figura 41. Distribuição das demandas consuntivas por finalidade de uso na RH do Paraná.



Fonte: ANA, 2009. Adaptado por STCP Engenharia de Projetos, 2024.

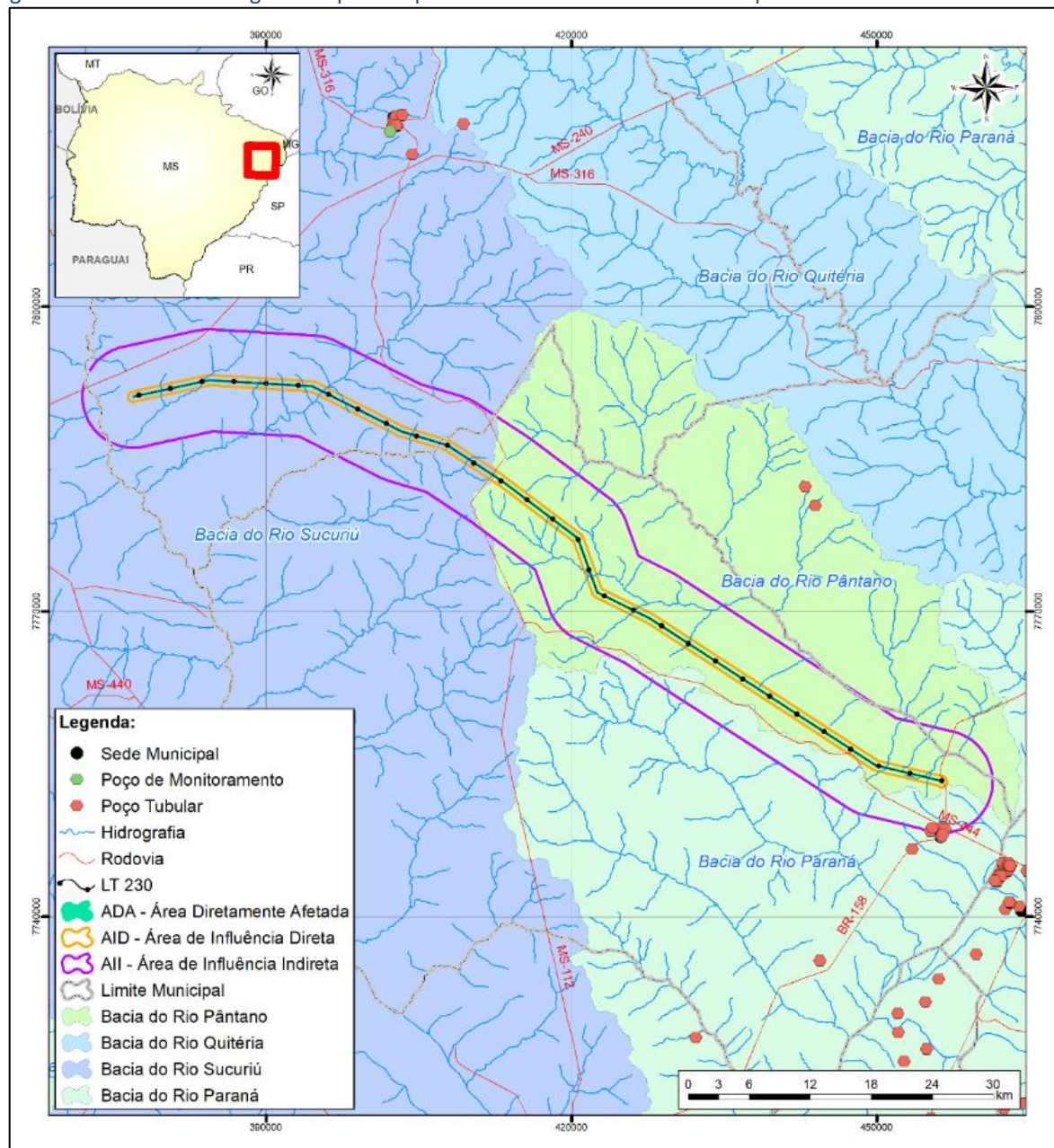
Nota-se que os usos Urbano e Industrial representam as principais finalidades das demandas consuntivas na RH do Paraná, o que se justifica pelo considerável número populacional presente nessa região. Além disso, a porcentagem de 22% do uso para fins de Irrigação e Animal demonstra o forte uso de solo voltado para agricultura e pecuária. A pecuária sobre as pastagens plantadas determina a matriz de ocupação da região hidrográfica do Rio Paraná, pois “estas pastagens sustentam o principal sistema produtivo de Mato Grosso do Sul, que é a pecuária bovina de corte de forma extensiva e de ampla ocorrência”. Ademais, a agricultura conta com duas importantes regiões produtoras: Chapadão do Sul a norte e a Grande Dourados a sul da bacia, importantes fornecedoras de grãos (soja e milho) e algodão.

Observa-se que os usos urbano e industrial emergem como as principais finalidades das demandas consuntivas na Região Hidrográfica do Paraná, o que se justifica pelo considerável número populacional presente nessa área. Adicionalmente, a parcela de 22% destinada à irrigação e criação de animais reflete o intenso uso do solo voltado para agricultura e pecuária. Conforme mencionado por Silva *et al.*, (2017), a pecuária sobre pastagens plantadas delinea a matriz de ocupação da região hidrográfica do Rio Paraná, sustentando o principal sistema produtivo de Mato Grosso do Sul, que é a pecuária bovina de corte de forma extensiva e amplamente disseminada. Além disso, a agricultura engloba duas importantes regiões produtoras: Chapadão do Sul, ao norte, e a Grande Dourados, ao sul da bacia, que são fornecedoras essenciais de grãos, como soja, milho e algodão (SILVA *et al.*, 2017).

1.1.9.3.2 Bacias Hidrográficas

Na Figura 42, pode-se observar que as áreas de influência do futuro empreendimento encontram-se parcialmente inseridas nas bacias hidrográficas dos rios Sucuriú, Pântano e Paraná. A Área Diretamente Afetada (ADA) e a Área de Influência Direta (AID) que interceptarão as bacias hidrográficas do Rio Sucuriú e Rio Pântano, compreendem, respectivamente, 37,39 km e 53,93km de suas extensões.

Figura 42. Bacias Hidrográficas que compõem as Áreas de Influência do Empreendimento.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

1.1.9.3.2.1 Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú

A bacia hidrográfica do Rio Sucuriú está situada na região nordeste do Estado do Mato Grosso do Sul. Com um percurso total de 500 km de extensão, esta bacia é reconhecida como uma das principais Unidades de Planejamento e Gerenciamento (UPGs) do Estado de Mato Grosso do Sul, uma vez que sua foz desemboca no Rio Paraná, contribuindo significativamente para sua disponibilidade hídrica (FERREIRA e PIROLI, 2016).

Seus principais afluentes são:

- Margem direita: Córrego Garapa, Ribeirão Briosso, Ribeirão Prata, Ribeirão Bonito, Ribeirão Cangalha, Ribeirão Cascavel e Córrego Cachoeirinha;
- Margem esquerda: Ribeirão do Diogo, Ribeirão Junqueira, Ribeirão São Pedro, Ribeirão São Mateus, Rio São José, Rio das Morangas, Rio Indaiá Grande, Ribeirão Pedra Branca e Rio Paraíso.

É importante ressaltar que o Rio Sucuriú possui uma área de drenagem de 22.722,6 km² e uma densidade de drenagem equivalente a 6 km/(km²) (MARCUIZZO, 2010). Quanto à sua qualidade de água, o Rio Sucuriú se enquadra conforme a Resolução CONAMA nº 357/2005 como Classe II. De acordo com a norma, essas águas podem ser destinadas:

“a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e e) à aquicultura e à atividade de pesca.” (BRASIL, 2005).

1.1.9.3.2.2 Bacia Hidrográfica do Rio Pântano

A bacia hidrográfica do Rio Pântano abrange parte dos municípios de Selvíria, Aparecida do Taboado e Inocência, na região leste do estado do Mato Grosso do Sul. A bacia tem uma área aproximada de 1.348,6 km², com suas nascentes situadas em altitudes variando de 405 a 490 metros (VICK *et al.*, 2017). A distribuição das classes de uso e cobertura do solo em 2017 na bacia do Rio Pântano está apresentada na Tabela 27.

Tabela 27. Classe de uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Pântano.

CULTURA	KM ²	PORCENTAGEM (%)
Silvicultura	309,0	23
Pastagem	690,1	51
Vegetação arbórea	283,2	21
Solo nu	5,4	0,5
Água	37,4	2,8
Cana	21,2	1,5
Agricultura	2,3	0,2

Fonte: VICK *et al.*, 2017. Adaptado por STCP Engenharia de Projetos, 2024.

A análise dos resultados apresentados na Tabela 27 revela a distribuição das classes de uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Pântano. A partir dos dados fornecidos, é possível identificar que a Pastagem é a classe dominante, ocupando aproximadamente 51% da área total da bacia, com uma extensão de 690,1 km². Esse alto percentual de pastagem sugere uma intensa atividade pecuária na região. Em seguida, observa-se que a Silvicultura representa uma parcela significativa da cobertura da terra, abrangendo 23% da área total da bacia, com uma extensão de 309,0 km². Isso indica uma presença considerável de áreas reflorestadas ou plantações de árvores com fins comerciais, como eucalipto ou pinus, sugerindo atividades relacionadas à exploração florestal. A Vegetação Arbórea

também apresenta uma presença considerável, ocupando 21% da área total da bacia, com 283,2 km². Esse resultado indica uma cobertura vegetal diversificada, que pode incluir tanto florestas naturais quanto áreas de vegetação preservada. Outras classes de uso e cobertura da terra, como Solo Nu, Água, Cana e Agricultura, apresentam uma representatividade menor em termos de extensão e porcentagem na área total da bacia. O Solo Nu e a Água ocupam áreas relativamente reduzidas, com 5,4 km² (0,5%) e 37,4 km² (2,8%), respectivamente. Isso pode indicar áreas de solo exposto devido a atividades agrícolas ou de construção, bem como corpos d'água naturais ou artificiais, como rios, lagos ou represas.

A presença de Cana e Agricultura é ainda mais limitada, ocupando apenas 1,5% e 0,2% da área total da bacia, respectivamente. Esses resultados sugerem uma atividade agrícola relativamente limitada na região, com cultivos de cana-de-açúcar e agricultura de pequena escala.

1.1.9.3.3 Identificação dos Corpos D'água Transpostos

O traçado da Área Diretamente Afetada (ADA) e Área de Influência Direta (AID) da Linha de Transmissão intercepta 33 cursos d'água. Esse resultado foi obtido a partir de cruzamento em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG), com bases oficiais do FBDS e levantamento de dados primários. Ressalta-se que nem todos os corpos hídricos identificados apresentavam informações como nomenclatura e tipos de regime (Tabela 28).

Tabela 28. Identificação dos cursos d'água que interceptam o traçado da ADA e AID.

REGIÃO HIDROGRÁFICA	NOME	COORDENADAS UTM (SIRGAS 2000)		REGIME	COMPRIMENTO DO CORPO HÍDRICO DENTRO DA ADA E AID (m)	
		N	E		ADA	AID
Bacia do Rio Sucuriú	Desconhecido	379690	7791405	Perene	55,5	1.025
Bacia do Rio Sucuriú	Desconhecido	382593	7792430	-	51,7	1.077
Bacia do Rio Sucuriú	Ribeirão São Mateus	383763	7792687	Perene	73,2	1.635
Bacia do Rio Sucuriú	Desconhecido	386719	7792758	-	56,7	1.052
Bacia do Rio Sucuriú	Desconhecido	389185	7792246	Perene	54,3	1.051
Bacia do Rio Sucuriú	Desconhecido	391595	7791268	Perene	54,3	1.053
Bacia do Rio Sucuriú	Rio São Pedro	394221	7790196	Perene	55,6	1.123
Bacia do Rio Sucuriú	Desconhecido	395770	7789560	Perene	55,2	1.456
Bacia do Rio Sucuriú	Desconhecido	400371	7788050	Perene	-	631
Bacia do Rio Sucuriú	Desconhecido	402032	7788016	Perene	46,5	494
Bacia do Rio Pântano	Desconhecido	404294	7787546	Perene	65,5	1.053
Bacia do Rio Pântano	Desconhecido	405491	7787516	-	59,1	732

REGIÃO HIDROGRÁFICA	NOME	COORDENADAS UTM (SIRGAS 2000)		REGIME	COMPRIMENTO DO CORPO HÍDRICO DENTRO DA ADA E AID (m)	
		N	E		ADA	AID
Bacia do Rio Pântano	Desconhecido	407139	7786959	-	50,5	53
Bacia do Rio Pântano	Desconhecido	407404	7786900	Perene	59,0	1.489
Bacia do Rio Pântano	Desconhecido	409138	7786185	-	-	1.450
Bacia do Rio Pântano	Desconhecido	410110	7785081	Perene	51,0	1.253
Bacia do Rio Pântano	Desconhecido	417666	7779128	Perene	46,7	1.115
Bacia do Rio Pântano	Desconhecido	418614	7778267	Perene	60,2	677
Bacia do Rio Pântano	Desconhecido	419126	7777810	-	53,9	856
Bacia do Rio Pântano	Desconhecido	419931	7777071	-	51,6	1.062
Bacia do Rio Pântano	Desconhecido	420243	7776739	-	57,7	352
Bacia do Rio Pântano	Desconhecido	420360	7776562	-	51,9	407
Bacia do Rio Pântano	Desconhecido	420820	7775679	-	-	615
Bacia do Rio Pântano	Ribeirão Beltrão	422203	7773508	Perene	53,9	1.058
Bacia do Rio Pântano	Desconhecido	424880	7771517	-	53,6	1.018
Bacia do Rio Pântano	Córrego Queixada	426543	7770421	Perene	75,4	1.141
Bacia do Rio Pântano	Desconhecido	431622	7767069	Perene	54,8	1.002
Bacia do Rio Pântano	Córrego Faceiro	438458	7762589	Perene	16,2	493
Bacia do Rio Pântano	Desconhecido	449632	7755350	-	82,4	834
Bacia do Rio Pântano	Desconhecido	451000	7754915	Perene	53,7	1.026
Bacia do Rio Pântano	Desconhecido	452529	7754534	Perene	51,7	956
Bacia do Rio Pântano	Desconhecido	454771	7753908	Perene	78,4	1.301
Bacia do Rio Pântano	Desconhecido	455135	7753771	Perene	50,4	1.302

Fonte: FBDS, 2023. Adaptado por STCP Engenharia de Projetos, 2024.

Observa-se que os comprimentos dos corpos hídricos dentro da Área Diretamente Afetada (ADA) e Área de Influência Direta (AID) variam consideravelmente. A maior extensão de corpo hídrico dentro da AID refere-se ao Ribeirão São Mateus, com 1.635 metros, enquanto seu comprimento na ADA apresenta-se como o segundo mais significativo, totalizando 73,2 metros. Além disso, o Córrego Queixada apresenta a maior metragem de corpo hídrico inserido dentro da ADA.

A avaliação da variação da extensão é importante devido aos diferentes impactos e intervenções que podem ocorrer nessas áreas. A compreensão dessas variações auxilia na identificação de áreas prioritárias para conservação e manejo adequado dos recursos hídricos, contribuindo para a proteção e preservação dos ecossistemas aquáticos e terrestres.

Considerando a necessidade de transposição da LT em alguns cursos hídricos, localizados entre os municípios de Inocência e Selvíria, o projeto construtivo da Arauco estabeleceu algumas premissas para a redução de intervenções. Dentre as medidas a serem realizadas, considera-se principalmente a instalação de torres em regiões fora da APP, propiciando assim a preservação da vegetação nativa e da dinâmica de drenagem em áreas suscetíveis.

1.1.9.3.4 Nascentes

De acordo com a Lei nº 12.651/12 (Novo Código Florestal), a nascente pode ser definida como um afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d'água. Esta mesma lei determina a definição de olho d'água como "afloramento natural do lençol freático, mesmo que intermitente" (BRASIL, 2012).

Segundo o FELIPPE (2009), o principal desafio no mapeamento de nascentes reside na falta de uma definição clara e na escassez de literatura acadêmica específica sobre o assunto. Considerando essas dificuldades metodológicas, no presente estudo optou-se por mapear as cabeceiras, ou seja, a porção mais próxima da nascente de cada rio. Para isso, foram consideradas as cabeceiras de todos os cursos d'água perenes localizados exclusivamente dentro da Área Diretamente Afetada (ADA). De forma complementar, elencaram-se as nascentes diagnosticadas na Área de Influência Direta (AID).

Na análise das imagens de satélite, identificaram-se 25 nascentes dentro das áreas de interesse. Dessas, 22 nascentes estão localizadas na AID e 03 (três) na ADA (Tabela 29). É importante ressaltar que as nascentes na ADA requerem atenção especial, pois podem ser as mais afetadas pela instalação da Linha de Transmissão. A preservação dessas nascentes é crucial, dada sua importância fundamental na regulação do fluxo hídrico e na manutenção dos ecossistemas locais. No entanto, de acordo com informações fornecidas pelo empreendimento, não está prevista a travessia de áreas de preservação permanente, como veredas, matas de galeria, matas ciliares e nascentes, para a abertura de vias de acesso, bem como para a instalação de torres (Figura 43).

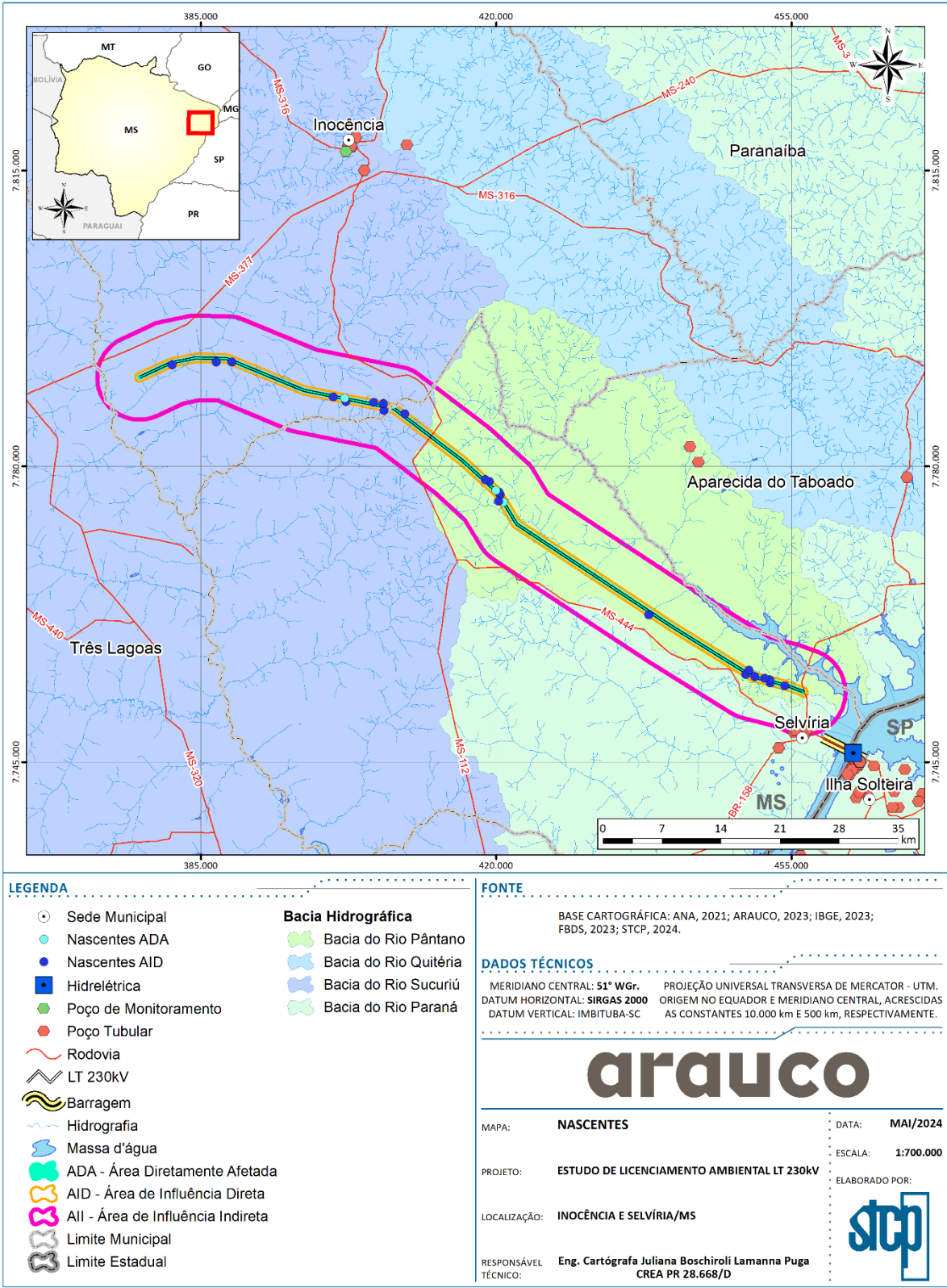
Tabela 29. Localização das nascentes inseridas na ADA e AID.

PONTOS	COORDENADAS UTM (SIRGAS 2000)		COTA (m)	ÁREA DE INFLUÊNCIA	DISTÂNCIA DA LT (m)	REGIÃO HIDROGRÁFICA
	E	S				
NASCENTE_01	381609	779198	368	AID	238,57	Bacia do Rio Sucuriú
NASCENTE_02	386816	7792305	393	AID	444,47	Bacia do Rio Sucuriú
NASCENTE_03	388665	7792281	393	AID	178,53	Bacia do Rio Sucuriú
NASCENTE_04	400684	7788159	413	AID	89,87	Bacia do Rio Sucuriú
NASCENTE_05	402055	7788018	422	ADA	-	Bacia do Rio Sucuriú
NASCENTE_06	402200	7787624	422	AID	319,21	Bacia do Rio Pântano

PONTOS	COORDENADAS UTM (SIRGAS 2000)		COTA (m)	ÁREA DE INFLUÊNCIA	DISTÂNCIA DA LT (m)	REGIÃO HIDROGRÁFICA
	E	S				
NASCENTE_07	405490	7787528	440	AID	201,37	Bacia do Rio Pântano
NASCENTE_08	406629	7787366	447	AID	257,12	Bacia do Rio Pântano
NASCENTE_09	406701	7786560	424	AID	481,55	Bacia do Rio Pântano
NASCENTE_10	409146	7786191	457	AID	244,66	Bacia do Rio Pântano
NASCENTE_11	418694	7778394	449	AID	116,06	Bacia do Rio Pântano
NASCENTE_12	419182	7778176	444	AID	286,96	Bacia do Rio Pântano
NASCENTE_13	419946	7777100	410	ADA	-	Bacia do Rio Pântano
NASCENTE_14	420327	7776877	408	AID	131,32	Bacia do Rio Pântano
NASCENTE_15	420444	7776596	409	AID	67,33	Bacia do Rio Pântano
NASCENTE_16	420297	7775814	393	AID	430,70	Bacia do Rio Pântano
NASCENTE_17	420836	7775727	399	ADA	-	Bacia do Rio Pântano
NASCENTE_18	438073	7762399	369	AID	348,45	Bacia do Rio Pântano
NASCENTE_19	449948	7755838	383	AID	194,58	Bacia do Rio Pântano
NASCENTE_20	449551	7755350	383	AID	381,74	Bacia do Rio Pântano
NASCENTE_21	450606	7755108	368	AID	58,16	Bacia do Rio Pântano
NASCENTE_22	451797	7754874	368	AID	122,43	Bacia do Rio Pântano
NASCENTE_23	452378	7754695	375	AID	203,36	Bacia do Rio Pântano
NASCENTE_24	452456	7754328	366	AID	90,12	Bacia do Rio Pântano
NASCENTE_25	454165	7754008	355	AID	97,87	Bacia do Rio Pântano

Fonte: IBGE, 2023. Adaptado por STCP Engenharia de Projetos, 2024.

Figura 43. Nascentes localizadas nas Áreas de Influência do Empreendimento (ADA e AID).



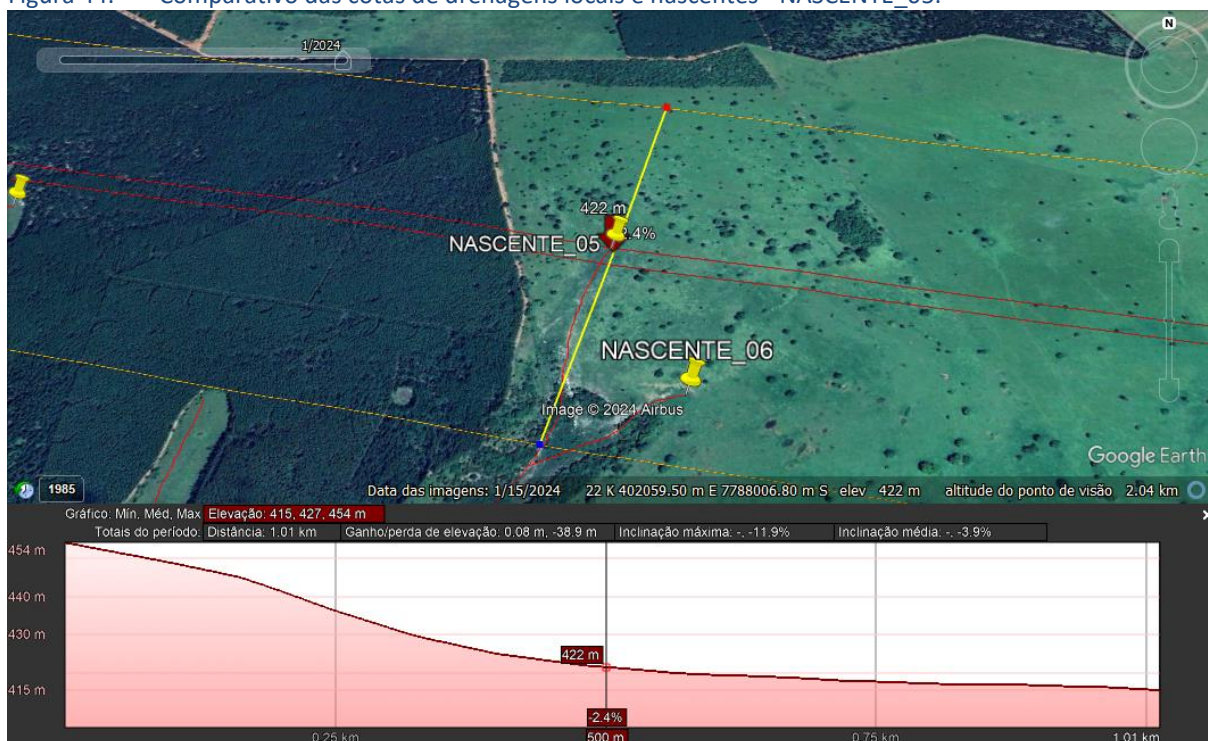
Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

1.1.9.3.4.1 Comparativo das cotas de drenagens locais e nascentes

A análise comparativa das cotas de drenagens locais e nascentes desempenha um papel fundamental no estudo hidrogeomorfológico de uma determinada região. Essa comparação fornece informações importantes sobre a dinâmica do fluxo de água e o relevo da área de estudo. Neste contexto, este tópico visa examinar e comparar as cotas altimétricas das drenagens locais e nascentes que interceptam a ADA, explorando suas variações e padrões ao longo do terreno. Ao entender as diferenças nas cotas de drenagens locais e nascentes, é possível identificar padrões de escoamento de água e promover a adoção de medidas adequadas de manejo e proteção ambiental.

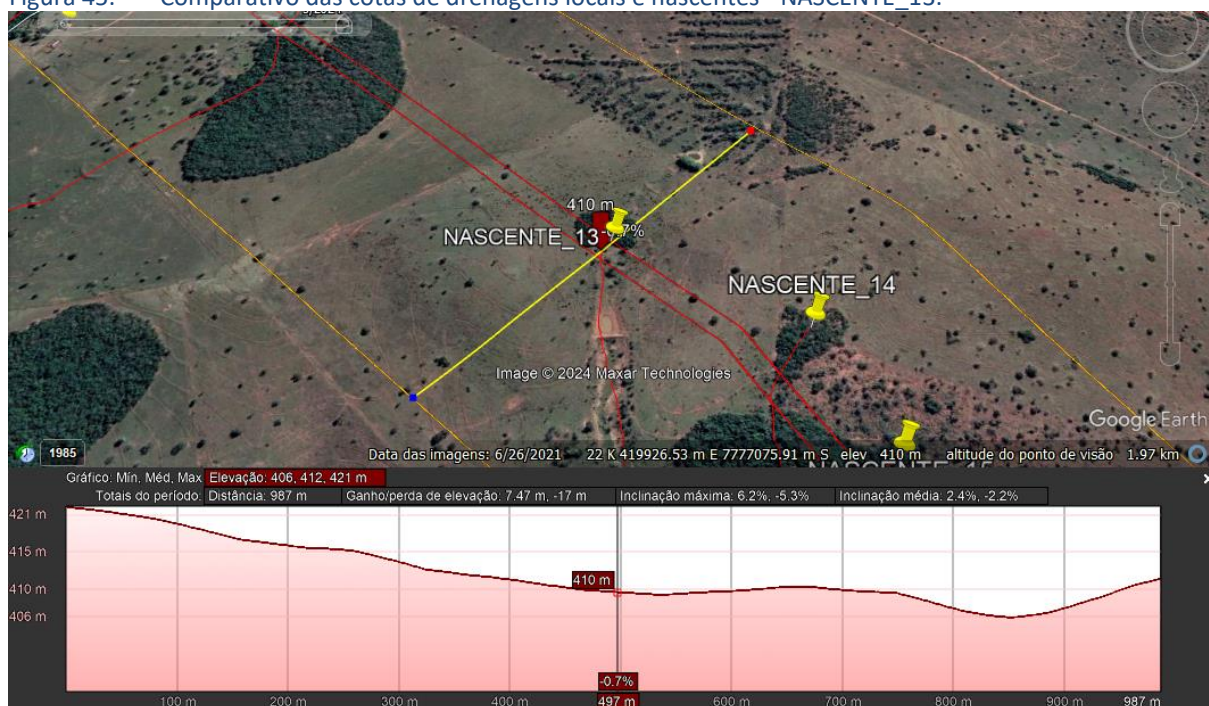
A seguir, demonstra-se o comparativo das cotas de drenagem e suas respectivas nascentes (Figura 44 a Figura 46).

Figura 44. Comparativo das cotas de drenagens locais e nascentes - NASCENTE_05.



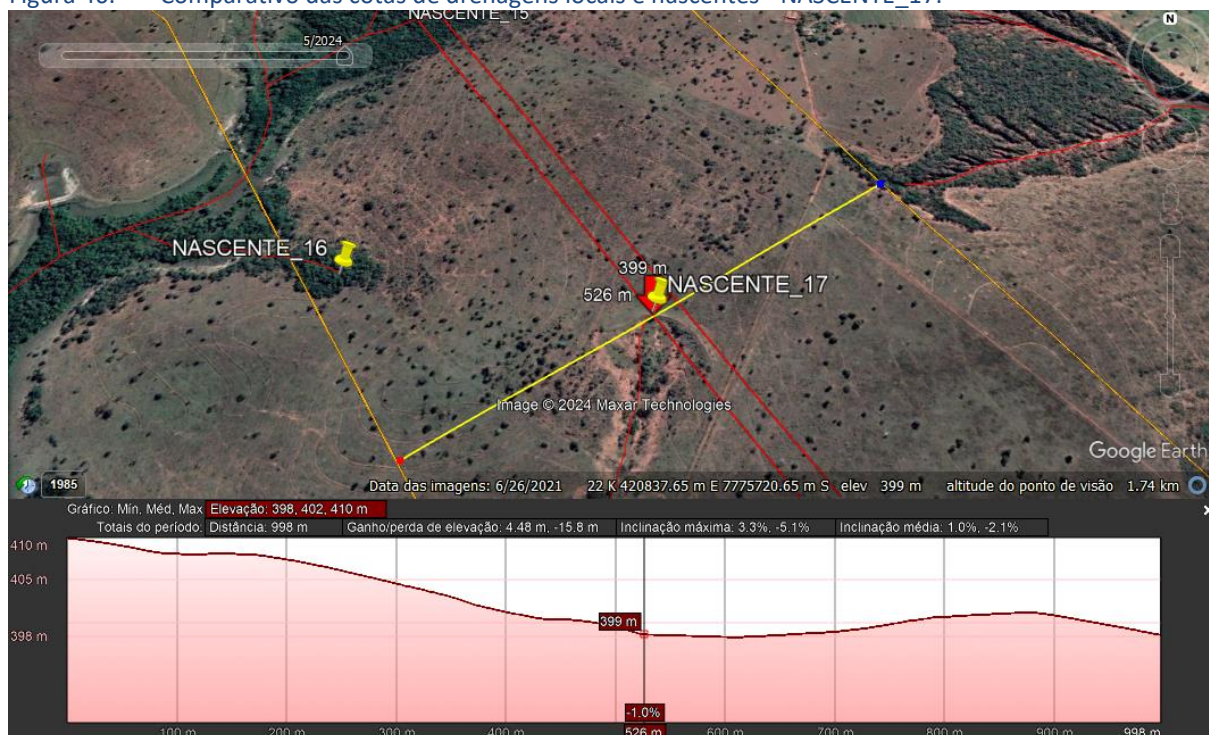
Fonte: Google Earth, 2024.

Figura 45. Comparativo das cotas de drenagens locais e nascentes - NASCENTE_13.



Fonte: Google Earth, 2024.

Figura 46. Comparativo das cotas de drenagens locais e nascentes - NASCENTE_17.



Fonte: Google Earth, 2024.

Observa-se que as áreas próximas da NASCENTE_05 apresentam uma significativa diferença altimétrica entre as cotas. Por outro lado, as demais áreas são caracterizadas por relevos íngremes e ondulados, sugerindo a possibilidade de maior velocidade de escoamento superficial nessas regiões.

Considera-se a necessidade de implementação de ações de mitigação nas áreas com maior variação de cotas para que não sejam identificados impactos relacionados a assoreamento e alteração da qualidade das nascentes da região.

1.1.9.3.5 Áreas alagáveis, zonas úmidas, lagos e outras feições hidrológicas

As áreas alagáveis e as zonas úmidas são ambientes aquáticos distintos, mas relacionados, que desempenham funções importantes nos ecossistemas e no ciclo hidrológico:

- **Áreas Alagáveis:** São áreas que periodicamente ficam inundadas por água devido a eventos naturais, como cheias de rios, marés ou precipitação intensa. As áreas alagáveis podem incluir planícies de inundação, várzeas, pântanos e manguezais.
- **Zonas Úmidas:** As zonas úmidas são áreas de terreno que estão permanentemente ou sazonalmente inundadas ou saturadas de água. Elas incluem uma variedade de ambientes, como pântanos, brejos, manguezais, lagos rasos e áreas úmidas costeiras.

Em resumo, enquanto as áreas alagáveis são definidas pela inundação periódica devido a eventos naturais, as zonas úmidas são caracterizadas por sua saturação permanente ou sazonal de água, abrangendo uma variedade de ambientes aquáticos e desempenhando diversas funções ambientais e socioeconômicas.

Na análise das imagens de satélite, identificou-se três áreas alagáveis dentro das áreas de interesse. Dessas, apenas uma localiza-se na ADA (Tabela 30).

Tabela 30. Localização das áreas alagáveis inseridas na AID e ADA.

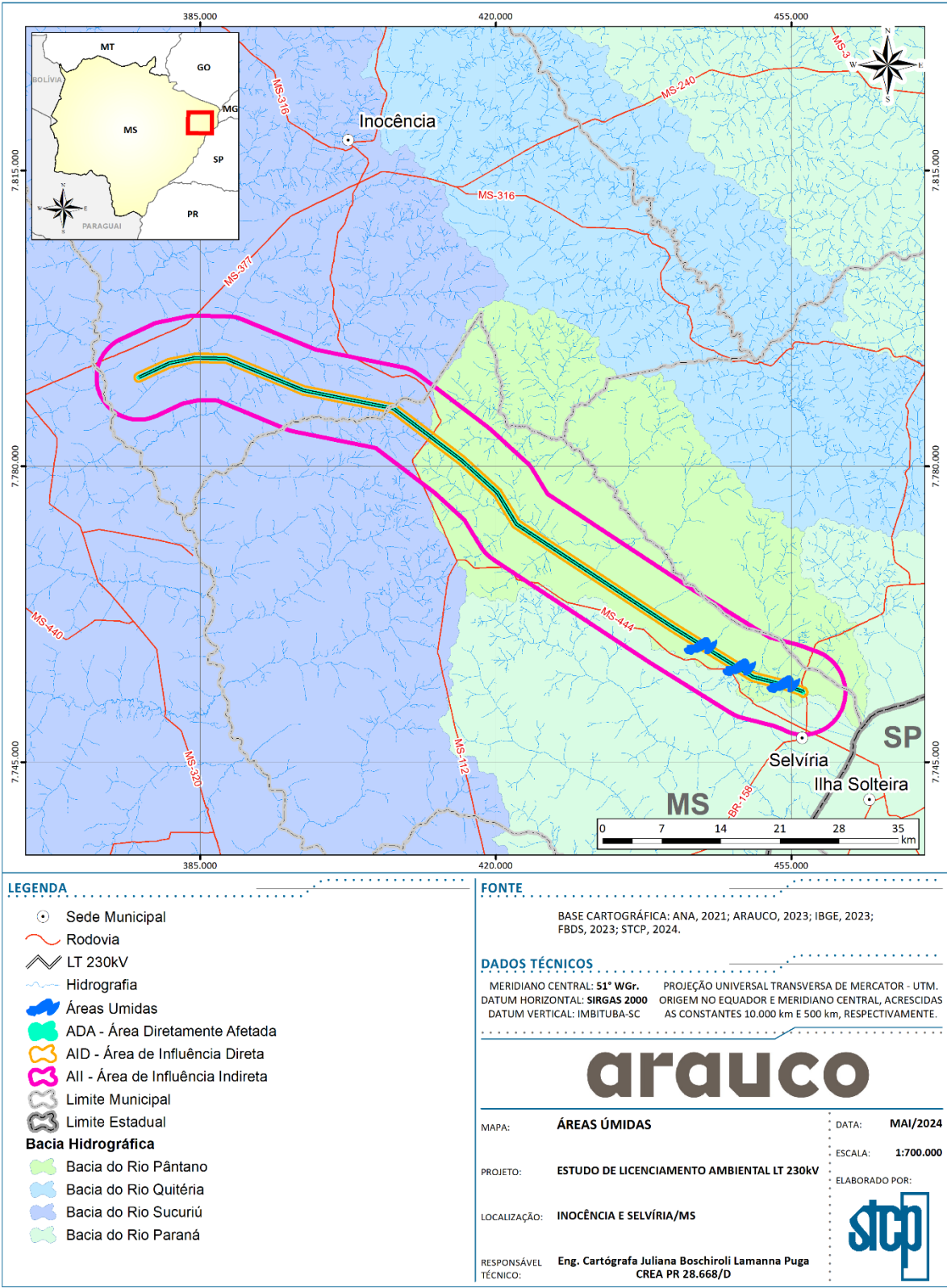
PONTOS	COORDENADAS UTM (SIRGAS 2000)		COTA (m)	ÁREA DE INFLUÊNCIA	DISTÂNCIA DA LT (m)	REGIÃO HIDROGRÁFICA
	N	E				
ÁREA_01	444230	7758701	365	AID	176,00	Bacia do Pântano
ÁREA_02	448850	7756170	399	AID	91,00	Bacia do Pântano
ÁREA_03	454044	7754170	400	ADA	-	Bacia do Pântano

Fonte: IBGE, 2023. Adaptado por: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

Observa-se na tabela que mesmo as áreas localizadas dentro da Área de Influência Direta (AID) estarão relativamente próximas da Linha de Transmissão, uma vez que o ponto denominado como ÁREA_01 está a uma distância de 176 metros e o ponto ÁREA_02 está ainda mais próximo, a apenas 91 metros de distância.

Na Figura 47, observa-se a localização espacial das áreas alagáveis inseridas na área de influência do empreendimento (AID e ADA).

Figura 47. Áreas alagáveis localizadas nas Áreas de Influência do Empreendimento (AID e ADA).



Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

1.1.10 Qualidade das Águas Superficiais

Considera-se que a avaliação do comportamento da qualidade do corpo hídrico pode ser determinada a partir da avaliação de diversos fatores locais, como o clima, a cobertura vegetal, a topografia, a geologia e o tipo do uso e manejo do solo (ROCHA *et al.*, 2008).

Em sistemas naturais, a vegetação nativa propicia a contenção de processos erosivos e a redução na lixiviação de materiais para o corpo hídrico. Já em sistemas antropizados, onde foi removida ou alterada a condição inicial do local, existe a tendência da depreciação da qualidade da água. Assim, as condições naturais, associadas às atividades humanas desempenhadas no local podem influenciar os parâmetros físicos, químicos e biológicos da água.

Ainda, a declividade local é um dos fatores que também implicam na qualidade da água, sendo que as influências antrópicas e naturais que atuam em pontos localizados a montante do trecho analisado podem impactar diretamente na qualidade do ponto jusante a este. Deve-se considerar que quando o corpo hídrico recebe contribuições acima do seu limite natural e não consegue realizar a autodepuração destes compostos, eles acabam sendo transportados, por meio de diferença de cotas, para níveis inferiores. Ressalta-se que a interpretação individual de cada parâmetro não deve inferir na condição geral da qualidade local, sendo necessária uma análise conjunta de todos os fatores para caracterizar a qualidade de uma área de abrangência.

1.1.10.1 Objetivos

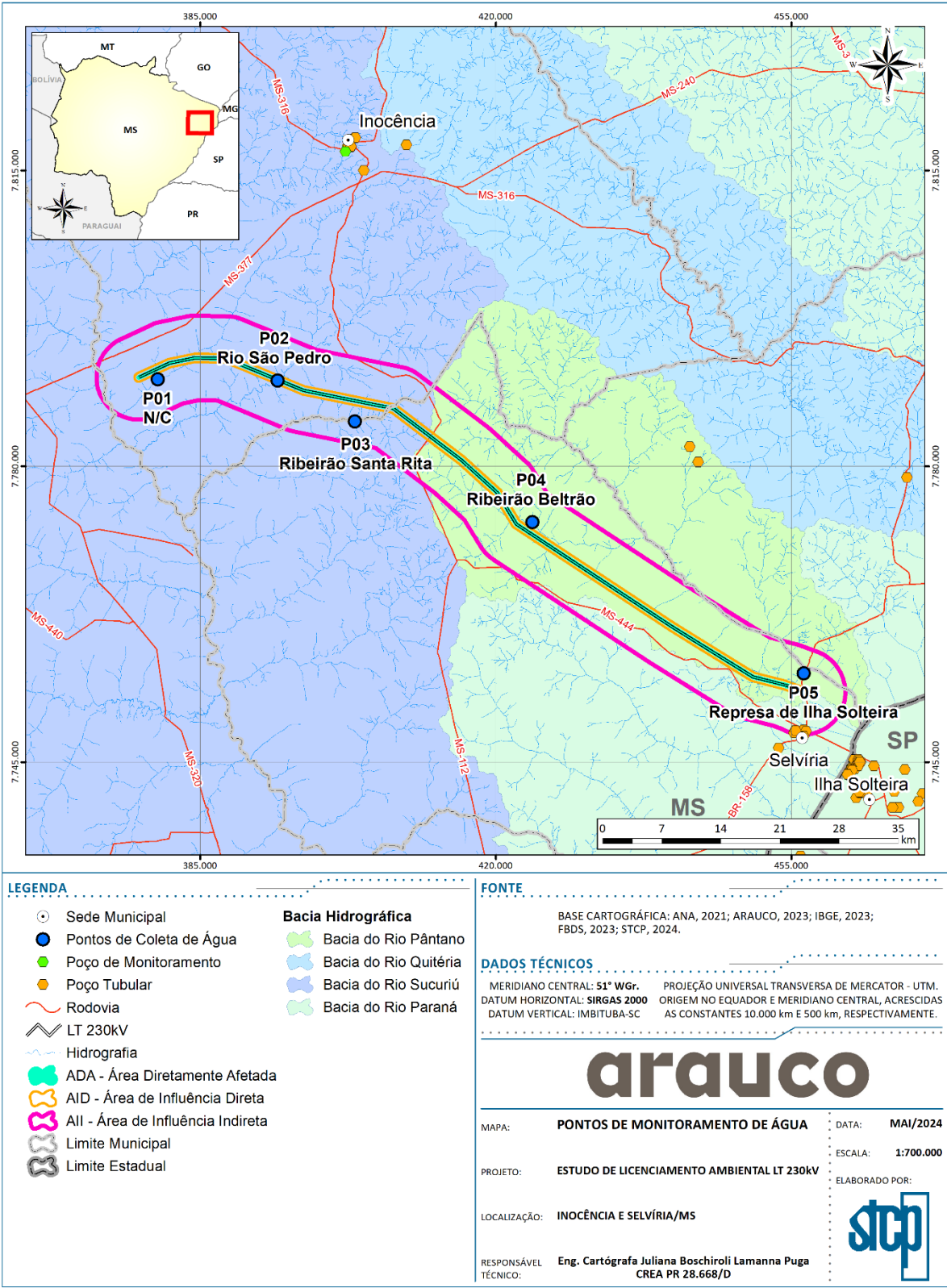
Avaliar o diagnóstico atual da qualidade física, química e biológica dos recursos hídricos identificados na área de influência do empreendimento. A avaliação da qualidade hídrica deverá considerar o levantamento de dados primários obtidos nas amostragens realizadas em campo, considerando as diretrizes estabelecidas na Resolução CONAMA nº 357/2005.

1.1.10.2 Metodologia

1.1.10.2.1 Abrangência

Para a definição das áreas relevantes ao estudo foi realizado primeiramente o levantamento via imagens de satélite e base de dados cartográficos para identificação de possíveis pontos amostrais, considerando a declividade local, áreas de drenagem, cursos hídricos existentes e o traçado da linha de transmissão. Dessa forma, estabeleceram-se 05 pontos para coleta de água superficial e amostragem de sua qualidade, visando o levantamento de dados primários para o presente estudo. A Tabela 31 apresenta as coordenadas geográficas de cada ponto e a Figura 48 ilustra a localização em relação à linha de transmissão, bem como as suas áreas de influência.

Figura 48. Mapa de localização dos pontos de coleta de água superficial.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

Tabela 31. Pontos de Coleta de Água Superficial

PONTO	CORPO HÍDRICO	MUNICÍPIO	COORDENADAS UTM (SIRGAS2000) – 22S	
			E (m)	N (m)
P01	Rio sem denominação	Inocência	380008	7790273
P02	Rio São Pedro	Inocência	394188	7790130
P03	Rio Ribeirão Santa Rita	Inocência	403313	7785301
P04	Rio Ribeirão Beltrão	Selvíria	424321	7773372
P05	Represa de Ilha Solteira	Selvíria	456445	7755471

Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

1.1.10.2.2 Qualificação Analítica em Laboratório

A execução das amostragens foi orientada pelas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT): I- NBR 9.897 – Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores – Procedimento; e II- NBR 9.898 – Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores – Procedimento. Também foram observadas as orientações do *Standard Methods for the Water and Wastewater*, elaborada pela Associação Americana de Saúde Pública (APHA). Assim, as amostras foram identificadas, refrigeradas e encaminhadas para análise no laboratório, AGALAB – Análise, Consultoria e Desenvolvimento de Projetos Técnico Científicos LTDA, localizado em São José do Rio Preto/SP.

A Tabela 32 apresenta os parâmetros analisados, bem como os métodos analíticos utilizados e ainda os limites de quantificação. As amostras encaminhadas ao laboratório foram qualificadas, em sua maioria, de acordo com o *Standard Methods for the Water and Wastewater*.

Tabela 32. Métodos analíticos, limites de quantificação e padrões de qualidade

PARÂMETRO	UNIDADE	LIMITE DE QUANTIFICAÇÃO	LIMITE RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357/2005 - CLASSE 2	MÉTODO ANALÍTICO
pH	---	1,470	6,0 - 9,0	PLAM-048
Condutividade	µS/cm	0,100	N.E.	SMWW, 23ª Ed., 2510 B, 2017
Oxigênio Dissolvido	mg/L	1,000	≥ 5	PLAM-177
Temperatura Laboratório	°C	1,000	N.E	PLAM-126 V.06
Temperatura do Ar	°C	20,000	N.E	---
Alumínio Dissolvido	µg/L	5,000	0,1	PLAM-141
Boro	µg/L	100,000	0,5	EPA 6010D:2018; EPA 3051A:2007
Cálcio	µg/L	1,000	N.E	EPA 6010D:2018; EPA 3051A:2007
Cádmio	µg/L	5,000	0,001	EPA 6010D:2018; EPA 3051A:2007

PARÂMETRO	UNIDADE	LIMITE DE QUANTIFICAÇÃO	LIMITE RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357/2005 - CLASSE 2	MÉTODO ANALÍTICO
Chumbo	µg/L	0,5000	0,01	EPA 6010D:2018; EPA 3051A:2007
Cloreto	mg/L	0,100	250	EPA, Método 300.1:1997
Cloro Residual Livre	mg/L	1,600	0,01	PLAM-063
Clorofila a*	µg/L	1,000	30	SMEWW 23ª Ed. 2017 Método 10200 H
Cobalto	µg/L	2,000	0,05	EPA 6010D:2018; EPA 3051A:2007
DBO (5 dias)	mg/L	5,000	5	SMWW, 23ª Ed., 5210B, 2017
DQO	mg/L	2,000	N.E.	SMWW, 23ª Ed., 5220 D, 2017
Cobre	µg/L	20,000	0,009	EPA 6010D:2018; EPA 3051A:2007
Ferro Dissolvido	µg/L	10,000	0,3	PLAM-141
Zinco	µg/L	1,470	0,18	EPA 6010D:2018; EPA 3051A:2007
Cor Verdadeira	UH mg Pt-Co/L	5,000	75	SMWW, 23ª Ed., 2120 C, 2017
Surfactantes	mg/L	0,100	N.E.	SMWW, 23ª Ed., 5540 C, 2017
Óleos e Graxas	mg/L	1,0000	0	SMWW, 23ª Ed., 5520B, 2017
Fósforo	µg/L	20,000	0,1	EPA 6010D:2018; EPA 3051A:2007
Nitrato	mg/L	0,5000	10,0	EPA, Método 300.1:1997
Nitrito	mg/L	0,1000	1,0	EPA, Método 300.1:1997
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	0,087	Obs. 1	SMWW, 23ª Ed., 4500-NH3 B. e D, 2017
Sólidos Totais	mg/L	5,000	N.E.	SMWW, 23ª Ed., 2540 B, 2017
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	5,000	500	SMWW, 23ª Ed., 2540 C, 2017
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	5,000	N.E.	SMWW, 23ª Ed., 2540 D, 2017
Turbidez	NTU	0,100	100	SMWW, 23ª Ed., 2130 B, 2017
Sódio	µg/L	300,000	N.E.	EPA 6010D:2018; EPA 3051A:2007
Potássio	µg/L	200,000	N.E.	EPA 6010D:2018; EPA 3051A:2007
Magnésio	µg/L	100,000	N.E.	EPA 6010D:2018; EPA 3051A:2007
Sulfato	mg/L	0,5000	250	EPA, Método 300.1:1997
Molibdênio	µg/L	2,000	N.E.	EPA 6010D:2018; EPA 3051A:2007
Silício	µg/L	5,000	N.E.	EPA 6010D:2018; EPA 3051A:2007

PARÂMETRO	UNIDADE	LIMITE DE QUANTIFICAÇÃO	LIMITE RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357/2005 - CLASSE 2	MÉTODO ANALÍTICO
Manganês	µg/L	2,000	0,1	EPA 6010D:2018; EPA 3051A:2007
Mercúrio	µg/L	0,100	0,0002	EPA 6010D:2018; EPA 3051A:2007
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1,8	1.000	SMWW, 23ª Ed., 9221 E, 2017
Coliformes Totais	---	---	N.E.	SMWW, 23ª Ed., 9223 B, 2017
Traço	%	1,000	N.E.	EPA 6010D:2018; EPA 3051A:2007
Ítrio Dissolvido	%	----	N.E.	PLAM-141

Fonte: AGALAB – Análise, Consultoria e Desenvolvimento de Projetos Técnico Científicos LTDA. Adaptador por STCP Engenharia de Projetos, 2024.

Para uma maior representatividade, os parâmetros oxigênio dissolvido, temperatura, pH e condutividade foram aferidos *in loco* por meio de multiparâmetro da marca AKSO, modelo AK88, nº de série 1022223. O certificado de calibração MET8570/23 do referido aparelho é apresentado no Anexo 4.

1.1.10.2.3 Padrões de Qualidade

Os corpos d'água são classificados quanto a sua qualidade e seus usos preponderantes de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005. Segundo essa Resolução, as águas doces são classificadas da melhor para pior qualidade em: Classe especial, Classe 1, Classe 2, Classe 3 e Classe 4.

Convém evidenciar que, conforme determina § 2º, artigo 15, da Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) nº 91/2008, será adotada a Classe 2 para os corpos hídricos ora estudados, por ainda não terem sido enquadrados por autoridade competente.

Art. 15. Na outorga de direito de uso de recursos hídricos, na cobrança pelo uso da água, no Licenciamento Ambiental, bem como na aplicação dos demais instrumentos da gestão de recursos hídricos e de meio ambiente que tenham o enquadramento como referências para sua aplicação deverão ser considerados, nos corpos de água superficiais ainda não enquadrados, os padrões de qualidade da classe correspondente aos usos preponderantes mais restritivos existentes no respectivo corpo de água.

(...)

*§2º Até que a autoridade outorgante tenha informações necessárias à definição prevista no parágrafo anterior e estabeleça a classe correspondente, poderá ser adotada, para as **águas doces superficiais**, a **classe 2**.*

Para tanto, o Conselho Estadual de Controle Ambiental – CECA por meio da Deliberação CECA nº 036/2012 dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais do Estado de Mato Grosso do Sul. A deliberação determina em seu Art. 49, que o

enquadramento dos corpos de água deverá ser dado conforme as normas e procedimentos definidos pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH e pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERH/MS.

A Resolução CERH/MS Nº 52/2018 dispõe sobre o enquadramento dos corpos de águas superficiais em consonância diretrizes estabelecidas na Deliberação CECA/MS Nº 36, de 27 de junho de 2012, e dá outras providências. Entretanto, não há enquadramento para as bacias objetos do presente estudo, como as bacias do rio Sucuriú e rio Pântano, bem como seus afluentes.

Desta forma, os resultados dos parâmetros físico e químicos foram comparados com os padrões de qualidade de águas doces, classificadas como Classe II, segundo o art. 15 da Resolução CONAMA Nº 357/05 e Classe II, de acordo com o art. 16 da Deliberação CECA nº036/2012. (Tabela 32).

1.1.10.2.4 Análise do Índice de Qualidade da Água (IQA)

O IQA é o principal índice de qualidade da água utilizado nos estados brasileiros e tem como principal objetivo avaliar a qualidade de corpos hídricos a partir da medição de suas características físicas, químicas e biológicas, classificando-as a partir de parâmetros de qualidade estabelecidos. O índice é composto por nove parâmetros e os seus respectivos pesos (Tabela 33). O resultado é obtido pela aplicação da Equação 1 e dos gráficos da Figura 49.

Tabela 33. Parâmetros e pesos para o Índice de Qualidade da Água (IQA)

PARÂMETRO	PESO (W)
Oxigênio dissolvido	0,17
Coliforme termotolerantes	0,15
Potencial hidrogeniônico – pH	0,12
Demanda bioquímica de oxigênio – DBO 5,20	0,1
Temperatura da água	0,1
Nitrogênio total	0,1
Fósforo total	0,1
Turbidez	0,08
Resíduo total	0,08

Fonte: Adaptado da ANA, 2023.

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

Equação 1

Onde:

IQA = Índice de qualidade das águas.

q_i = qualidade do i-ésimo parâmetro. Valor obtido a partir do gráfico de qualidade em função da sua concentração.

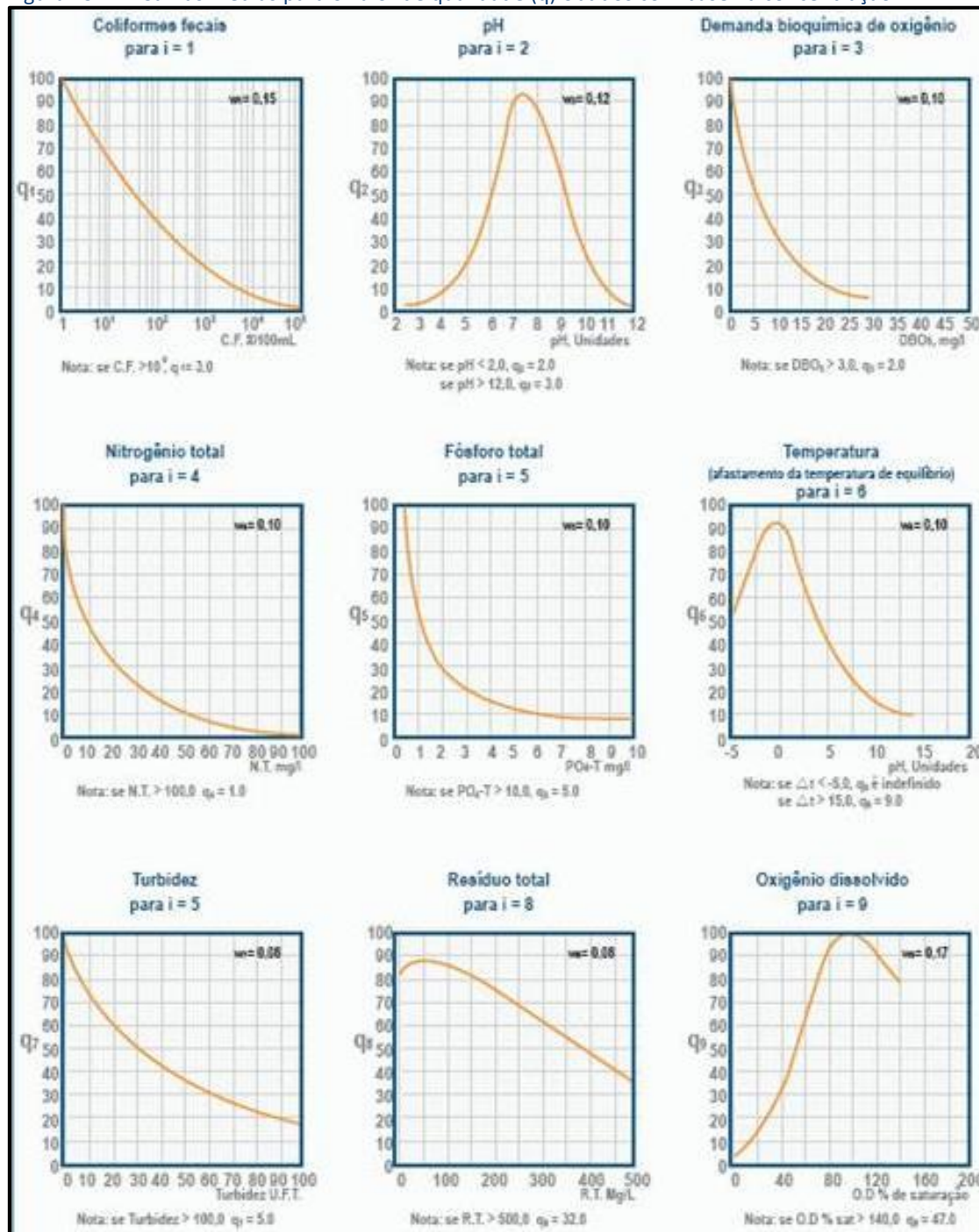
w_i = peso correspondente ao i -ésimo parâmetro fixado em função da sua importância para a conformação global da qualidade, de forma que:

$$\sum_{i=1}^n w = 1$$

Equação 2

Sendo n o número de parâmetros que entram no cálculo do IQA.

Figura 49. Curvas médias para o valor de qualidade (q) obtidos com base na concentração



Fonte: ANA, 2023.

De acordo com a ANA (2023), os valores de IQA são classificados por faixas, sendo que para o estado do Mato Grosso do Sul, as faixas e as suas interpretações são apresentadas na Tabela 34.

Tabela 34. Avaliação dos valores do Índice de Qualidade da Água (IQA) no Estado do Mato Grosso do Sul

FAIXA	CLASSIFICAÇÃO
80-100	ÓTIMA
52-79	BOA
37-51	RAZOÁVEL
20-36	RUIM
0-19	PÉSSIMA

Fonte: Adaptado da ANA, 2023.

1.1.10.2.5 Análise do Índice do Estado Trófico (IET)

O Índice do Estado Trófico (IET) tem por finalidade classificar corpos d'água em diferentes graus de trofia, ou seja, avalia a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo das algas ou ao aumento da infestação de cianobactérias (CETESB, 2021).

Neste índice, os resultados correspondentes ao fósforo (IET_{PT}) devem ser entendidos como uma medida do potencial de eutrofização, já que este nutriente atua como agente causador do processo. Já a avaliação da clorofila a (IET_{CL}), por sua vez, deve ser considerada como uma medida da resposta do corpo hídrico ao agente causador, indicando de forma adequada o nível de crescimento de algas que tem lugar em suas águas. Assim, o índice médio engloba, de forma satisfatória, a causa e o efeito do processo (CETESB, 2021).

O valor de IET será a média aritmética simples do IET_{PT} e IET_{CL} (Equação 3), obtidos pela Equação 4 e Equação 5 respectivamente.

$$IET = [IET(PT) + IET(CL)]/2 \quad \text{Equação 3}$$

$$IET(PT) = 10 * (6 - ((-0,42 - 0,36 * \ln(PT)/\ln(2))) - 20 \quad \text{Equação 4}$$

$$IET(CL) = 10 * (6 - ((-0,7 - 0,6 * \ln(CL)/\ln(2))) - 20 \quad \text{Equação 5}$$

Onde:

IET = Índice do Estado Trófico;

ET_{PT} = Índice do Estado Trófico para o Fósforo;

ET_{CL} = Índice do Estado Trófico para a Clorofila a ;

PT = Concentração de fósforo total ($\mu\text{g/L}$);

CL = Concentração de clorofila a ($\mu\text{g/L}$).

As classificações do estado trófico das águas estão segmentadas em seis categorias distintas: Ultraoligotrófico para valores iguais ou inferiores a 47, oligotrófico para valores entre 47 e 52,

Mesotrófico para valores entre 52 e 59, Eutrófico para valores entre 59 e 63, Supereutrófico para valores entre 63 e 67, e Hipereutrófico para valores acima de 67. Essa escala oferece uma maneira clara de avaliar e monitorar a saúde dos corpos d'água com base nos níveis de nutrientes presentes. Na interpretação dos resultados, os valores de IET obtidos são agrupados em classes que representam estados tróficos, conforme mostra a Tabela 35.

Tabela 35. Classificação do Índice do Estado Trófico (IET)

FAIXA	CLASSIFICAÇÃO
≤ 47	ULTRAOLIGOTRÓFICO
47 -52	OLIGOTRÓFICO
52-59	MESOTRÓFICO
59-63	EUTRÓFICO
63-67	SUPEREUTRÓFICO
> 67	HIPEREUTRÓFICO

Fonte: Adaptado da CETESB, 2021.

1.1.10.2.6 Caracterização dos Pontos de Qualidade das Águas

A seguir apresenta-se a caracterização dos pontos de monitoramento das águas superficiais.

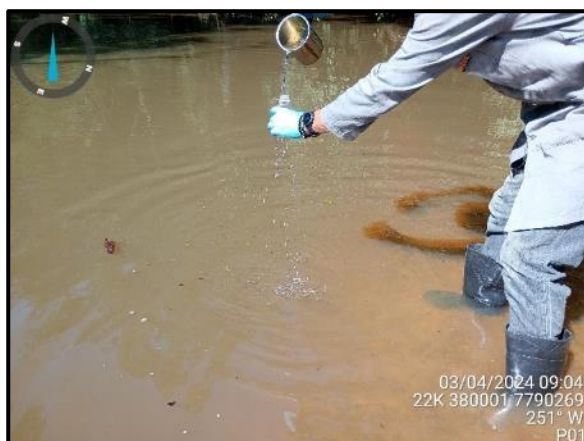
1.1.10.2.6.1 P01 – Curso hídrico sem denominação

O ponto 01 está situado a uma distância de 1.180 metros do eixo da linha e trata-se de um curso hídrico com regime perene. Durante visita a campo foi possível visualizar que as águas se encontravam turvas e com presença de sedimentos nas regiões marginais, decorrentes principalmente do carreamento de sedimentos identificados na área de drenagem. Apesar das condições identificadas, verificou-se a presença de pequenos peixes.

Próximo ao curso hídrico há uma área de fazenda com a criação de bovinos, onde verificou-se a presença de fezes e ainda o pisoteamento nas margens do rio, mesmo existindo uma cerca na beira da estrada. O curso hídrico em questão pode receber o escoamento superficial das áreas por onde a linha vai passar, e apresenta-se como um afluente do rio Sucuriú (Figura 50).

Figura 50. Pontos P01, Curso hídrico sem denominação





Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

1.1.10.2.6.2 P02 – Rio São Pedro

O ponto de coleta de amostras do Rio São Pedro (Figura 51) localiza-se a uma distância de aproximadamente 90 metros do eixo da futura linha de transmissão. O rio São Pedro compreende um curso hídrico com regime perene. Dentre as suas marginais, constatou-se durante visita de campo a preservação de parte da vegetação nativa, contraposta por uma área de pastagem onde observou-se o pisoteamento do solo e presença de fezes de animais que utilizam o local para dessedentação. O acesso dos animais ao curso hídrico contribui com a formação de sulcos e consequente carreamento de sedimentos.

Figura 51. Ponto P02, Rio São Pedro





Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

1.1.10.2.6.3 P03 – Ribeirão Santa Rita

O curso hídrico denominado Ribeirão Santa Rita apresenta regime perene, água límpida, transparente, com a presença de pequenos peixes (Figura 52). Verificou-se durante visita *in loco* a presença de sedimentos e consequente diminuição da faixa natural do rio. Além disso, visualizou-se a presença de resíduos da construção civil, como pequenos pedaços de concreto e tijolos. O rio apresenta mata ciliar em ambas as laterais e situa-se ao lado de ponte existente na região. Ainda, observou-se a presença de pegadas de animais de criação que utilizam o curso hídrico para dessedentação. As residências na fazenda vizinha estão a uma distância de 170 metros do rio, porém, não foi possível identificar se há lançamento de efluentes sanitários no curso hídrico.

O ponto de coleta das amostras no Ribeirão Santa Rita está situado a uma distância de aproximadamente 2.400 metros do eixo da linha, contudo, cabe informar que o local pode receber contribuições do escoamento superficial de outros afluentes que serão transpassados pela LT.

Figura 52. Ponto P03, Ribeirão Santa Rita



Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

1.1.10.2.6.4 P04 – Ribeirão Beltrão

O curso hídrico denominado Ribeirão Beltrão (Figura 53) apresenta regime perene e águas parcialmente turvas, com margens parcialmente cobertas por mata ciliar. O ponto amostral foi acessado por meio de uma fazenda, onde instaura-se sobre o local uma ponte de madeira, onde verificou-se a presença de sulcos. O ponto de coleta está situado a aproximadamente 1.300 metros do eixo da linha de transmissão. O curso hídrico Ribeirão Beltrão recebe contribuição de escoamento superficial de alguns cursos hídrico que serão interceptados pela futura LT. Ressalta-se que se identificou a formação de processos erosivos de grandes proporções a montante do ponto em questão.

Figura 53. Ponto P04, Ribeirão Beltrão



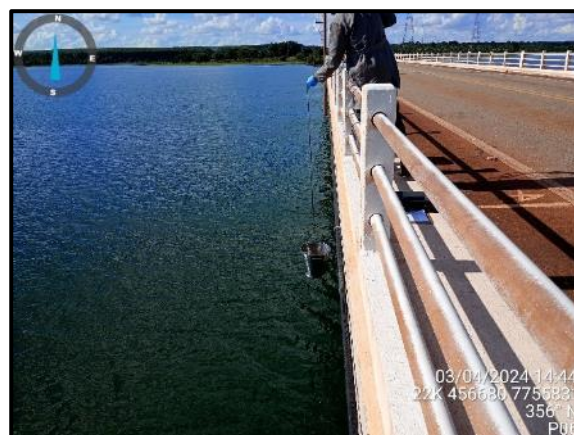
Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

1.1.10.2.6.5 P05 – Represa da Ilha Solteira

O ponto amostral P05 trata-se de um braço da Represa da Ilha Solteira (Figura 54). O ponto está situado a 2.464 metros de distância do eixo da linha, próximo ao início da subestação Ilha Solteira. A coleta foi realizada sob a ponte e como o auxílio de um balde e fitilho, a fim de realizar a coleta em região com maior vazão. No entorno da represa identificou-se mata ciliar nas margens, a área compreende de pastagens e presença de gado, além disso, foi verificada a pescaria em vários trechos da represa.

Figura 54. Ponto P06, Represa da Ilha Solteira





Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

1.1.10.3 Resultados e Discussão

Os resultados obtidos nas medições em campo e nas análises físicas, químicas e biológicas laboratoriais são apresentados por ponto de monitoramento na Tabela 36. A comparação foi realizada com os parâmetros de Classe 2 estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005. Os laudos analíticos originais do laboratório responsável pelas análises estão dispostos no Anexo 5.

Tabela 36. Resultados analíticos dos pontos de monitoramento das águas superficiais

PARÂMETROS	UNIDADE	RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357/2005 ¹	DELIBERAÇÃO CECA Nº 036/2012 ¹	PONTOS DE MONITORAMENTO				
				P01	P02	P03	P04	P05
pH	--	6,0 - 9,0	6,0 - 9,0	6,64	6,50	6,26	6,12	6,62
Condutividade	µS/cm	N.E.	N.E.	42,0	63,0	64,5	42,6	56,0
Oxigênio Dissolvido	mg/L	≥ 5	≥ 5	6,9	5,7	6,0	6,3	6,2
Temperatura da Água	°C	N.E.	N.E.	25,4	25,4	25,8	26,0	31,0
Alumínio dissolvido	mg/L	0,1	0,1	0,241	<0,02	0,0472	0,236	0,024
Boro total	mg/L	0,5	0,5	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cálcio	mg/L	N.E.	N.E.	3,352	8,063	7,1992	7,6035	2,95718
Cádmio total	mg/L	0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Chumbo total	mg/L	0,01	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cloreto total	mg/L	250	250	1,256	1,458	1,248	1,263	2,598
Cloro residual total	mg/L	0,01	0,01	<0,019	<0,019	<0,019	<0,019	<0,019
Clorofila A	µg/L	30	30	<1,600	<1,600	<1,600	<1,600	<1,600
Cobalto total	mg/L	0,05	0,05	0,0048	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

PARÂMETROS	UNIDADE	RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357/2005 ¹	DELIBERAÇÃO CECA Nº 036/2012 ¹	PONTOS DE MONITORAMENTO				
				P01	P02	P03	P04	P05
DBO	mg/L	5	5	3,22	3,52	2,29	1,84	3,88
DQO	mg/L	N.E.	N.E.	127,19	117,48	124,52	118,09	130,54
Cobre dissolvido	mg/L	0,009	0,009	0,01723	0,009	0,0076	0,0063	<0,002
Ferro dissolvido	mg/L	0,3	0,3	0,751	0,1388	0,15441	2,0531	0,08024
Zinco total	mg/L	0,18	0,18	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cor Verdadeira	mg Pt/L	75	75	180,7	223,8	137,360	394,520	19,680
Surfactante Las	mg/L	N.E.	0,5	0,120	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100
Óleos e graxas	Virtualmente	0	0	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
Fósforo total (ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários)	mg/L	0,1	0,1	0,04317	0,02082	<0,02	0,03034	1,93833
Nitrato	mg/L	10,0	10,0	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	2,068
Nitrito	mg/L	1,0	1,0	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100
Nitrogênio amoniacal	mg/L	Obs. 1	Obs. 1	<0,087	<0,087	<0,087	<0,087	<0,087
Sólidos Totais	mg/L	N.E.	N.E.	106	170	368	120	68
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	500	500	76	152	238	58	36
Sólidos Suspensos totais	mg/L	N.E.	N.E.	<5,000	24	152	62	<5,000
Turbidez	UNT	100	100	8,40	<0,039	12,300	15,800	8,690
Sódio	mq/L	N.E.	N.E.	0,548	4,9801	0,41366	<0,3	<0,3
Potássio	mq/L	N.E.	N.E.	2,35254	2,7217	1,88574	2,33026	1,93733
Magnésio	mg/L	N.E.	N.E.	1,41545	2,1635	2,28071	2,38685	1,39947
Sulfato	'	250	250	5,880	6,065	4,969	5,885	9,277
Molibdênio	mg/L	N.E.	N.E.	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Silício	mg/L	N.E.	N.E.	10,138	10,455	9,8609	9,9194	4,9569
Manganês total	mg/L	0,1	0,1	0,1075	0,1898	0,188	0,1846	0,08609
Mercurio total	mg/L	0,0002	0,0002	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Coliformes Termotolerantes (<i>Escherichia coli</i>)	UFC/100mL	1.000	1.000	920	280	48	430	<1,8
Coliformes Totais	UFC/100mL	N.E.	N.E.	Presença	Presença	Presença	Presença	Presença
Ítrio	%	N.E.	N.E.	113	114	113	114	114
Ítrio Dissolvido	%	N.E.	N.E.	11,3	114	11,400	11,400	11,400

Obs.1: 3,7mg/L N, para pH ≤ 7,5; 2,0 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0; 1,0 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5; 0,5 mg/L N, para pH > 8,5. Obs.2: Valores em **vermelho** representam concentrações acima do VMP da Resolução CONAMA nº 357/2005. Obs. 3: N.E. = Não Especificado na Resolução CONAMA nº 357/2005. Obs.4: ¹ Considerados de classe 2. Fonte: AGALAB – Análise, Consultoria e Desenvolvimento de Projetos Técnico Científicos Ltda.

A seguir são apresentados e discutidos os resultados dos parâmetros medidos em campo e os analisados em laboratório. Foram discutidos apenas os resultados que se apresentaram em desacordo com a Resolução CONAMA 357/2005. Os demais parâmetros, ou estiveram abaixo do limite de quantificação da técnica analítica empregada pelo laboratório, ou não apresentam limite definido pela Resolução em questão.

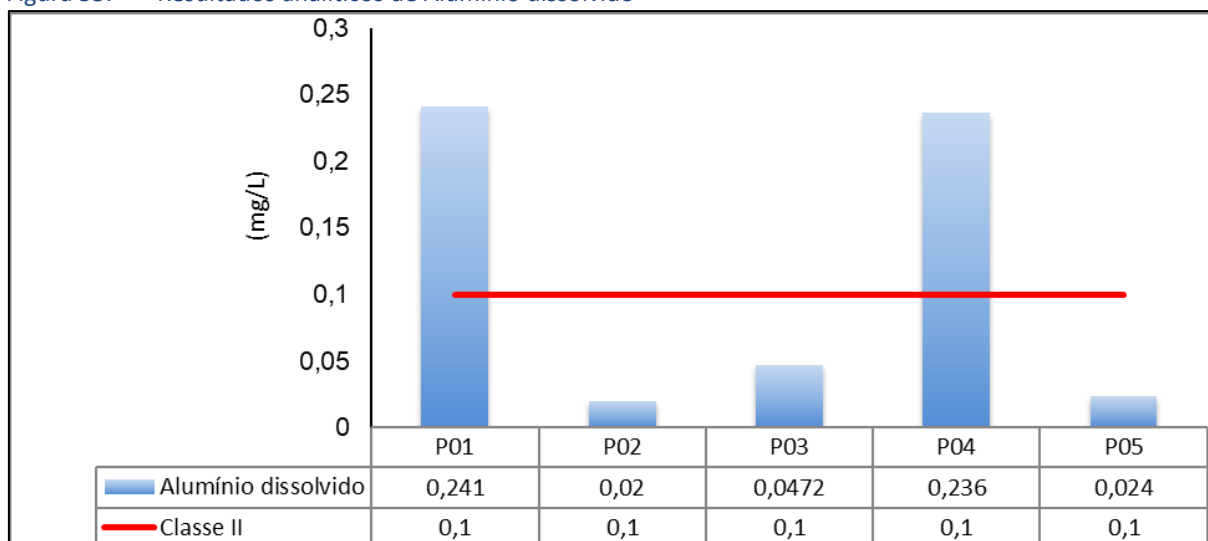
1.1.10.3.1 Alumínio Dissolvido

O alumínio é um elemento metálico abundante na crosta terrestre. Ocorre naturalmente no ambiente como silicatos, óxidos e hidróxidos, combinado com outros elementos, como sódio e flúor, e como complexos com matéria orgânica. O alumínio em meio aquoso pode ocorrer em diferentes formas, por exemplo, como óxidos de alumínio. A sua dissolução é influenciada pelo pH, temperatura e presença de fluoretos, sulfatos, matéria orgânica e outros ligantes e podem ocorrer naturalmente em função das características geológicas e edáficas da região. Apesar de ser naturalmente encontrado no

ambiente, alguns estudos apontam a possível associação a doenças quando em concentrações mais elevadas (CETESB, 2013).

Os resultados das análises apresentaram concentrações de alumínio dissolvido acima do limite nos pontos P1 e P4, com concentrações de 0,241 mg/L e 0,236 mg/L, respectivamente, sendo que o limite preconizado pela CONAMA nº 357/2005 para águas classe II é de 0,1 mg/L (Figura 55).

Figura 55. Resultados analíticos de Alumínio dissolvido



Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

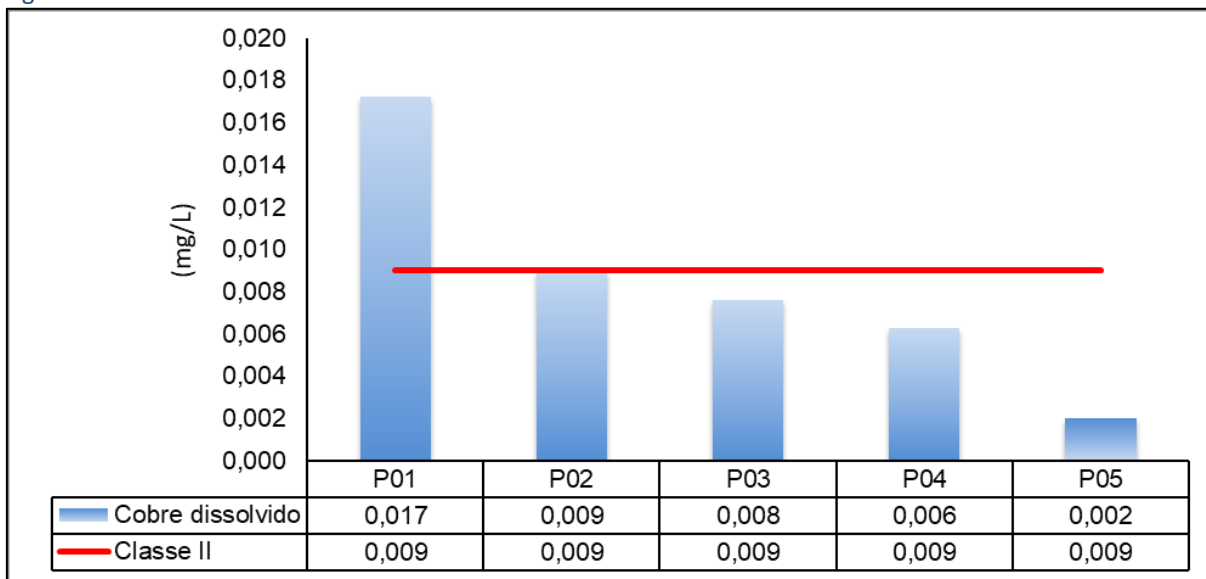
1.1.10.3.2 Cobre dissolvido

De acordo com a CETESB (2020), o cobre é abundante na natureza na forma de sulfetos, arsenitos, cloretos e carbonatos. Está naturalmente presente na atmosfera por dispersão pelo vento e erupções vulcânicas. O cobre elementar não se degrada no ambiente e suas principais fontes antropogênicas são: mineração, fundição, queima de carvão como fonte de energia e incineração de resíduos.

As principais formas solúveis de cobre encontradas na água são Cu^{2+} , $\text{Cu}(\text{HCO}_3)$ e $\text{Cu}(\text{OH})_2$, sendo que a maior parte do cobre dissolvido está na forma complexada e não como íon livre. O teor do metal na água potável está entre 0,005 e acima de 30 mg/L, dependendo das características da água, como pH e dureza. Níveis acima de 1 mg/L causam manchas em louças sanitárias e acima de 2,5 mg/L confere gosto amargo (CETESB, 2020).

O ponto P01 apresentou concentração de cobre dissolvido acima do limite estabelecido pela CONAMA nº 357/2005 (Figura 56), a análise realizada nesse ponto apresentou a concentração de 0,017 mg/L, quase o dobro do valor estipulado. A presença de metais nesses cursos hídricos acima do permitido pode estar relacionada com a origem geológica, bem como suas bacias de drenagem.

Figura 56. Cobre dissolvido



Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

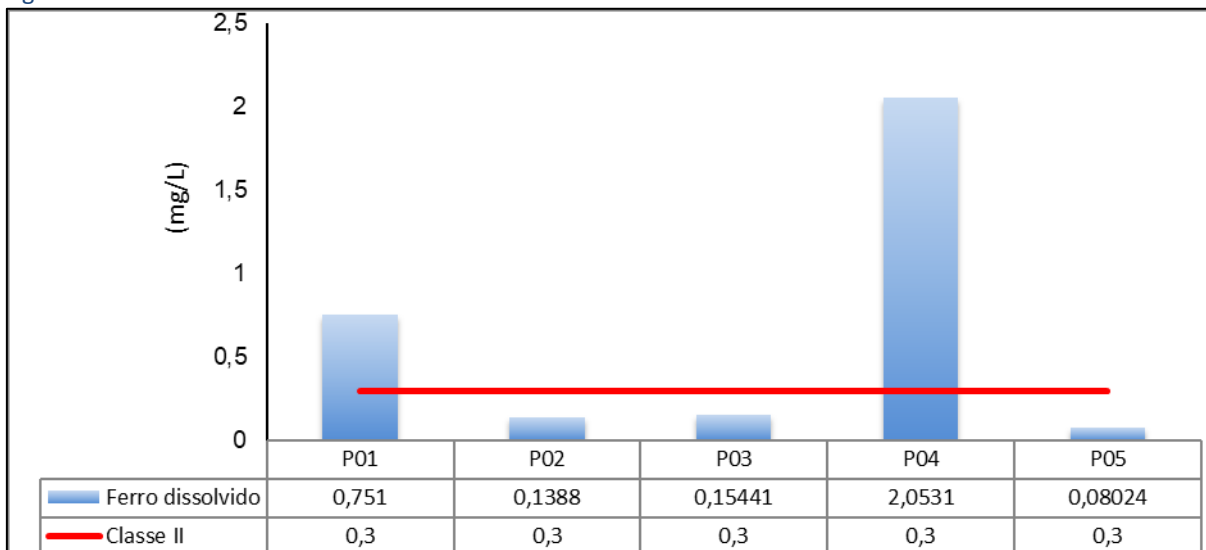
1.1.10.3.3 Ferro Dissolvido

Os metais são compostos químicos que possuem grande capacidade de toxicidade nos organismos vivos, sendo causadores de diversas doenças. A origem dos metais pode ser natural, por meio da lixiviação de rochas e minerais presentes no solo, ou por ação antrópica, como resíduos de atividades industriais e até domésticas (VON SPERLING, 2005). A Resolução CONAMA nº 357/2005 apresenta uma lista com 20 metais diferentes que devem ser monitorados nos corpos hídricos, estabelecendo um limite de concentração de cada um para cada classe de uso da água.

O ferro (Fe) é o segundo metal mais comum na crosta terrestre, apenas em menor quantidade que o alumínio. Suas fontes são minerais máficos como: magnetita, biotita, pirita, piroxênios, anfibólios e no ambiente natural, a origem desse elemento pode estar relacionada a depósitos orgânicos, detritos de plantas, podendo associar-se a colóides ou húmus, o que dá a cor amarelada à água (CPRM, 2008). O ferro é encontrado em praticamente em todas as águas, principalmente nas subterrâneas devido à dissolução mineral pelo gás carbônico. Quando encontrado em teores superiores a 0,5 mg/L, a água tem sua cor, odor e sabor alterados (CUSTÓDIO & LLAMAS, 1983).

Assim como para o parâmetro de alumínio dissolvido, as concentrações de ferro dissolvido nos pontos P01 e P04 apresentaram valores acima do padrão de qualidade definido por 0,03 mg/L (Figura 57). Ressalta-se que não foram identificadas indústrias próximas aos cursos hídricos, bem como não foi verificado o lançamento de efluentes. Desta forma, as concentrações acima do padrão podem estar associadas ao carreamento de solo das áreas expostas. A tipologia do solo, de cor avermelhada, pode apresentar elevada concentração de minerais ricos em óxidos e hidróxidos de ferro, resultando em maiores proporções desse elemento nos recursos hídricos.

Figura 57. Resultados analíticos de Ferro Dissolvido



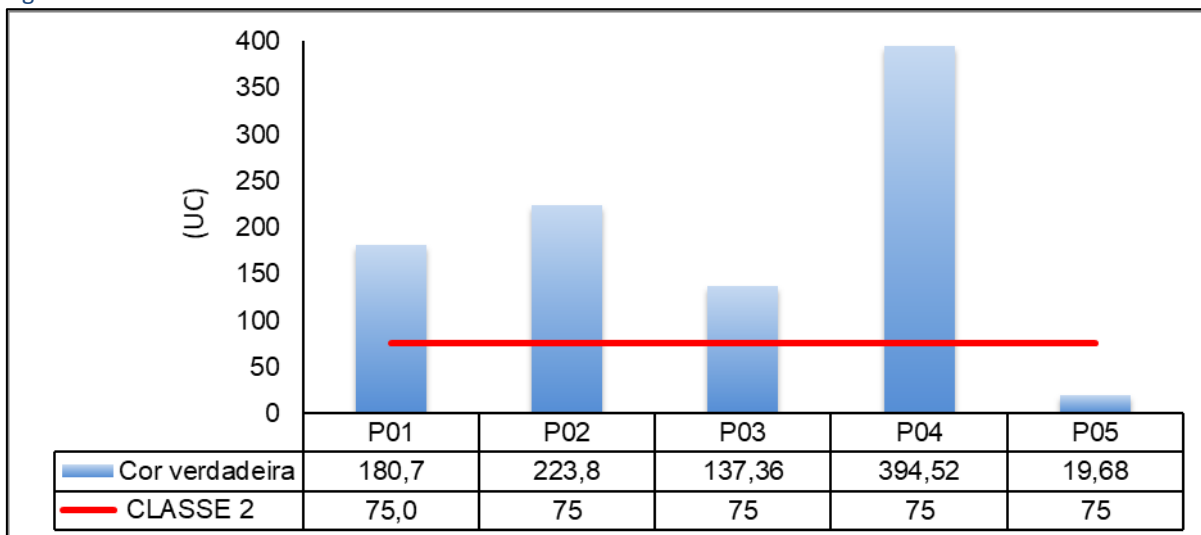
Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

1.1.10.3.4 Cor verdadeira

A análise de Cor Aparente e Cor Verdadeira servem para identificar e quantificar a cor em águas superficiais e subterrâneas, uma característica principalmente atribuída à presença de matéria orgânica natural, como a matéria húmica. Esta matéria é composta por ácidos húmicos e fúlvicos, ambos contribuindo para uma tonalidade marrom-amarelada na água. A intensificação dessa coloração pode ser causada pela presença de ferro, que forma humatos férricos solúveis.

Tendo em vista estes fatores, a Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece como valor de referência para águas doces de Classe II, o limite de 75 UC. Considerando as análises realizadas, todos os pontos apresentaram-se inconformes, com exceção do ponto P06 (Figura 58). Dentre os pontos inconformes, se destaca o ponto P04 com concentração de 394,52 UC, aproximadamente cinco vezes acima do limite de 75 UC. A ocorrência de processos erosivos, bem como o tipo de solo registrado na região podem contribuir com a coloração acentuada nos locais diagnosticados.

Figura 58. Resultados analíticos de Cor verdadeira



Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

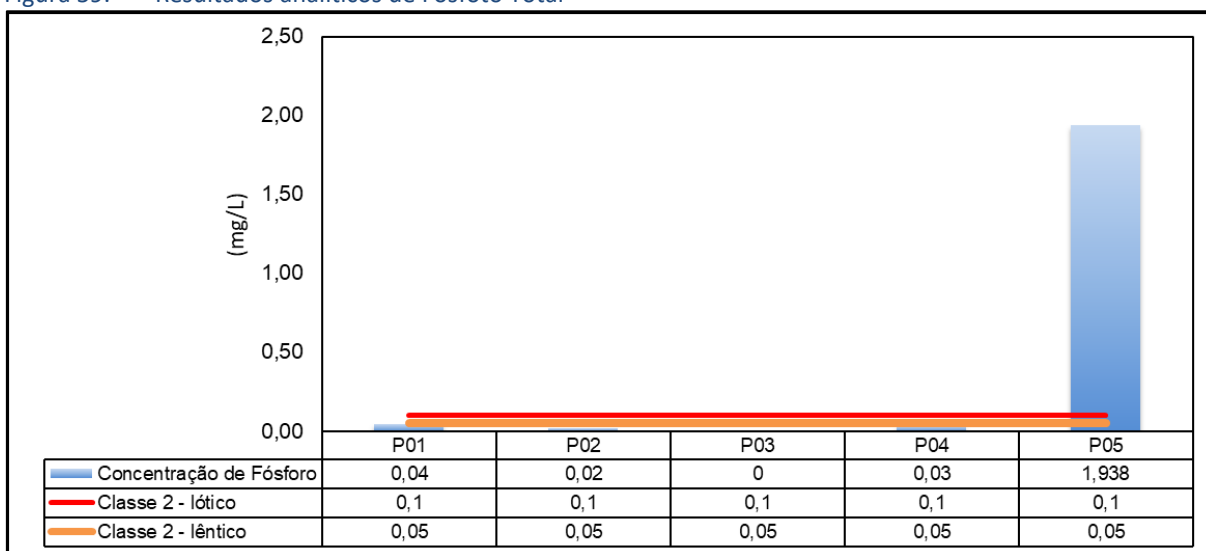
1.1.10.3.5 Fósforo Total

O fósforo pode se apresentar na água sob as formas de fosfatos orgânicos, ortofosfatos e polifosfatos. Em corpos hídricos pode ser originado pela dissolução de compostos do solo, decomposição de matéria orgânica, despejos de efluentes industriais e domésticos, detergentes e fertilizantes. Não apresenta problemas de ordem sanitária em águas de abastecimento, mas da mesma forma que o nitrogênio, está associado ao processo de eutrofização quando em concentrações elevadas (VON SPERLING, 1996).

A Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece o limite de 0,1 mg/L para ambientes lóticos, sistema aquático caracterizado por fluxo de água constante e 0,05 mg/L para ambientes lênticos, como lagos e lagoas com água parada ou sem correnteza. Os resultados analíticos do fósforo total são apresentados na Figura 59. Considerando que o ponto P05 trata-se de um reservatório de águas represadas, sua concentração apresentou-se acima do padrão de 0,05 mg/L para ambientes lênticos.

Como citado anteriormente, a principal causa para aumento da concentração de fósforo total em um corpo hídrico pode estar associada à presença de matéria orgânica. A matéria orgânica é, na maioria das vezes, carregada aos corpos hídricos por causas antrópicas como lançamento de efluentes domésticos em ocupações urbanas, escoamento superficial em regiões de agricultura devido ao uso de fertilizantes e algumas tipologias de indústrias que também podem ter grande concentração de matéria orgânica em seus efluentes. Ainda, em sistemas hídricos com regimes estagnados pode-se observar uma baixa recirculação de oxigênio e consequente declínio na depuração de compostos orgânicos.

Figura 59. Resultados analíticos de Fósforo Total



Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

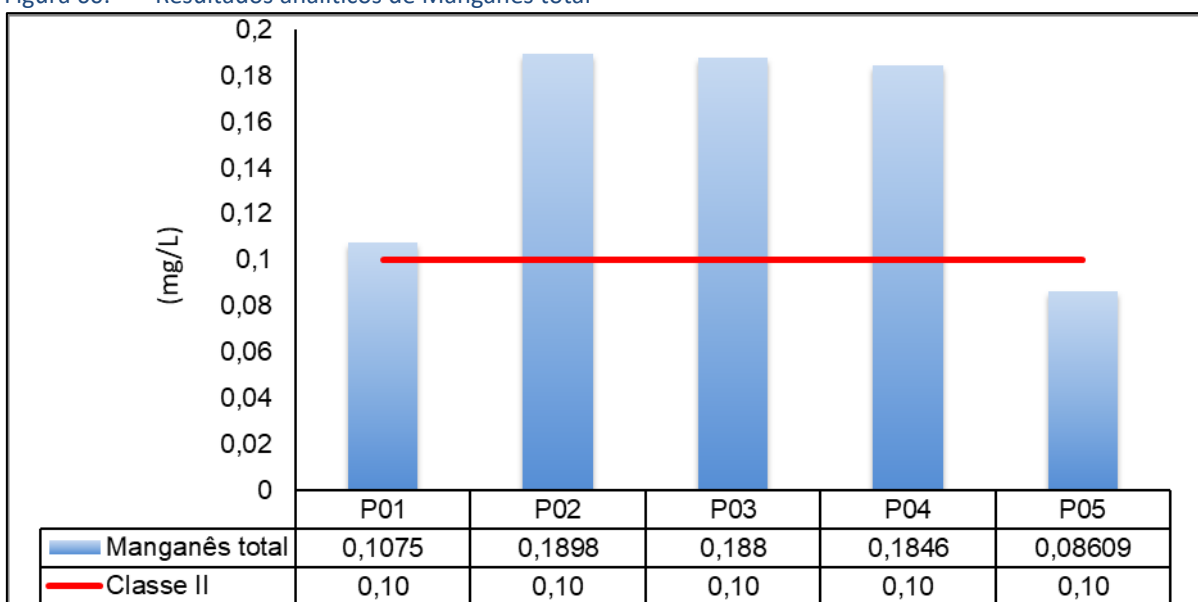
1.1.10.3.6 Manganês total

O manganês (Mn) tem uma dinâmica semelhante ao do ferro e também é um metal considerado como micronutriente no ambiente natural, por isso é determinado em concentrações mais elevadas

(ESTEVEES, 1998). Este metal tem a sua oxidação variando de Mn^{2+} até Mn^{7+} e em condições redutoras, assim como o Fe, tende a ser encontrado solúvel na forma de Mn^{2+} .

A Resolução CONAMA nº 357 de 2005 preconiza o limite de 0,10 mg/L de Manganês total para águas classe II. As concentrações de Manganês total variaram entre 0,10 e 0,18 mg/L (Figura 60). Essas concentrações podem estar relacionadas com a lixiviação do solo e consequente dissolução desse composto na água. O único ponto que se apresentou em conformidade com a resolução foi o P05, localizado no reservatório.

Figura 60. Resultados analíticos de Manganês total



Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

1.1.10.3.7 Índice de Qualidade da Água (IQA)

A partir dos resultados obtidos nas análises físicas, químicas e biológicas foi possível determinar o IQA para os pontos amostrais P01, P02, P03, P04 e P05. Esses índices representam um panorama das condições dos corpos hídricos avaliados. Os valores calculados para o IQA de cada ponto podem ser observados na Tabela 37, assim como a classificação.

Todos os resultados obtidos indicam que a região onde será implantada a linha de transmissão possuem um IQA pertencente à classe “boa” (Tabela 37). Ressalta-se que, majoritariamente, os parâmetros que fazem parte do cálculo do IQA, como oxigênio, coliformes, pH, DBO, temperatura, nitrogênio, fósforo, turbidez e resíduos totais, apresentaram-se dentro das conformidades da Resolução CONAMA nº 357/2005. O P05, que apresentou inconformidade para fósforo, apresentou o menor valor de IQA entre os corpos hídricos diagnosticados.

Tabela 37. Resultados do Índice de Qualidade das Águas (IQA)

PONTO	VALOR IQA	CLASSE DE QUALIDADE DA ÁGUA
P01	65,91	BOA
P02	67,73	BOA

PONTO	VALOR IQA	CLASSE DE QUALIDADE DA ÁGUA
P03	70,52	BOA
P04	67,51	BOA
P05	63,8	BOA

Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

1.1.10.3.8 Índice do Estado Trófico (IET)

Por meio da correlação das concentrações de fósforo total e clorofila foi realizado o cálculo do IET para os pontos amostrais de águas superficiais, conforme mostra a Tabela 38. Todos os pontos apresentaram concentrações iguais para o parâmetro de clorofila a, sendo o valor abaixo do limite de quantificação do laboratório (<1,600 µg/L).

Os pontos P2 e P3 apresentaram valores próximos de fósforo total e por isso foram classificados como oligotróficos. Segundo a Agência Nacional das Águas (ANA, 2023), essa classe representa corpos hídricos limpos, de baixa produtividade, em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre os usos da água, decorrentes da presença de nutrientes.

Os pontos P01, P04 e P06, que apresentaram uma concentração maior de fósforo total, acabaram sendo classificados como mesotróficos. Essa classe representa corpos hídricos com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis, na maioria dos casos.

Tabela 38. Resultados do Índice do Estado Trófico (IET)

PONTO	FÓSFORO (µg/L)	CLOROFILA A (µg/L)	VALOR IET	CLASSIFICAÇÃO
P01	43,17	1,6	53,83	MESOTRÓFICO
P02	20,82	1,6	51,89	OLIGOTRÓFICO
P03	20	1,6	51,83	OLIGOTRÓFICO
P04	30,34	1,6	52,91	MESOTRÓFICO
P05	1937,330	1,6	57,24	MESOTRÓFICO

Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

1.1.11 Recursos Hídricos subterrâneos

1.1.11.1 Objetivos

Como objetivo do presente capítulo considera-se apresentar a caracterização hidrogeológica detalhada contemplando a área de ocorrência, tipos, litologia, propriedades físicas e hidrodinâmicas dos aquíferos presentes na área de influência do empreendimento. A metodologia aplicada para elaboração deste laudo foi desenvolvida de modo a atender o cumprimento dos objetivos propostos em atendimento ao termo de referência do órgão.

1.1.11.2 Metodologia

Para reconhecimento inicial da caracterização hidrogeológica houve o levantamento de dados secundários como mapas, relatórios e imagens na literatura técnica e científica, bem como em

publicações oficiais no contexto na região em que se insere o empreendimento e suas áreas de influência. Entre os principais mapeamentos empregados citam-se:

- SEMADESC (2010) – Plano Estadual de Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul;
- ANA (2016) – Áreas Aflorantes dos Aquíferos e Sistemas Aquíferos do Brasil;
- CPRM (2014) – Mapa Hidrogeológico do Brasil ao Milionésimo;

1.1.11.3 Resultados

1.1.11.3.1 Sistemas Aquíferos

Os sistemas aquíferos são compostos a partir da união de dois ou mais aquíferos, que compõe um domínio espacial com limites em superfície e profundidade e que podem ou não estar relacionados entre si (CPRM, 2014).

De acordo com SEMADESC (2010) e ANA (2016), a região da área de estudo apresenta dois aquíferos aflorantes: 1) o Sistema Aquífero Bauru: um domínio hidrogeológico poroso; e 2) o Sistema Aquífero Serra Geral: um domínio hidrogeológico fraturado e menos expressivo no local de estudo em relação a área ocupada, porém com grande importância para a captação de água subterrânea.

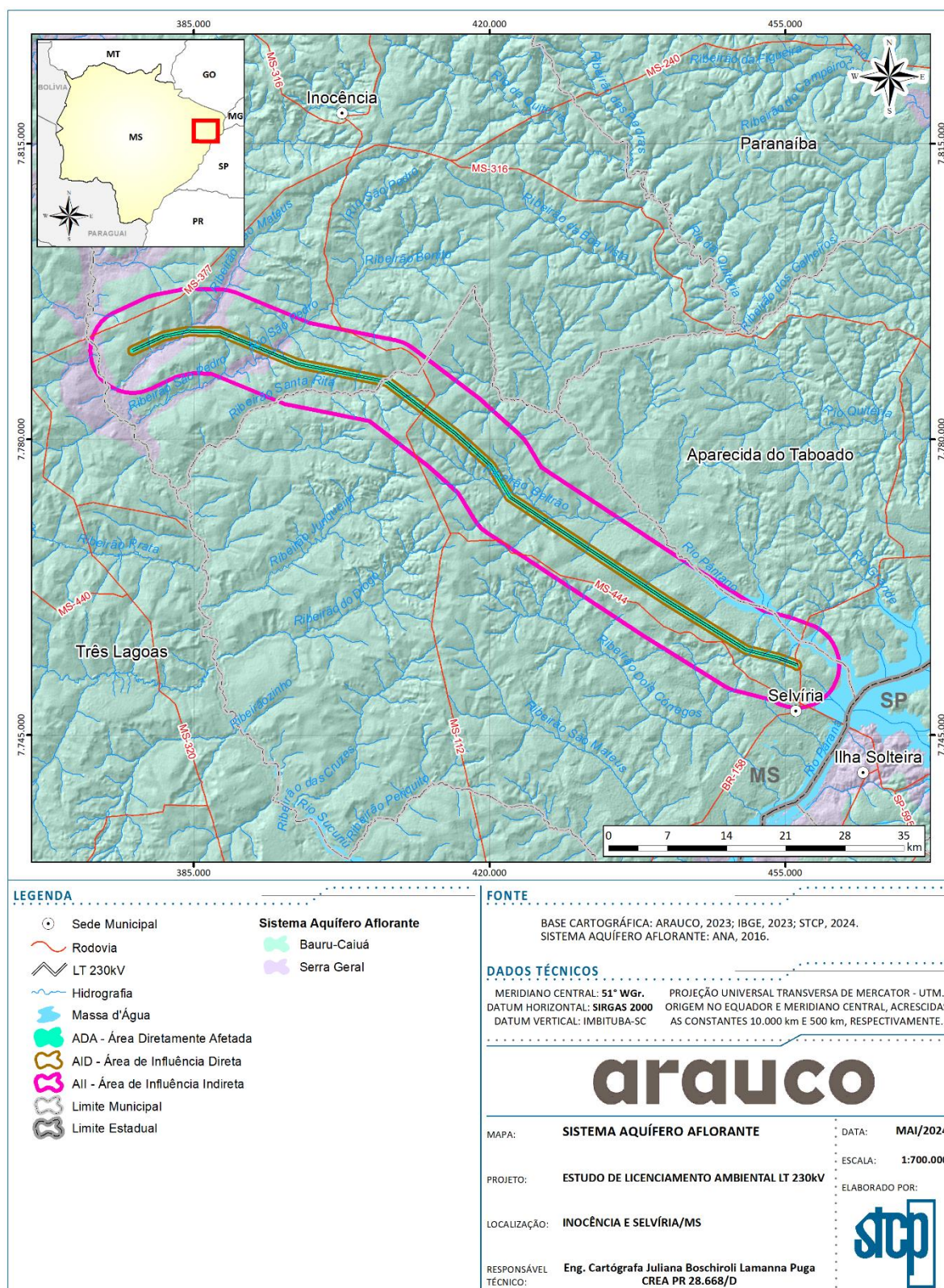
1.1.11.3.1.1 Sistema Aquífero Bauru

O Sistema Aquífero Bauru (SAB) é composto por rochas sedimentares da Bacia do Paraná, dos Grupos Bauru e Caiuá. É uma unidade hidrogeológica livre, pontualmente semiconfinada e confinada, com extensão regional e contínua (DAEE, 1979) e extensão vertical variada, com espessura média de 100 a 150m (Paula e Silva, 2003). Esse sistema é classificado como um aquífero poroso, com porosidade granular, composto por rochas do Grupo Bauru, as quais possuem teor elevado de material argiloso e silteoso, portanto, é moderadamente permeável, heterogêneo a anisotrópico (IPT, 1999).

1.1.11.3.1.2 Sistema Aquífero Serra Geral

O Sistema Aquífero Serra Geral (SASG) é composto por basaltos e diabásios, que rochas são tipicamente impermeáveis, compondo um aquífero do tipo fraturado, livre, com produção de água subterrânea condicionada principalmente a falhas e fraturas sobretudo em calhas de rios. Apresenta grande extensão lateral e extensão vertical variada e, por depender de fatores estruturais, a produtividade é altamente variável. Vale ressaltar que esse sistema está sobreposto ao aquífero Guarani, o maior reservatório de água subterrânea do planeta, portanto, comumente o SASG é perfurando com o objetivo de atingir o aquífero sotoposto, e frequentemente ambos aquíferos são explorados pelo mesmo poço. Apesar de pouco expressivo na região de estudo, as áreas que abrangem o SASG apresentam grande potencial de exploração de água, sobretudo quando associadas a estruturas geológicas, principalmente devido a facilidade e ao custo da construção de poços tubulares que podem oferecer boas vazões e alta qualidade de água.

Figura 61. Mapa do sistema aquífero



Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

1.1.11.3.2 Aquíferos

Os aquíferos, ou unidades aquíferas, são determinados a partir de unidades estratigráficas (Figura 62) estabelecidas, definição de geometria, tipo de ocorrência, características hidrodinâmicas e morfológicas (CPRM, 2014). No Sistema Aquífero Bauru estão manifestadas duas unidades aquíferas: Unidade Aquífera Rio do Peixe e Unidade Aquífera Santo Anastácio. E no Sistema Aquífero Serra Geral há ocorrência da Formação Serra Geral. As principais unidades aquíferas presentes na área de estudo serão descritas na Tabela 39.

Tabela 39. Síntese das Unidades Aquíferas.

SISTEMA AQUÍFERO	AQUÍFERO	UNIDADE HIDROESTRATI GRÁFICA	PRINCIPAIS LITOLOGIAS	DADOS HIDRODINÂMICOS		
				VAZÃO (M ³ /H)	VAZÃO ESPECÍFICA (M ³ /H/M)	TRANSMISSIVIDADE E (M ² /DIA)
BAURU	Rio do Peixe	Grupo Bauru	Arenitos, siltitos e lamitos arenosos	0,5 a 3	0,5 a 3	10 a 100
	Santo Anastácio	Grupo Caiuá	Arenitos	5 a 20	0,3 a 1	20 a 200
SERRA GERAL	Serra Geral	Formação Serra Geral	Basaltos	3 a 60	0,2 a 9,0	1 a 95

Fonte: Mendonça et al., 1999.

1.1.11.3.2.1 Unidade Aquífera Rio do Peixe

Estratigraficamente, a Formação Rio do Peixe está inserida dentro do Grupo Bauru, o qual é pertencente a Supersequência Bauru, conforme detalhado no capítulo de geologia. Essa unidade é composta por arenitos intercalados com siltitos ou lamitos arenosos, em camadas tabulares de espessuras submétricas, com grãos muito finos a finos de seleção moderada a boa. Devido as características litológicas descritas, o aquífero Rio do Peixe pode ser classificado como um aquífero sedimentar, contínuo, livre a semiconfinado e com extensão regional. Em relação aos poços perfurados nesse aquífero, segundo a CPRM (2012) as profundidades variam de 35 a 124 m, com níveis estáticos entre 5,0 e 32,0 m e com vazão média de 12,28 m³/h.

1.1.11.3.2.2 Unidade Aquífera Santo Anastácio

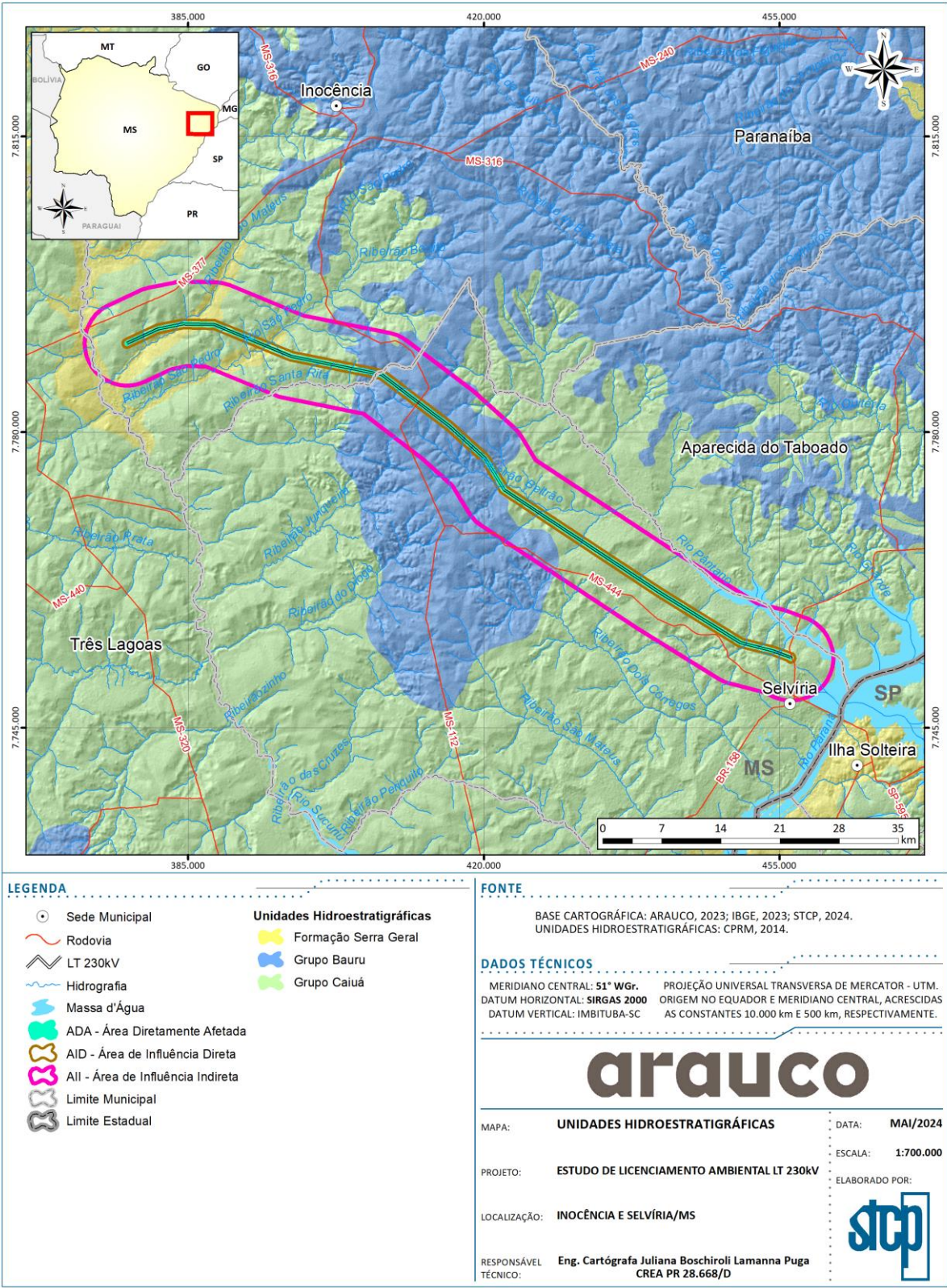
A Unidade Aquífera Santo Inácio corresponde a Formação Santo Inácio, pertencente ao grupo Bauru e detalhada anteriormente. Essa unidade é constituída por arenitos de granulação fina a média, com grau de seleção regular a ruim, que ocorrem principalmente como bancos maciços com espessuras métricas a decimétricas, chegando a 100m, em cotas baixas de rios afluentes do Rio Paraná, principalmente na margem esquerda. Apesar da composição arenosa, que favorece o armazenamento e transmissão da água subterrânea, a espessura da unidade é pequena e devido a este fator há poucas informações a respeito de suas características hidrodinâmicas. As vazões variam de 5 a 20 m³/h, com vazão específica de 0,3 a 1,0m³/h/m e transmissividade de 20 a 200 m²/dia.

1.1.11.3.2.3 Unidade Aquífera Serra Geral

A Unidade Aquífera Serra Geral é convergente com Formação Serra Geral, pertencente ao Grupo São Bento, composta por rochas de derrames basálticos com textura fanática, de espessuras variadas e

ocorrência em partes superiores de escarpas, em morros testemunhos e em vales de grandes rios. Devido a estruturação maciça, a água é armazenada e flui através de descontinuidades existentes nas rochas, portanto, as características hidrodinâmicas são muito variadas a depender da porção do derrame em que está localizado o poço analisado. De maneira geral, a vazão varia de 3,0 a 6,0 m³/h, com vazão específica de 0,2 a 9,0 m²/h/m e transmissividade de 1 a 95 m²/dia.

Figura 62. Mapa de unidades Hidroestratigráficas



Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

1.1.11.3.3 Dados hidrodinâmicos

Para compreender como ocorre o fluxo da água subterrânea, os potenciais exploratórios e a recarga e descarga dos aquíferos, são necessárias informações de dados hidrodinâmicos, que consistem em; permeabilidade, porosidade, transmissividade e vazões. A área de estudo é contemplada por dois tipos de domínios hidrogeológicos, o que promove características hidrodinâmicas distintas para cada domínio, com valores e padrões de ocorrências diversos, os quais serão descritos a seguir com base em dados de poços tubulares profundos perfurados nesses dois sistemas aquíferos analisados.

De acordo com SEMADESC (2010), a taxa de infiltração no Sistema Aquífero Bauru, é de em média 10% e a área de recarga em todo o sistema é de aproximadamente 134.000 km², sendo estimada uma reserva renovável de 19.597x10⁶ m³/ano e explotável de 3.920x10⁶ m³/ano. A permeabilidade do aquífero é variada, com média de 0,5 m/dia, e porosidade efetiva de 5 a 15%, resultando em uma transmissividade estimada na ordem de 10 m²/dia a 100 m²/dia (CETESB, 2024). Devido as características hidráulicas descritas, as vazões médias são pequenas, de aproximadamente 15 m³/h e com vazões específicas variando entre 0,03 a 5,0 m³/h/m, sendo a profundidade média dos poços de 110 m. Apesar de as vazões médias serem baixas, alguns poços perfurados apresentam grandes vazões, e essa variação ocorre devido a diversidade litofaciológica do Grupo Bauru que geram contatos, tanto verticais quanto laterais, de sedimentos com diferentes porosidades e permeabilidades (Paula e Silva, 2003). Por der um aquífero livre com recarga natural direta pela infiltração de água pluvial, os níveis d'água são relativamente rasos, concordante com o relevo e com sentido de fluxo em direção às drenagens.

No Sistema Aquífero Serra Geral, a taxa de infiltração média é de 8%, com área de recarga total estimada em 50.476,3 km², apresentando uma reserva renovável de 5.788x10⁶ m³/ano e reserva explotável de 1.156x10⁶ m³/ano (SEMADESC, 2010). A vazão média dos poços do SASG é de 14,3m³/h. Segundo Lastoria *et al.* (2006), A profundidade dos poços perfurados na Formação Serra Geral no estado do Mato Grosso varia de 30 a 300 m, com profundidade média de 100 a 150 m e devido ao tipo de domínio hidrogeológico fraturado do aquífero, o aumento da profundidade não corresponde diretamente ao aumento da vazão dos poços. Em relação a produtividade de poços perfurados no SASG, a disposição das fraturas e demais estruturas é mais relevante do que a profundidade final da perfuração, portanto há maior produtividade em regiões com maior densidade estrutural (LASTORIA, 2002) e conseqüentemente, não há padrão para os níveis d'água. Devido ao fluxo das águas subterrâneas nesse aquífero dependerem diretamente das fraturas e demais discontinuidades nas rochas, os parâmetros hidráulicos do aquífero não apresentam total ou parcial homogeneidade como apresentam em aquíferos granulares.

Segundo a base de dados online SIAGAS – Sistema de Informações de águas Superficiais, há 09 poços tubulares outorgados contemplados pela AII. Não foram identificados poços nas ADA e AID.

1.1.12 Ruído e Vibrações

O conceito de som ou ruído apresenta-se como o resultado da vibração acústica capaz de produzir sensação auditiva, causada pela propagação de ondas mecânicas, em um meio elástico, compreendidas na faixa de frequência de 16 a 20.000 Hertz (Hz). O som como poluição, está associado ao “ruído estridente” ou ao “som não desejado”. Conclui-se então, que embora o conceito de som esteja perfeitamente definido pela física, o conceito de “som não desejado”, como poluição, é relativo, conforme observado por Braga *et al.* em 2002. Para fins práticos, o som pode ser medido pela pressão que exerce no sistema auditivo humano, e, à medida em que essa pressão provoca danos à saúde humana, comportamentais ou físicos, ela deve ser tratada como poluição.

De acordo com a escala logarítmica especial para a representação de níveis de pressão sonora, zero dB representa o limiar da audição, isto é, a pressão mínima de 20 μ Pa, e aproximadamente 120 dB representa o limiar da dor, isto é, a pressão máxima de 20 Pa. Ainda, o ouvido humano não é estimulado linearmente pela intensidade física do som, sendo capaz de ouvir determinadas frequências melhor do que outras. Assim, a ponderação próxima à sensibilidade auditiva humana é chamada curva de compensação “A”, cuja unidade é dB (A).

No Brasil, a NBR 10.151/2019 é a norma que dispõe sobre a medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas e estabelece os limites de níveis de pressão em função da finalidade de uso e ocupação do solo, tanto para o período diurno quanto noturno. A norma apresenta-se como a mais atual para avaliação sonora ambiental referente à atividade de empreendimentos com potencial poluição, visando a garantia da saúde humana e do sossego público.

Além da propagação de ruído em diferentes níveis, a implantação da linha pode gerar vibração durante a instalação das torres e movimentação de veículos e maquinários. A vibração é um movimento oscilatório que pode ser descrito em termos de deslocamento, velocidade ou aceleração e pode ser medida por meio da velocidade de vibração de partícula, em mm/s. Em casos de valores muito elevados, a vibração pode causar desconforto físico à população adjacente a sua emissão, ocasionando danos à saúde e às estruturas de edificações próximas.

No estado do Mato Grosso do Sul e a nível federal não existem normativas regulamentadoras para avaliação da vibração. No entanto, para o diagnóstico do presente estudo será utilizada a Decisão Diretoria nº 215/2007 do Estado de São Paulo, que propicia a avaliação de incômodo causado por vibrações utilizadas em atividades poluidoras. Os limites de velocidade de vibração de partículas (pico), considerando os tipos de áreas e período do dia (CETESB, 2007).

No contexto do presente empreendimento, considera-se a alteração dos níveis de ruídos e vibrações inerentes do local durante as obras de instalação da LT. As alterações podem se dar em detrimento da abertura da faixa de servidão, traslado de caminhões e maquinários, e perfurações para instalação das torres e cabos, principalmente no período diurno. Ainda, e segundo Bezerra (2012), durante a operação de uma LT, pode-se ter a propagação dos ruídos através do campo elétrico da linha, que se permeia por meio do Ruído Audível (RA), Rádio Interferência (RI) e Interferências em Sinais de Televisão (TVI).

1.1.12.1 Objetivos

Realizar o diagnóstico atual dos níveis de ruído e de vibração nas áreas críticas adjacentes as atividades de instalação e operação da LT.

1.1.12.2 Metodologia

A metodologia disposta para levantamento dos níveis de *background* de ruído e vibração ambiental na área de influência do presente estudo apresenta-se a seguir.

1.1.12.2.1 Localização

Visando o levantamento de dados primários para o diagnóstico dos níveis sonoros e de vibração existentes na área de influência do empreendimento, foram avaliados cinco (05) pontos distintos, nos períodos diurno e noturno (Figura 63). Para o monitoramento, foram priorizados pontos residenciais próximos à futura instalação da LT, considerando que as normativas previstas, tanto para ruídos como vibração, preconizam a aferição de conforto e sossego público. Vale informar que não foram identificadas áreas de infraestrutura como escolas, posto de saúde, comércio local ou igrejas, nas áreas de influência da LT. A disposição dos pontos em relação à LT pode ser observada na Tabela 40.

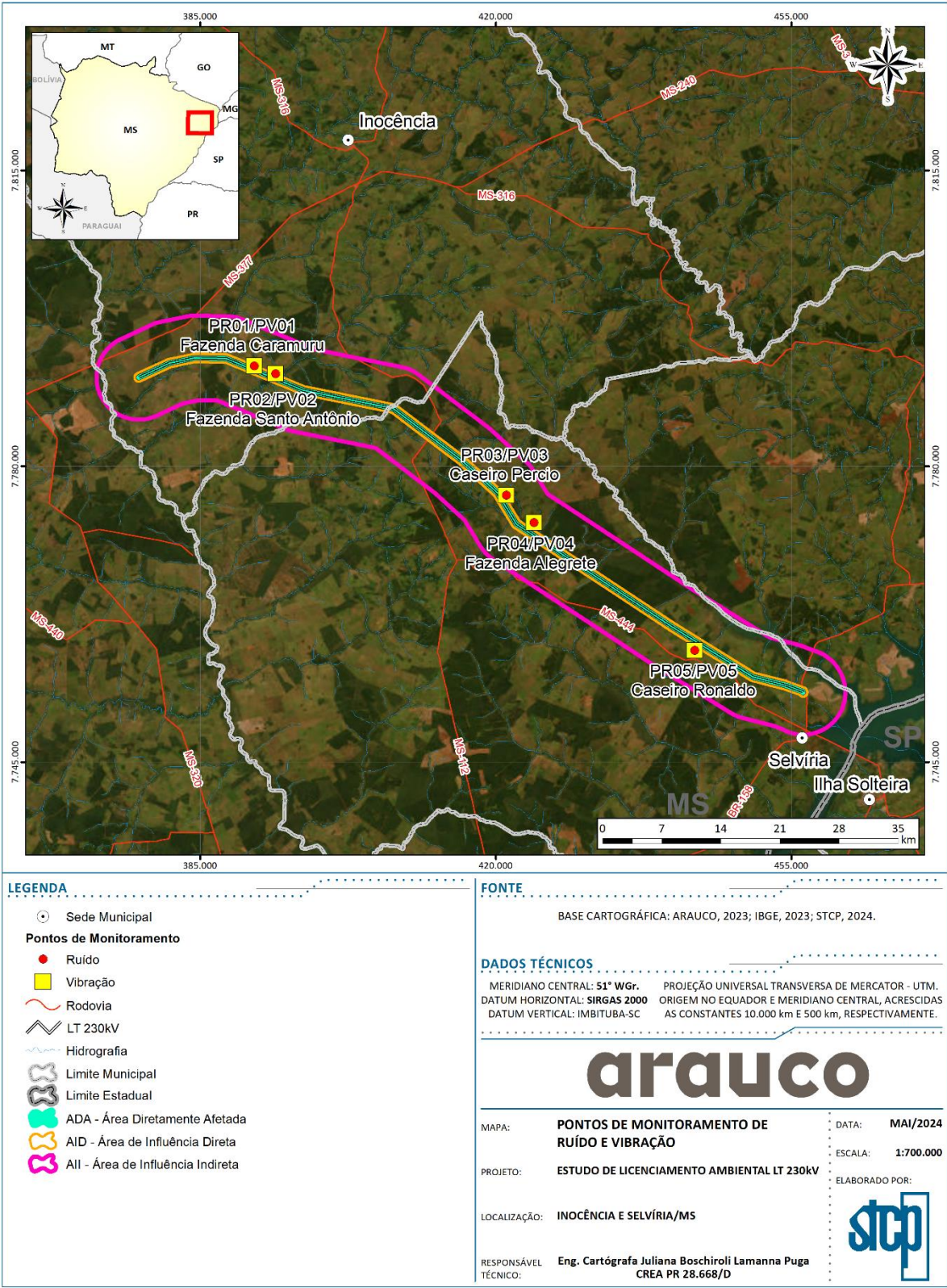
Tendo em vista a ausência de zoneamento definido na área de estudo, os locais em que se encontram os pontos de amostragem foram classificados, de acordo com o uso do solo, como áreas de residências rurais (Tabela 40). Ainda, durante visita a campo identificou-se a presença de chácaras, sítios e fazendas, que desenvolvem atividades relacionadas a pecuária, silvicultura e agricultura. Ressalta-se que o Plano Diretor do município de Inocência está sendo revisado e não foi identificada no Plano Estratégico de Organização Territorial – PEOT uma classificação das áreas de interesse do presente estudo. O Município de Selvíria também não apresenta Plano Diretor definido com as classificações estabelecidas para suas zonas.

Tabela 40. Classificação das áreas em que estão localizados os pontos amostrais

PONTO	MUNICÍPIO	CLASSIFICAÇÃO DA ÁREA	COORDENADAS UTM		LOCALIZAÇÃO	DISTÂNCIA ATÉ A LT (M)
			N	E		
PR1/PV1	Inocência	Áreas de residências rurais	391406	7791821	AID	420
PR2/PV2	Inocência	Áreas de residências rurais	393930	7790916	AII	550
PR3/PV3	Selvíria	Áreas de residências rurais	421231	7776538	AII	735
PR4/PV4	Selvíria	Áreas de residências rurais	424506	7773315	AII	1.300
PR5/PV5	Selvíria	Áreas de residências rurais	443553	7758205	AII	950

Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

Figura 63. Mapa de localização dos pontos de medições de ruído e vibração



Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

1.1.12.3 Ruído

Conforme preconizado pela ABNT NBR 10.151/2019, utilizou-se para a avaliação do presente estudo o equipamento denominado sonômetro Octava Plus, medidor integrador de nível sonoro da marca Criffer, cujas especificações estão apresentadas na Tabela 41. O equipamento possui Certificado de Calibração nº S024486/2023 (Anexo 6), emitido pelo laboratório K&L Laboratório de Metrologia que é acreditado pela CGCRE - Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro, de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CAL 0144. O sonômetro apresentado é considerado de Classe 1 e atende aos critérios estabelecidos na ABNT NBR 10.151/2019, segundo declaração de conformidade expedida pelo fabricante Criffer.

Tabela 41. Especificações Técnicas do Sonômetro

PARÂMETRO	CARACTERÍSTICA
Número de Série	35000509
Classe de Precisão	Classe 1
Precisão	+/-0,3dB
Resolução	0,1dB
Faixa	30 a 130dB automática
Faixa dinâmica	100dB
Faixa de frequência	20Hz a 20kHz
Microfone capacitivo	Microfone pré polarizado de ½ de campo livre

Fonte: Octava Plus - Criffer. Adaptador por STCP Engenharia de Projetos, 2024.

Ainda, parte da instrumentação necessária para o atendimento das determinações da NBR 10.151/2019 é a utilização do calibrador de ruído Classe 1 em conformidade com o padrão internacional IEC 60942/2017. Para tanto, utilizou-se o calibrador de ruído digital CR2 Plus. Conforme as especificações técnicas apresentadas, o calibrador atende as normas ABNT NBR IEC 60942/2020 e ANSI S1.40-1984 (Tabela 42). O certificado de calibração do calibrador digital CR2 Plus é apresentado no Anexo 7.

Tabela 42. Especificações Técnicas do Calibrador de Ruído Digital – Classe 1

PARÂMETRO	CARACTERÍSTICA
Número de Série	37000778
Classe de Precisão	Classe 1
Nível nominal (condição de referência)	94 +/- 0,2dB 114 +/- 0,2dB
Frequência	1000 +/- 0,07 Hz
Distorção harmônica total	< 2,3%

Fonte: Octava Plus - Criffer. Adaptador por STCP Engenharia de Projetos, 2024.

Para a amostragem de campo, o medidor de níveis sonoros foi instalado entre 1,20m e 1,50m de altura do solo, com o microfone afastado a, no mínimo, 2 m de divisas (muros, paredes, pilares, ou anteparos absorvedores) de edificações e/ou árvores eventualmente próximas, conforme preconizado na norma técnica NBR 10.151/2019.

De acordo com especificações do fabricante do sonômetro utilizado e com a NBR 10.151/2019, a operação do instrumento deve ser feita nas condições apresentadas na Tabela 43. Assim, as medições realizadas entre os dias 20 e 22 de fevereiro de 2024 não ocorreram sob condições adversas de precipitações, trovoadas, vento, temperatura e umidade relativa do ar, apresentando-se em conformidade com as especificações operacionais supracitadas.

Tabela 43. Condições de operação do sonômetro Octava Plus - Criffer

CONDIÇÕES CLIMÁTICAS	CONDIÇÕES PARA OPERAÇÃO DO EQUIPAMENTO
Temperatura do ar (°C)	0 a 65
Umidade do ar (%)	0 a 95
Velocidade do vento (m/s)	5

Fonte: Octava Plus – Criffer; NBR 10.151/2019. Adaptador por STCP Engenharia de Projetos, 2024.

Para as aferições dos níveis de ruídos utilizou-se o método simplificado, uma vez que não há sons tonais ou impulsivos, e que o objetivo é identificar a pressão sonora global e, assim, caracterizar os sons contínuos e intermitentes. O método de avaliação utilizou o nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderada em A ($L_{Aeq,t}$), em um intervalo de tempo total de 10 minutos, com tempo de integração de 01 em 01 segundos, totalizando 600 medições por ponto.

Para a avaliação dos níveis de ruídos, o $L_{Aeq,t}$ estimado deve ser comparado com os limites de níveis de pressão sonora ($RL_{Aeq,t}$) específica para o tipo de área e o período de monitoramento (Tabela 44). No presente estudo, os limites apresentam-se em 40,00 DB e 35,00 DB, respectivamente para os períodos diurno e noturno. Caso o $L_{Aeq,t}$ estimado seja menor do que $RL_{Aeq,t}$ o resultado é considerado aceitável.

Tabela 44. Limites de pressão sonora ($RL_{Aeq,t}$)

TIPOS DE ÁREAS	DIURNO (DB)	NOTURNO (DB)
Áreas de residências rurais	40,00	35,00
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50,00	45,00
Área mista, predominantemente residencial	55,00	50,00
Área mista com predominância de atividades comerciais e/ou administrativas	60,00	55,00
Área mista, com predominância de atividades culturais, lazer e turismo	65,00	55,00
Área predominantemente industrial	70,00	60,00

Fonte: ABNT NBR nº 10.151/2019. Adaptado por STCP Engenharia de Projetos, 2024.

Considerando que o presente diagnóstico consiste em um *background* e que os valores mensurados são intrínsecos da rotina das residências e de suas atividades rotineiras, para nenhum dos monitoramentos realizou-se o cálculo do $L_{Aeq,específico}$.

1.1.12.4 Vibração

Para o diagnóstico de vibrações utilizou-se sismógrafo de engenharia, da fabricante Technoblast, calibrado conforme dispõe a ISO 16063:21. As especificações da calibração do sismógrafo apresentam-se no Anexo 8.

De acordo com o manual do sismógrafo, o geofone, aparelho utilizado para a aferição das ondas vibracionais, contém três elementos mutuamente perpendiculares que medem os níveis de vibração em três planos - longitudinal (para frente e para trás), transversal (de lado a lado) e vertical (para cima e para baixo). Para que estes elementos funcionem corretamente, o geofone deve estar nivelado com o solo, e a seta do seu topo deve estar devidamente direcionada à fonte objeto do monitoramento da vibração.

As medições realizadas devem ocorrer por um período ininterrupto de dez (10) minutos, tanto para o monitoramento diurno quanto noturno, com intervalo de gravação de 01 em 01 segundo, totalizando 600 medições por ponto. Ainda, deve-se evitar colocar o geofone a menos de 1,20 m da fundação de edifícios. Para a caracterização das vibrações ambientais, deve-se considerar a gravação no modo histograma. O modo de gravação histograma é utilizado para monitorar períodos mais longos de tempo. Ele produz uma gravação com picos máximos de velocidade das partículas e dados de frequência associados. As aplicações mais comuns para este modo consistem no monitoramento da compactação dinâmica e estudos ambientais de fundo.

Vale destacar que não há legislação federal para avaliação de vibração, bem como não há legislação específica estabelecida pelo IMASUL no estado de Mato Grosso do Sul. No entanto, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB instituiu a Decisão de Diretoria nº 215 de 2007 (Tabela 45), que dispõe sobre a sistemática da avaliação de incômodo causado por vibrações geradas em atividades poluidoras, determinando os limites de velocidade de vibração de partículas (pico), considerando os tipos de áreas e período do dia (CETESB, 2007).

Por conseguinte, para a avaliação dos resultados de vibração, utilizou-se como referência a DD nº 215/2007 (Tabela 45). O período diurno é determinado no intervalo das 07:00 às 20:00 e o período noturno das 20:00 às 07:00.

Tabela 45. Limites de velocidade de vibração de partícula (pico) para avaliação do incômodo causada pela vibração – DD nº 215/2007

TIPOS DE ÁREAS	DIURNO (mm/s)	NOTURNO (mm/s)
Áreas de hospitais, casas de saúde, creches e escolas	0,3	0,3
Área predominantemente residencial	0,3	0,3
Área mista, com vocação comercial e administrativa	0,4	0,3
Área predominantemente industrial	0,5	0,5

Fonte: CETESB, 2007. Adaptado por STCP Engenharia de Projetos, 2024.

Além do limite estabelecido pela DD nº 215/2007, existem outros estudos que determinam o grau de incômodo que as vibrações podem causar nas atividades humanas e em construções. Whiffin e Leonard, apresentaram em 1971 os níveis de velocidade de partícula em relação à saúde humana e ainda os seus efeitos sobre as construções, conforme especificações apresentadas na Tabela 46. As

constatações realizadas apontam que até 0,30 mm/s a reação humana apresenta-se no limiar de percepção.

Tabela 46. Limites de níveis de vibração estabelecidos por Whiffin e Leonard (1971)

VELOCIDADE DE PARTÍCULA PICO (mm/s)	REAÇÃO HUMANA	EFEITOS SOBRE AS CONSTRUÇÕES
0 - 0,15	Imperceptível pela população, não incomoda	Não causam danos nenhum tipo
0,15 a 0,30	Limiar de percepção – possibilidade de incômodo	Não causam danos nenhum tipo
2,0	Vibração perceptível	Vibrações máximas recomendadas para ruínas monumentos antigos
2,5	Vibrações contínuas produzem incômodo na população	Virtualmente, não há risco dano arquitetural às construções
5	Vibrações incomodativas	Limiar, no qual existe risco de danos às construções
10 - 15	Vibrações desagradáveis	Causam danos arquiteturais às residências

Fonte: Whiffin A. C. and D. R. Leonard – 1971. Adaptado por STCP Engenharia de Projetos, 2024.

1.1.12.5 Resultados e Discussão

1.1.12.5.1 Ruídos

Durante o monitoramento de ruídos, foram observadas como principais fontes emissoras sons oriundos de animais (ex.: pássaros, cães, galinhas, cigarras, sapos e grilos) e do cotidiano dos moradores das residências rurais (ex.: conversas, crianças brincando, ruído nas residências). As descrições das fontes emissoras de ruídos diagnosticadas em campo podem ser observadas na Tabela 47. Os laudos monitorados do sonômetro, bem como as fichas de campo contendo informações sobre as medições de ruídos são apresentadas, respectivamente, no Anexo 9 e Apêndice 5. Na Figura 64, são observados os registros fotográficos dos pontos de medição de ruído que abrangeram tanto o período diurno quanto o noturno.

Tabela 47. Descrição das fontes emissoras de ruídos durante as medições em campo

PONTOS	FONTES EMISSORAS DIURNAS	FONTES EMISSORAS NOTURNAS	TIPO DE FONTE
PR1	Canto de pássaros, bois, cavalos, pessoas conversando, televisão em residência, ruído de trator, vento fraco.	Televisão em residência, sapos, insetos.	Animais, Urbana, Maquinário, Natural
PR2	Canto de galo, pássaros.	Boi, sapos, insetos, aves noturnas.	Animais
PR3	Diversas aves cantando, galinha, boi berrando, galo cantando.	Música em residência, insetos, pessoas conversando, sapos.	Urbana, Animais
PR4	Conversa entre pessoas, ruídos de utensílios domésticos, vento fraco em bambuzal, pássaros cantando, insetos.	Aves noturnas, sapos e insetos, cachorro latindo.	Urbana, Animais, Natural
PR5	Aves cantando, criança brincando, cão filhote preso chorando, galo, galinhas,	Aves, sapos e insetos.	Animais

PONTOS	FONTES EMISSORAS DIURNAS	FONTES EMISSORAS NOTURNAS	TIPO DE FONTE
	boi berrando, ruído do morador junto a boiada		

Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

Figura 64. Pontos de medição de ruído



A) PR01 - Diurno



B) PR01 - Noturno



C) PR02 - Diurno



D) PR02 - Noturno



E) PR03 - Diurno



F) PR03 - Noturno



G) PR04 - Diurno



H) PR04 - Noturno



I) PR05 - Diurno



J) PR05 - Noturno

Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

Os resultados obtidos foram comparados com os limites de Nível de Pressão Sonora (NPS) estabelecidos na NBR 10.151:2019 (Tabela 48), sendo aqueles identificados acima do limite, destacados em vermelho. A Figura 65 apresenta o comparativo dos níveis sonoros amostrados em comparação com a NBR 10.151:2019, tanto para o período diurno, quanto noturno.

Tabela 48. Comparação dos níveis de pressão sonoros (LAeq) com os limites diurno e noturnos estabelecidos pela NBR 10151:2019.

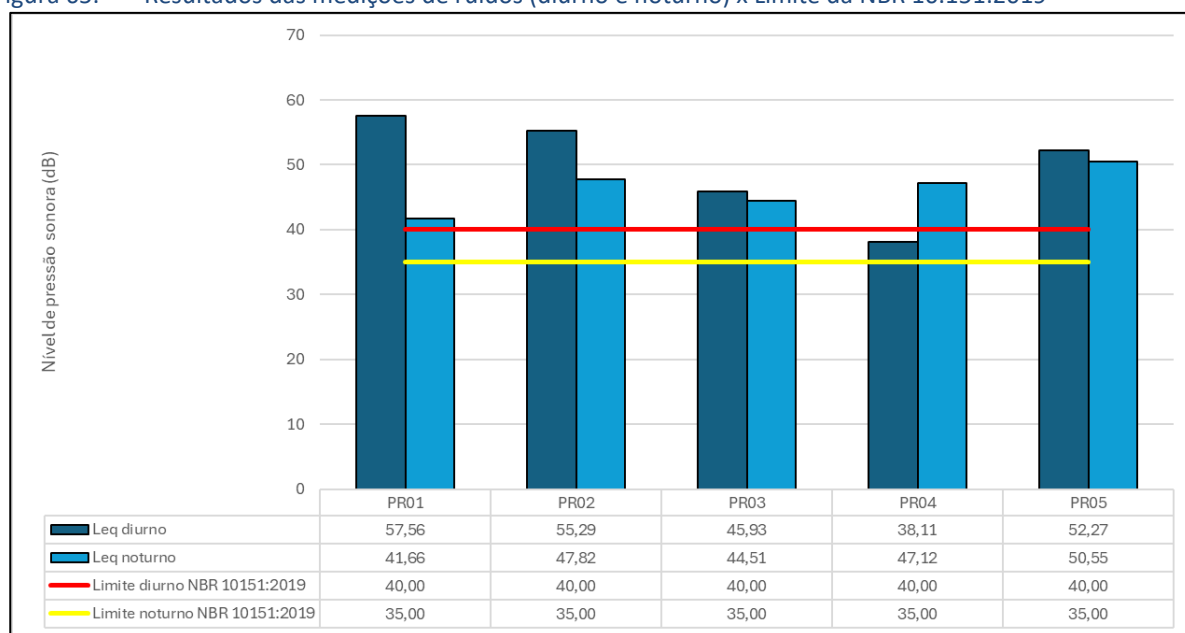
PONTO	CLASSIFICAÇÃO DA ÁREA	PERÍODO	LEQ(10MIN)	LIMITES NBR 10151:2019
PR01	Área de residências rurais	Diurno	57,56	40,00
		Noturno	41,66	35,00
PR02	Área de residências rurais	Diurno	55,29	40,00
		Noturno	47,82	35,00
PR03	Área de residências rurais	Diurno	45,93	40,00
		Noturno	44,51	35,00
PR04	Área de residências rurais	Diurno	38,11	40,00
		Noturno	47,12	35,00
PR05	Área de residências rurais	Diurno	52,27	40,00
		Noturno	50,55	35,00

Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

Com exceção do monitoramento diurno do PR04, todos os pontos apresentaram níveis de pressão sonora (NPS) superiores aos valores de referência estabelecidos pela NBR 10151/2019 (Tabela 48), para ambos os períodos monitorados. De acordo com as observações diagnosticadas durante as medições, as fontes emissoras apresentaram-se oriundas, principalmente, de animais domésticos e silvestres, especificamente do latido de cão e ruído das aves.

Apesar das inconformidades identificadas, deve-se observar que as zonas rurais apresentam, dentre as especificações da NBR 10.151:2019, os valores mais restritivos. Considera-se que até pequenas contribuições sonoras possam contribuir com a elevação dos níveis sonoros e implicar em inconformidades locais.

Figura 65. Resultados das medições de ruídos (diurno e noturno) x Limite da NBR 10.151:2019



Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

1.1.12.5.2 Vibração

Os monitoramentos de vibrações ocorreram entre os dias 20 e 22 de fevereiro de 2024, por um período ininterrupto de dez (10) minutos tanto para o período diurno quanto noturno. Para a avaliação dos resultados de vibração utilizou-se como referência a DD nº 215/2007. No Anexo 10 são apresentados os laudos aferidos pelo sismógrafo de engenharia. Na Figura 66, são apresentados os registros fotográficos do monitoramento realizado.

Figura 66. Pontos de medição de vibração



A) Ponto de vibração (PV01) - Diurno



B) Ponto de vibração (PV01) - Noturno



C) Ponto de vibração (PV02) - Diurno



D) Ponto de vibração (PV02) - Noturno



E) Ponto de vibração (PV03) - Diurno



F) Ponto de vibração (PV03) - Noturno



G) Ponto de vibração (PV04) - Diurno



H) Ponto de vibração (PV04) - Noturno



I) Ponto de vibração (PV05) - Diurno



J) Ponto de vibração (PV05) - Noturno

Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

Os valores da velocidade de vibração por partícula foram registrados nas dimensões longitudinal (L), transversal (T) e vertical (V), conforme disposto na Tabela 49.

Tabela 49. Níveis de vibração medidos no período diurno e noturno

PONTO	CLASSIFICAÇÃO DA ÁREA	PERÍODO	VELOCIDADE DE VIBRAÇÃO		
			LONGITUDINAL	TRANSVERSAL	VERTICAL
PV01	Área predominantemente residencial	Diurno	0,19	0,19	0,19
		Noturno	0,19	0,19	0,25
PV02	Área predominantemente residencial	Diurno	0,19	0,19	0,19
		Noturno	0,19	0,19	0,19
PV03	Área predominantemente residencial	Diurno	0,19	0,19	0,19
		Noturno	0,19	0,19	0,19
PV04	Área predominantemente residencial	Diurno	0,19	0,19	0,19
		Noturno	0,19	0,19	0,25
PV05	Área predominantemente residencial	Diurno	0,19	0,19	0,19
		Noturno	0,19	0,19	0,19

Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024. Classificação da área conforme a DD nº 215/2007.

A fim de obter o valor resultante das três dimensões, calculou-se a soma quadrática dos resultados de frequência (Hz) e velocidade de vibração por partícula (PPV) segundo a fórmula, abaixo:

$$Resultante = \sqrt{L^2 + T^2 + V^2}$$

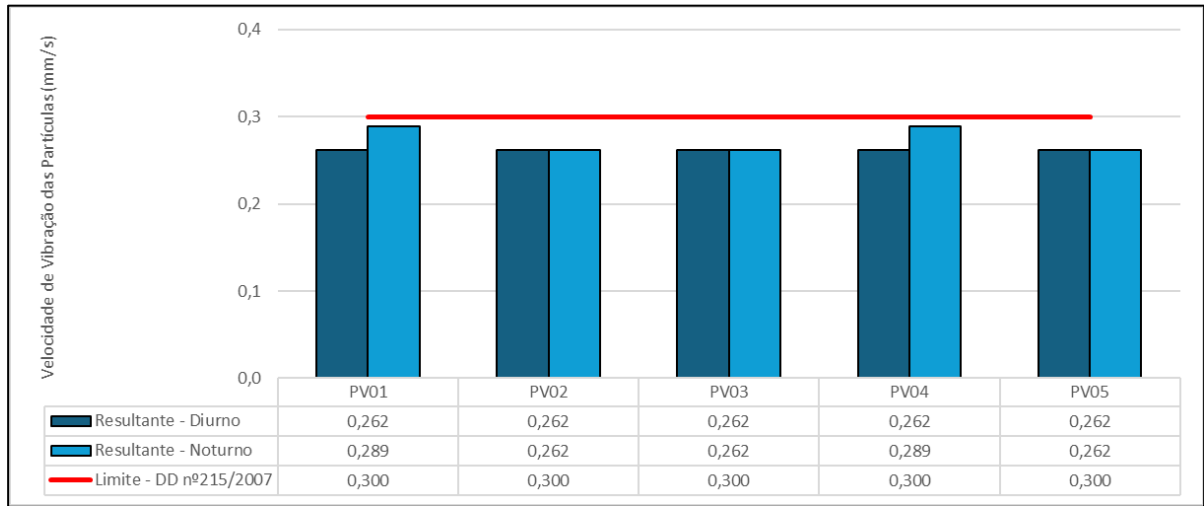
Os resultados de PPV (mm/s) obtidos variaram entre 0,262 mm/s e 0,289 mm/s (Tabela 50 e Figura 67), apresentando velocidade de vibração de partícula em conformidade com o limite estabelecido pela DD nº 215/2007. Ainda, levando em consideração os apontamentos de Whiffin e Leonard (1971), os resultados apresentaram-se no limiar da percepção humana e não causam prejuízos físicos às residências.

Tabela 50. Comparação com os limites de velocidade de vibração de partícula – Pico estabelecido pela DD nº 215 de 2007

PONTO	PERÍODO	VELOCIDADE DE VIBRAÇÃO (mm/s)	LIMITE (mm/s)
			DD nº 215/2007
PV01	Diurno	0,262	0,300
	Noturno	0,289	
PV02	Diurno	0,262	0,300
	Noturno	0,262	
PV03	Diurno	0,262	0,300
	Noturno	0,262	
PV04	Diurno	0,262	0,300
	Noturno	0,289	
PV05	Diurno	0,262	0,300
	Noturno	0,262	

Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

Figura 67. Resultados das medições de vibração (diurno e noturno) x Limite da DD nº 2015/2007



Fonte: STCP Engenharia de Projetos, 2024.

1.1.12.6 Considerações finais

O diagnóstico de ruídos da região adjacente à instalação da linha de transmissão apresentou, majoritariamente, inconformidades nos níveis de pressão sonora amostrados com relação à NBR 10.151:2019. O diagnóstico de vibrações apresentou conformidades em todos os pontos monitorados com relação à DD nº 2015/2007.

No entanto, considera-se que as obras de instalação da linha de transmissão podem contribuir com o aumento dos níveis de pressão sonora e vibração da região adjacente às torres elétricas. A maior incidência da alteração dos níveis de ruídos e vibração podem ser oriundos, principalmente, de atividades como o levantamento topográfico, sondagens, execução das fundações, montagens das estruturas, lançamento e tensionamento de cabos e ainda o aumento considerável no trânsito de veículos leves e pesados nas estradas existentes. Entretanto, cabe informar que as residências identificadas na região estão relativamente distantes do eixo da LT.

Ainda, durante a fase de operação podem ser registrados ruídos provenientes da rádio interferência, zumbidos ou estalos provocados pelos campos eletromagnéticos, bem como das atividades de manutenção preventiva e corretiva da LT. No entanto, para a mesma fase, não são consideradas alterações dos níveis de vibração local.

Recomenda-se o monitoramento de ruídos durante o período de instalação da linha junto as residências rurais afetadas pelas atividades de implantação, visando o acompanhamento futuro de parâmetros indicadores da manutenção do conforto ambiental e do sossego público. Além disso, é imprescindível o acompanhamento pela ouvidoria da empresa no que diz respeito a possíveis reclamações com relação a danos causados nas infraestruturas devido a passagem de máquinas e veículos pesados, bem como da poluição sonora local.



CONSULTORIA
ENGENHARIA
GERENCIAMENTO

© STCP Engenharia de Projetos Ltda. Todos os direitos reservados.

Todos os direitos de cópia, publicação, transmissão e/ou recuperação de todo ou parte por qualquer meio ou para todo o propósito, exceto por bona fide cópia pela contratante deste documento, como se expressa no título, são reservados.

STCP Engenharia de Projetos Ltda.

Rua Euzébio da Motta, 450, Juvevê
Curitiba/PR - 80530-260 - +55 41 3252-5861

www.stcp.com.br |    