6 DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL

A seguir é apresentado o Capítulo do Diagnóstico Socioambiental para os componentes do Meio Físico, Biótico e Socioeconômico.

6.1 Meio Físico

6.1.1 Clima

6.1.1.1 Objetivos

O objetivo deste diagnóstico engloba:

- Classificar o clima da região de abrangência do empreendimento observando os padrões meteorológicos tais como: temperatura, evaporação, insolação, direção e velocidade média dos ventos, índices pluviométricos e umidade relativa do ar;

6.1.1.2 Metodologia

A caracterização do clima e das condições meteorológicas das áreas de influência é efetuada mediante análise de dados secundários, e considerada a sazonalidade correlacionada. Levando em consideração os dezesseis municípios que a AID da malha ferroviária abrange, buscaram-se dados de estações meteorológicas no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), bem como na Agência Nacional de Águas (ANA), a fim de caracterizar a meteorologia da região do empreendimento.

Os dados históricos referentes ao clima foram adquiridos a partir de consultas no Sistema Nacional de Informações Sobre Recursos Hídricos (SNIRH) da ANA e no Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) do INMET, órgãos oficiais brasileiros responsáveis pelo estudo e catalogação.

Estas duas instituições possuem estações pluviométricas ou meteorológicas espalhadas por todo o Brasil, inclusive nas proximidades da área de influência do empreendimento, o que garante a caracterização climática. Os dados da ANA apresentam apenas informações com relação à precipitação, enquanto que os dados do INMET apresentam resultados com relação à temperatura, umidade, ventos, além de chuvas (Figura 6.1.1).

Os dados climáticos históricos, principalmente precipitação, foram obtidos das estações:

- ANA 01654000 Rondonópolis-MT;
- ANA 01454000 Paranatinga-MT;
- ANA 01256002 Lucas do Rio Verde-MT;
- INMET 83410 Rondonópolis-MT;
- INMET 83267 São José do Rio Claro-MT;

- INMET 83358 Poxoréu-MT.
- INMET 93363 São Vicente (Santo Antônio do Leverger-MT);

Demais dados de clima foram obtidos das estações automáticas do INMET:

- Estação Automática A901 Cuiabá-MT;
- Estação Automática A904 Sorriso-MT;
- Estação Automática A915 Paranatinga-MT;
- Estação Automática A944 Rosário Oeste-MT;
- Estação Automática A923 Primavera do Leste-MT;
- Estação Automática A912 Campo Verde-MT;
- Estação Automática A907 Rondonópolis-MT.

As estações automáticas apresentam dados de 365 dias anteriores ao dia da consulta. Visando analisar os dados de direção e velocidade dos ventos dos municípios da AID do empreendimento, estes foram plotados no software WRPLOT *View Version* 8.0.2 para elaboração de rosas dos ventos. Ressalta-se que algumas das estações estão localizadas fora da AID, mas dentro da AII do empreendimento.

6.1.1.3 Resultados

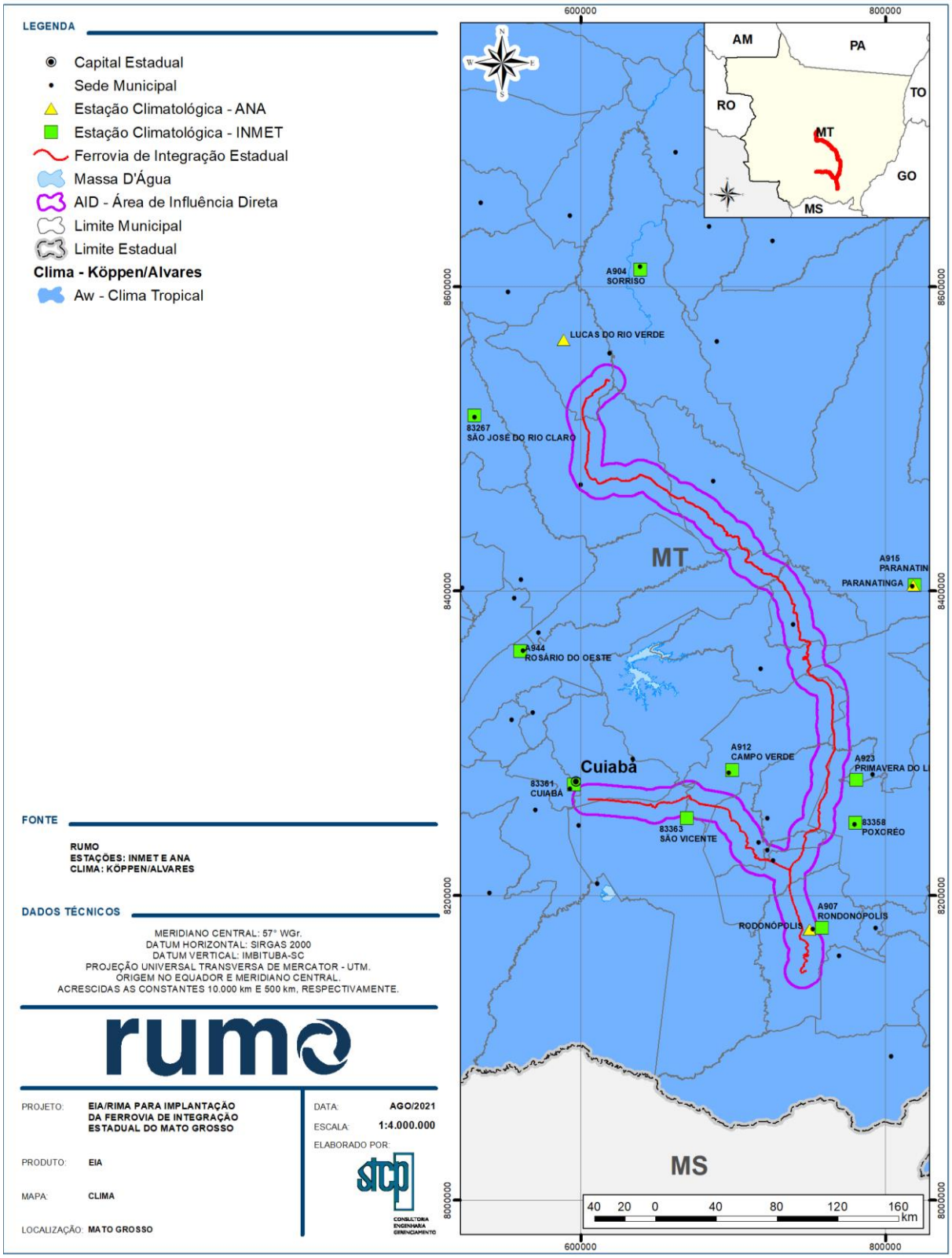
A área de estudo está compreendida em uma região de clima definido como clima tropical Aw, conforme classificação de Köppen e Geiger (Figura 6.1.1), apresentando estação chuvosa no verão, de novembro a abril, e estação seca no inverno, de maio a outubro. A temperatura média do mês mais frio é superior a 18 °C. As precipitações acumuladas são superiores a 750 mm anuais, atingindo 1.800 mm.

6.1.1.3.1 Principais sistemas atmosféricos atuantes

De acordo com a classificação climática elaborada por Sette (2000), os sistemas atmosféricos que atuam em Mato Grosso são: Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Sistema Equatorial (SE), Sistema Tropical Continental (STC), Sistema Tropical Atlântico (STA), Sistema Polar Atlântico (SPA) e Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). A autora buscou interpretar imagens de satélite e analisar cartas cinóticas, chegando à seguinte uniformização dos sistemas atmosféricos que atuam no estado:

- Zona de Convergência Intertropical (ZCIT): é um dos sistemas mais importantes da faixa equatorial. Sua atuação no extremo norte e nordeste do estado de Mato Grosso está associada com a convergência dos alísios, ou pelo giro dos alísios do Sudeste passando para Leste, Nordeste e Noroeste em direção à baixa continental, neste caso denominado de instabilidades do Norte e Nordeste (INE). A frequência e a maior atividade deste sistema ocorrem no final do verão e no início do outono (fevereiro/março até março/abril.);

Figura 6.1.1. Mapa do clima e das estações climatológicas na Área do Empreendimento.



Fonte: INMET, adaptado por STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

- Sistema Equatorial (SE): se origina na faixa equatorial das baixas pressões, havendo três fontes de origem (Equatorial Atlântica, Equatorial Norte e Equatorial Continental) sendo o SE Continental que se encontra mais próximo do Mato Grosso. Este é de caráter transitório em sua condição autóctone, ficando restrito ao Estado do Amazonas, enquanto que a expansão para região amazônica, que inclui o Mato Grosso, ocorre a partir da atuação dos fluxos oceânicos em direção ao continente, interagindo as propriedades marítimas às continentais;
- Sistema Tropical Continental (STC): está associada às várias depressões continentais (do Chaco-Pantanal, Bolívia e Rondônia). Trata-se de uma depressão barométrica e suas propriedades térmicas estão associadas ao aquecimento das terras baixas do Continente Sul americano, sendo que sua atuação é mais frequente no outono;
- Sistema Tropical Atlântico (STA): sua fonte de origem está ligada ao anticiclone semifixo do Atlântico Sul, sendo um ramo descendente da circulação de Hadley com um sistema quente e seco atuando no outono/inverno. No Mato Grosso, por estar distante da sua fonte de origem, é denominado Sistema Tropical Atlântico Continentalizado (TAC), sendo sua entrada quase sempre pelo setor oriental do estado;
- Sistema Polar Atlântico (SPA): acompanha a evolução e o deslocamento da frente polar no continente sul-americano, sendo classificado de origem oceânica ou continental. No Mato Grosso, por ser um dos últimos estágios da trajetória continental, é denominado de Sistema Polar Continentalizado (SPC). É mais frequente durante o inverno, provocando o fenômeno chamado “friagem”. A Frente Polar Atlântica (FPA) tem seu eixo principal no Mato Grosso e depende do tipo de ciclogênese e do deslocamento do sistema frontal. A Convergência Frontal (CF) é o cavado frontal em dissipação da FPA. Com o tempo de permanência do ar polar continental superaquecido, a zona CF vai invertendo o movimento do Norte para o Sul;
- Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS): é um sistema de escala zonal que tem sua origem tanto por fatores remotos quanto locais. Se forma principalmente durante a primavera/verão, orientado de Noroeste a Sudeste na América do Sul. De início, corta o Mato Grosso inteiro, estendendo-se da Amazônia até a região central do Atlântico Sul. Contudo, apresenta um movimento Sudoeste/Nordeste e, dessa forma, os episódios ZCAS tem permanência menor no sudoeste de Mato Grosso, pois caminham em direção ao nordeste.

A área de influência do empreendimento se estende da Mesorregião Sudeste do Mato Grosso até a Microrregião do Alto Teles Pires, ao norte do estado, recebendo influência dos diversos sistemas atmosféricos atuantes no estado, principalmente da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT).

6.1.1.3.2 Temperatura

Quando a radiação solar atinge a superfície da terra, uma parcela dessa energia é destinada para o aquecimento do ar atmosférico. Assim sendo, a temperatura do ar pode ser definida em termos do movimento das moléculas de ar (SEED, 2020 a). De acordo com os dados disponíveis para os municípios da AID do empreendimento, a temperatura média anual em Rondonópolis é de pouco mais que 25 ºC (Figura 6.1.2), sendo que os meses de setembro a dezembro apresentam as maiores

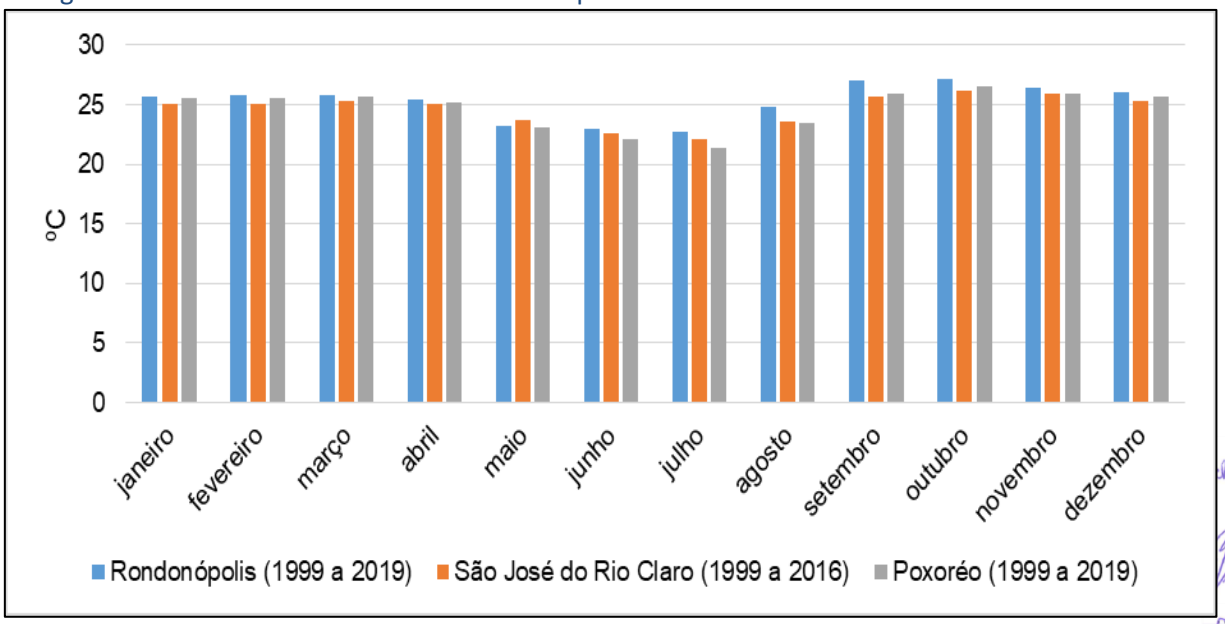
temperaturas médias, variando de 26 ºC a 27 ºC. Os meses de maio a julho apresentam as menores temperaturas médias, variando entre 22 ºC e 23 ºC.

No município de Lucas do Rio Verde não há uma estação meteorológico do INMET, a mais próxima fica localizada no município de São José do Rio Claro e apresenta dados históricos de 1999 a 2016. Na região, a temperatura média anual é de aproximadamente 24,6 ºC (Figura 6.1.2) e os meses de outubro a março apresentam as maiores temperaturas médias, variado entre 25 ºC e 26 ºC. Os meses de junho e julho apresentam as menores médias, atingindo temperatura média de, aproximadamente, 22 ºC.

Em Poxoréu, a estação do INMET apresenta dados históricos de 1999 a 2019. Através destes, verifica-se que a temperatura média anual é de 24,7 ºC e, da mesma forma como os municípios de Rondonópolis e São José do Rio Claro, os meses de setembro a março apresentam maiores temperaturas, variando entre 25 ºC e 27 ºC em média. Nos meses mais frios, junho e julho, a média de temperatura é de 21 ºC a 22 ºC.

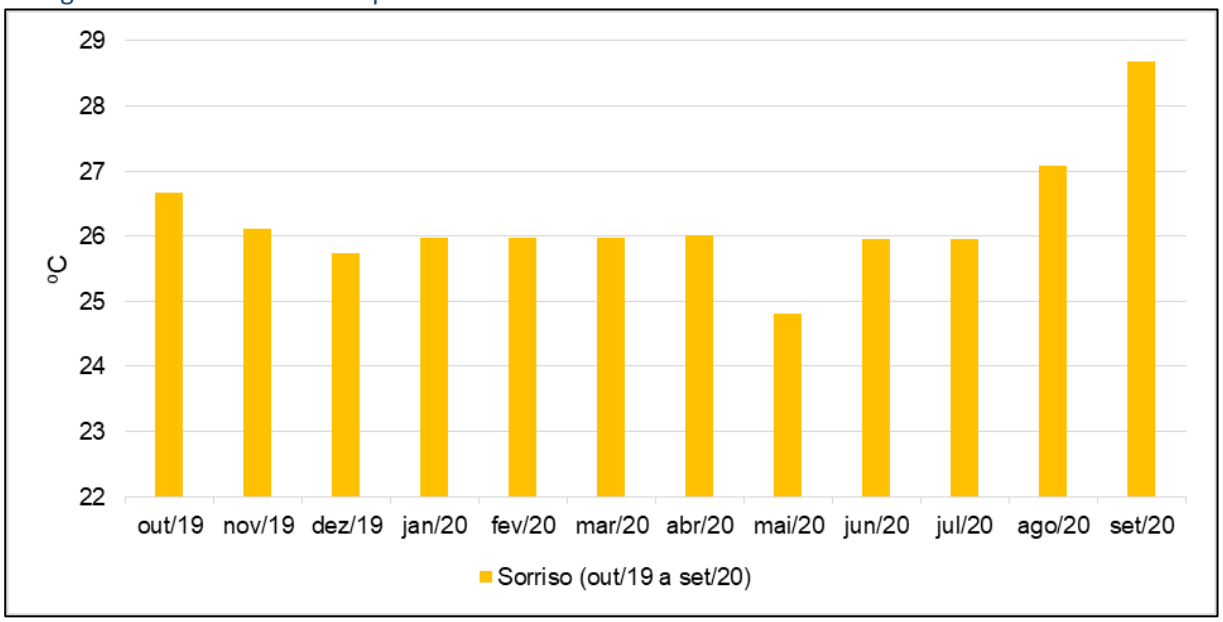
Os dados obtidos nas estações automáticas do INMET, referente aos municípios de Sorriso, Paranatinga, Rosário do Oeste, Primavera do Leste, Campo Verde, Poxoréu (estação automática), Rondonópolis (estação automática), Cuiabá e Santo Antônio do Leverger (estação São Vicente) presentes na AID do empreendimento, corroboram com os dados históricos referenciados para a região, conforme pode ser visto da Figura 6.1.3 a Figura 6.1.11. Em todos os municípios, a maior temperatura média mensal é verificada no mês de setembro. Com relação às menores temperaturas médias, estas foram verificadas entre os meses de maio e julho nos demais municípios. Destaca-se que as estações situadas em Rosário Oeste e Paranatinga não apresentam dados mais recentes.

Figura 6.1.2. Gráfico Dados Históricos da Temperatura Média Mensal



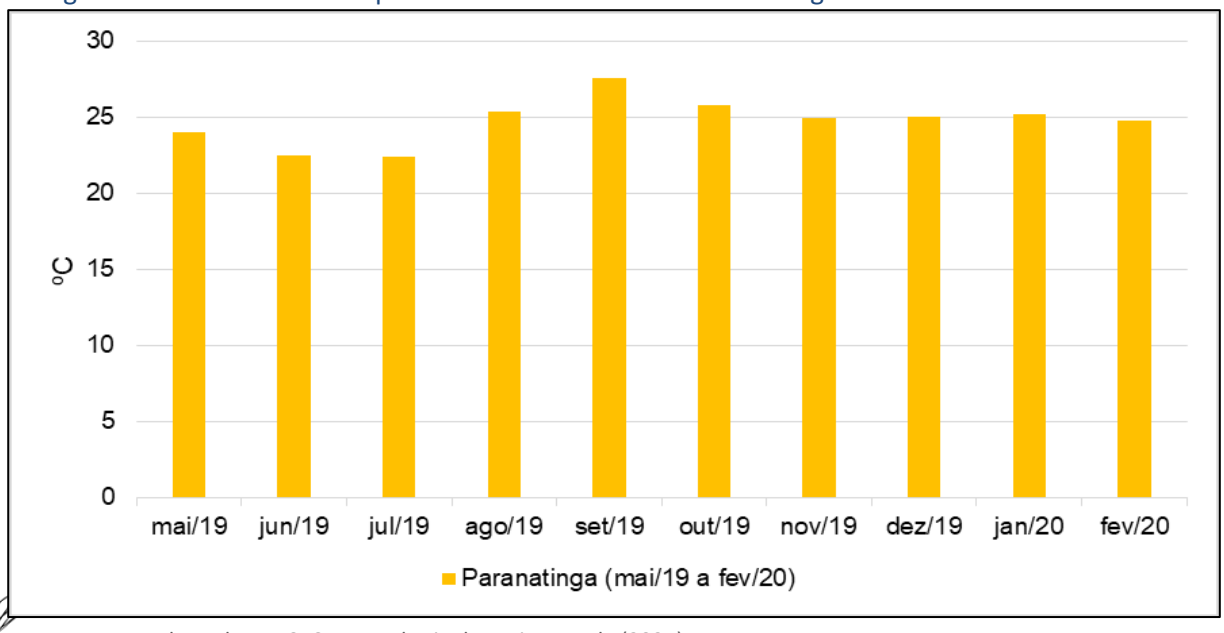
Fonte: INMET, adaptado por STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

Figura 6.1.3. Gráfico da Temperatura Média Mensal de Sorriso- MT



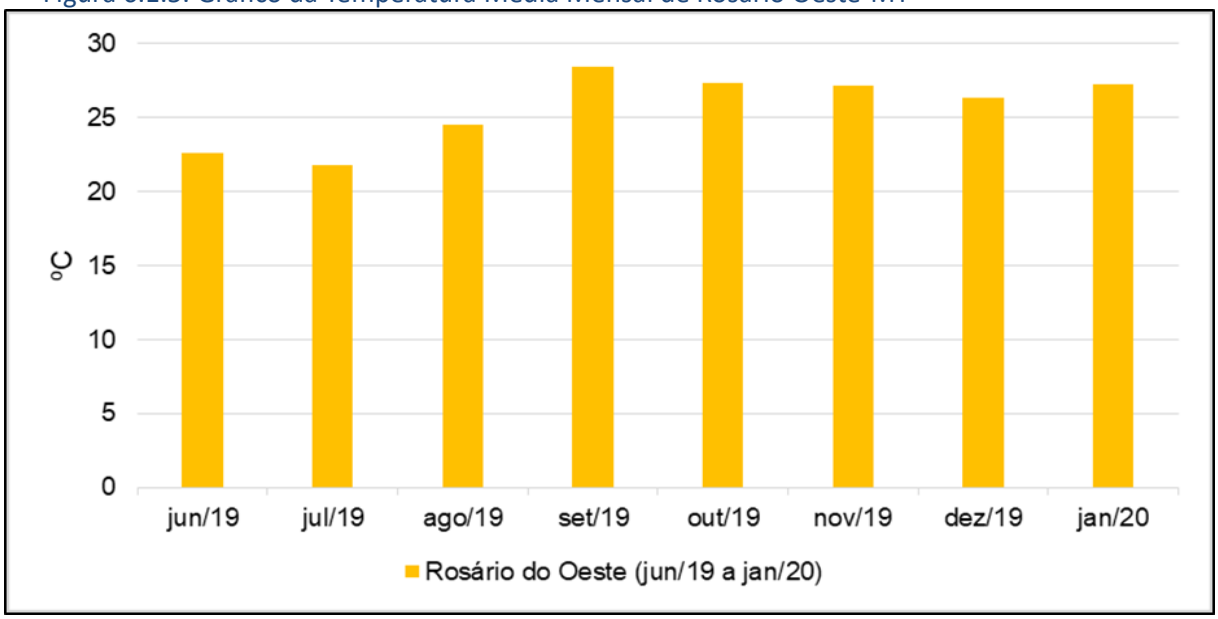
Fonte: INMET, adaptado por STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.4. Gráfico da Temperatura Média Mensal de Paranatinga-MT



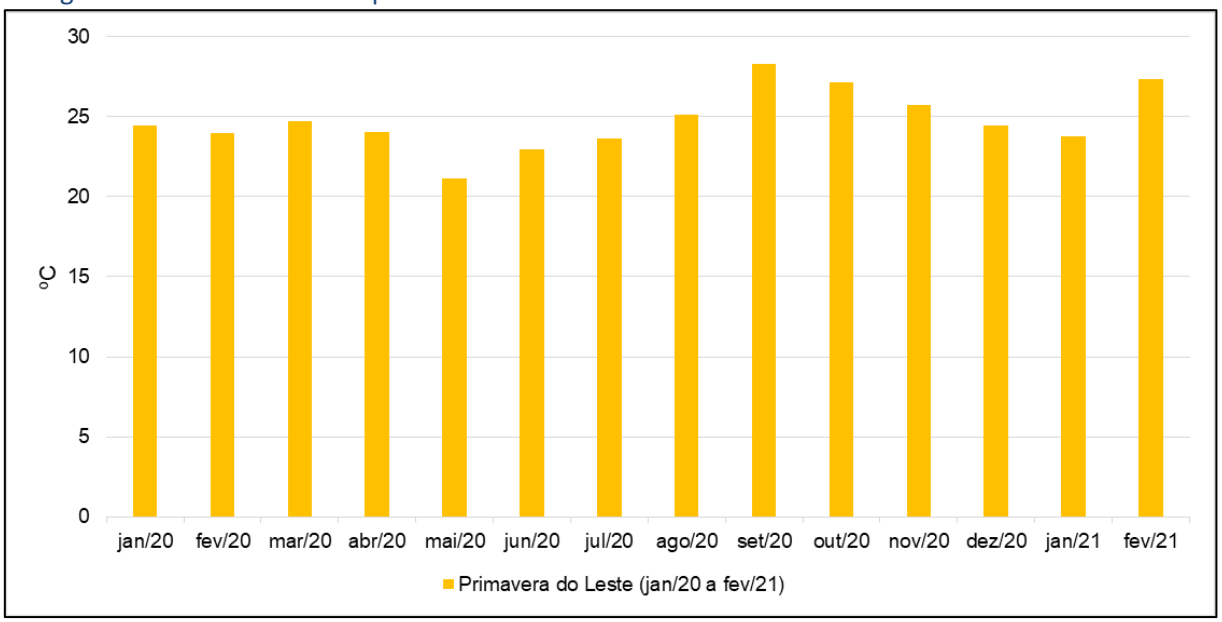
Fonte: INMET, adaptado por STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.5. Gráfico da Temperatura Média Mensal de Rosário Oeste-MT



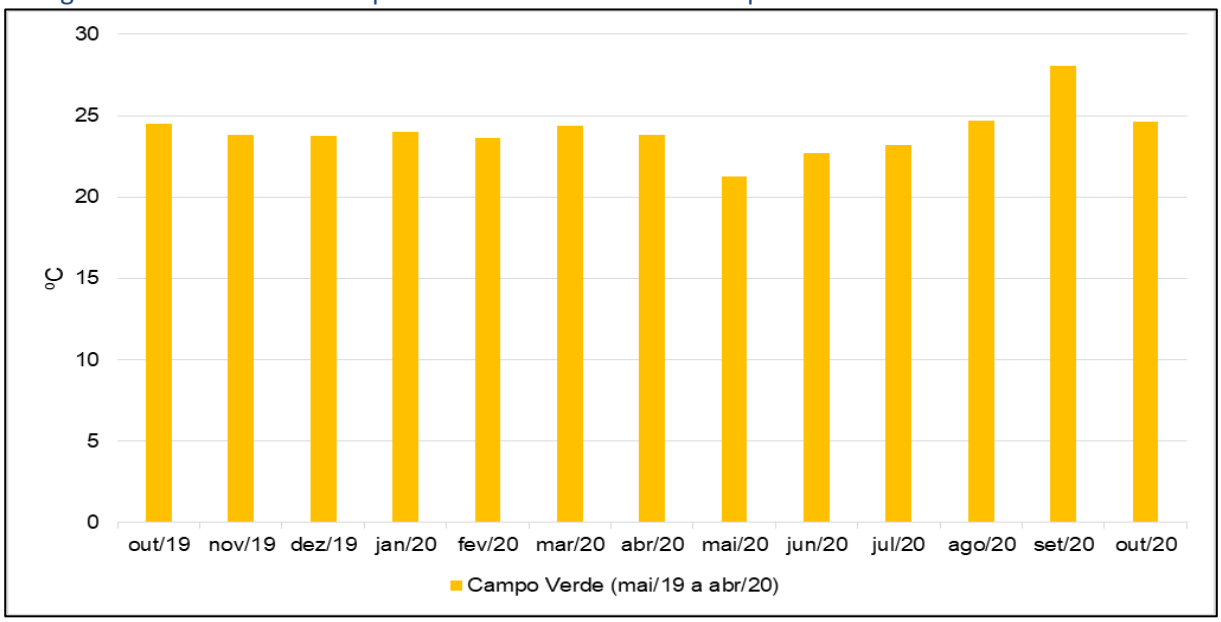
Fonte: INMET, adaptado por STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

Figura 6.1.6. Gráfico da Temperatura Média Mensal de Primavera do Leste-MT



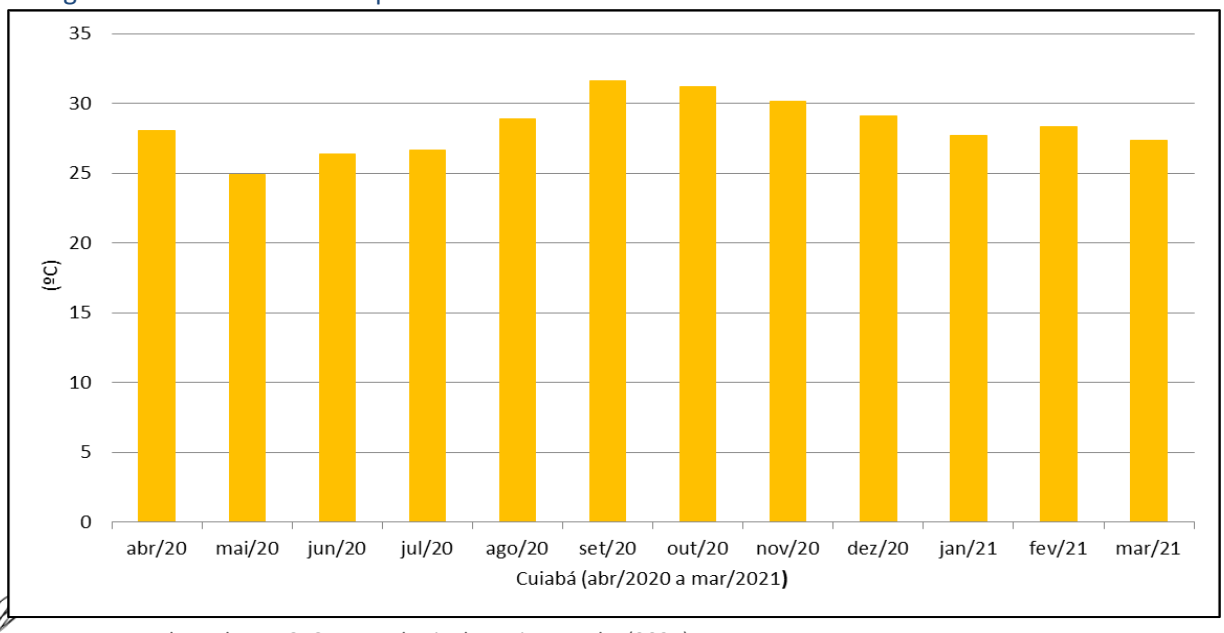
Fonte: INMET, adaptado por STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.7. Gráfico da Temperatura Média Mensal de Campo Verde-MT



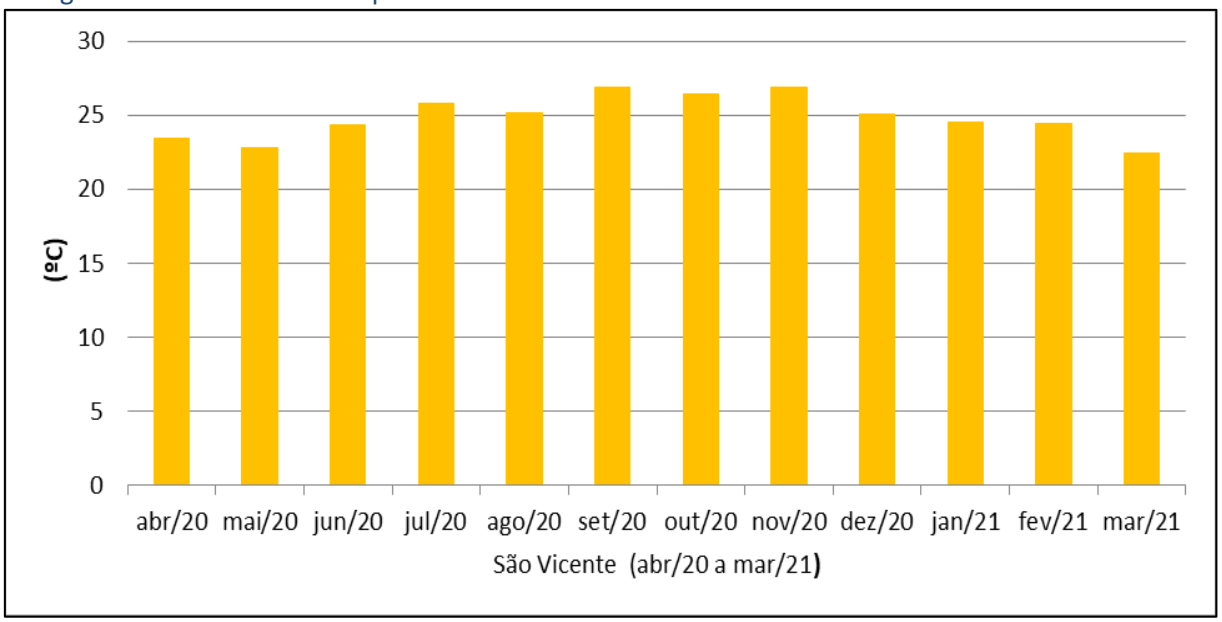
Fonte: INMET, adaptado por STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

Figura 6.1.8. Gráfico da Temperatura Média Mensal de Cuiabá-MT



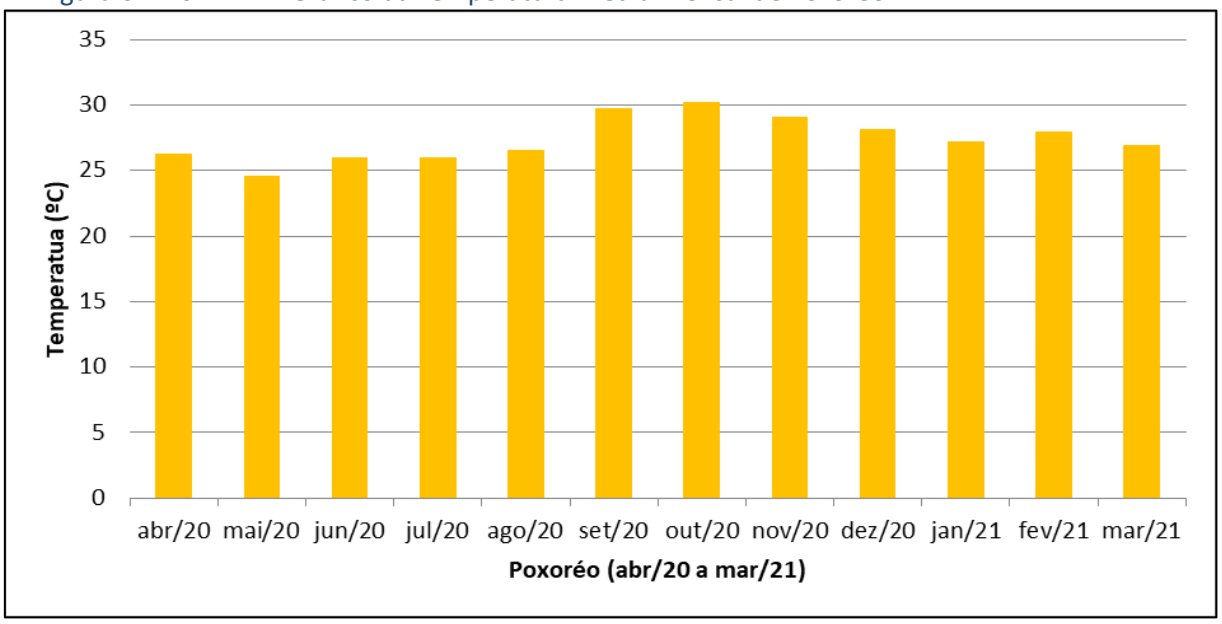
Fonte: INMET, adaptado por STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

Figura 6.1.9. Gráfico da Temperatura Média Mensal de São Vicente-MT



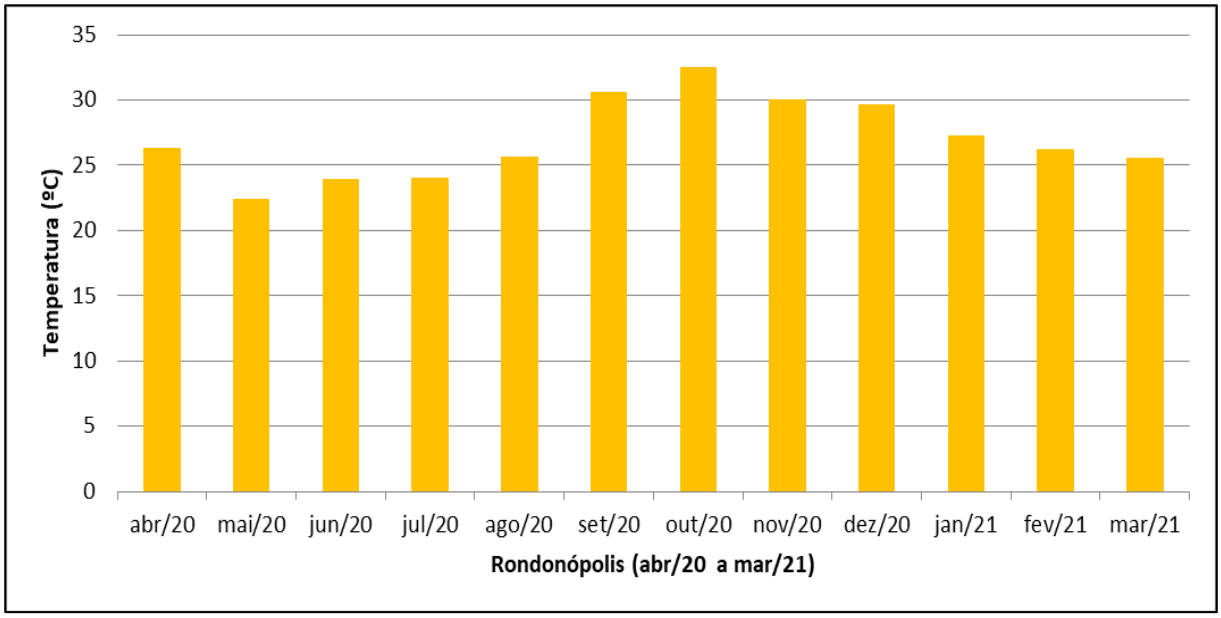
Fonte: INMET, adaptado por STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

Figura 6.1.10. Gráfico da Temperatura Média Mensal de Poxóreo-MT



Fonte: INMET, adaptado por STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

Figura 6.1.11. Gráfico da Temperatura Média Mensal de Rondonópolis-MT (estação automática).



Fonte: INMET, adaptado por STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

6.1.1.3.3 Balanço Hídrico Climatológico

De acordo com Pereira *et al.* (2002), a disponibilidade hídrica de uma região pode ser quantificada pelo balanço hídrico climatológico (BHC), o qual evidencia as variações sazonais dos excedentes e deficiências hídricas através de relações entre as entradas e saídas de água de uma condição de controle, principalmente precipitação pluvial (P) e evapotranspiração potencial (ETP).

O balanço hídrico climatológico pode ser elaborado em qualquer escala de tempo, mas, normalmente, utiliza-se a escala mensal para o BHC Normal. A caracterização regional da disponibilidade hídrica do solo possibilita a comparação dos climas de diferentes localidades, a caracterização dos períodos secos/úmidos e o planejamento agrícola (áreas aptas, época mais favorável de semeadura, sistema de cultivo, etc.), baseado no zoneamento agroclimático.

Um estudo feito por Souza *et al*. (2013) elaborou a classificação climática e balanço hídrico climatológico no estado do Mato Grosso, sendo que este último foi obtido pelo método de Thornthwaite e Mather (1955), assumindo uma capacidade de água disponível no solo (CAD) de 100 mm (diretamente relacionado à vegetação semidecidual característica). Foram considerados os dados médios mensais de precipitação (extraídos dos totais mensais de cada ano de estações do INMET) e a temperatura média mensal (extraída das médias mensais dos valores diários de cada ano). Com isso, calculou-se a evapotranspiração potencial (ETP), as estimativas da evapotranspiração real (ETR), armazenamento de água no solo (ARM), deficiência hídrica (DEF) e excedente hídrico (EXC), na escala mensal. Para tanto, foram utilizadas normais climatológicas de estações convencionais do INMET, dentre elas as situadas em Poxoréu e Rondonópolis. Também se utilizou dados da estação Gleba Celeste, localizada no município de Vera, e da estação de São José do Rio

Claro, as quais podem ser consideradas como representativas para as condições climáticas da região de Sorriso, Lucas do Rio Verde e outros municípios.

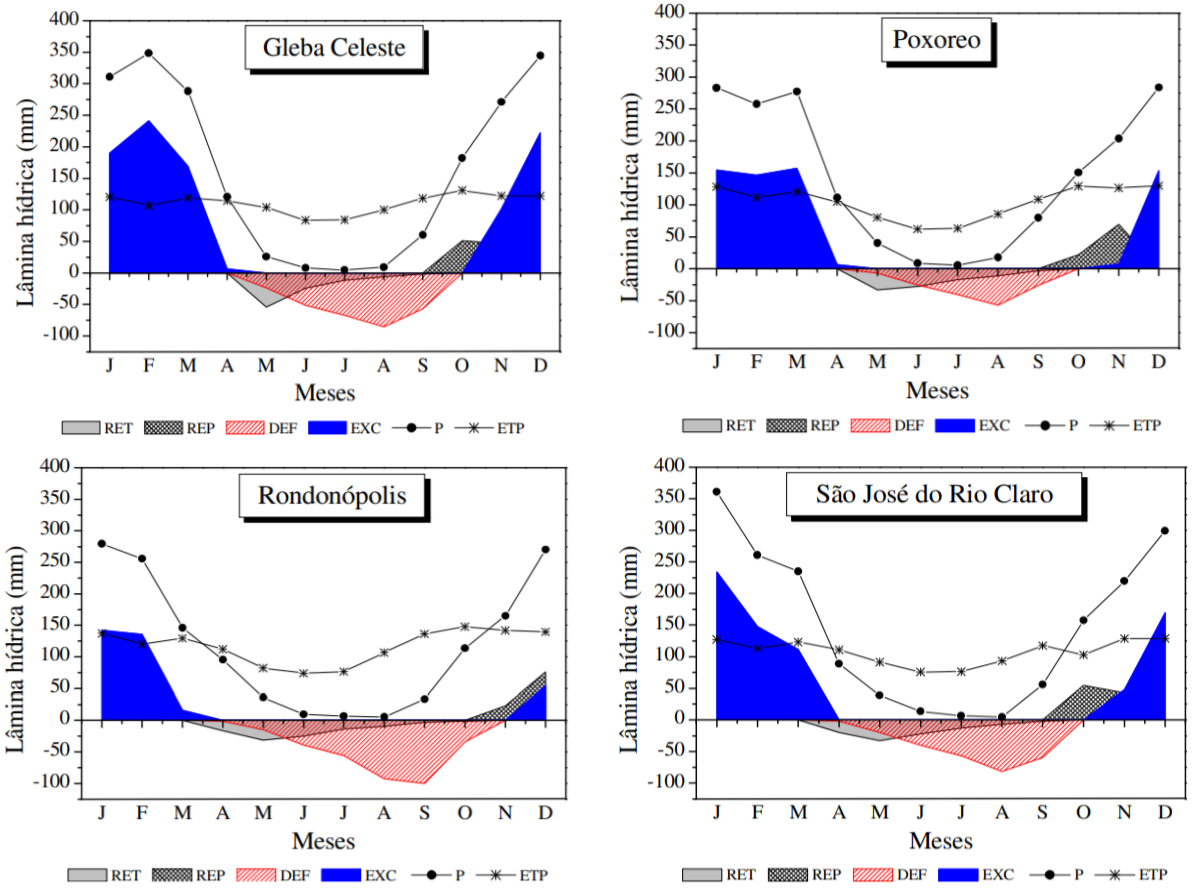
A evapotranspiração representa a perda de água do solo por meio da transpiração da vegetação e evaporação da água presente no solo e cursos hídricos. O termo evapotranspiração potencial (ETP) foi introduzido por Thornthwaite (1948) e indica a evapotranspiração que normalmente se verifica em um terreno inteiramente vegetado, livremente exposto à atmosfera e onde nunca falta umidade no solo para uso das plantas. Assim, a ETP indica a necessidade de água, por unidade de área do terreno, ou a chuva teoricamente necessária para manter a vegetação verde e turgescente. Por outro lado, a evapotranspiração real (ETR) corresponde à evapotranspiração que ocorre em condições reais de campo e depende principalmente do tipo de solo e de vegetação, do estágio de desenvolvimento da vegetação e do conteúdo de umidade no solo (THORNTHWAITE e MATHER, 1955).

O armazenamento de água no solo (ARM) representa a quantidade de água retida no solo após a infiltração e evapotranspiração. Este termo depende do tipo de solo e vegetação, do estágio de desenvolvimento da vegetação, da topografia, das condições geológicas e também das interações do sistema solo-vegetação-atmosfera. Sendo, portanto, o termo que apresenta maior dificuldade, tanto para medidas diretas como indiretas. A deficiência hídrica (DEF) indica a quantidade de água que deixa de ser evaporada por falta de umidade e é representada pela diferença entre a evapotranspiração potencial (ETP) e a evapotranspiração real (ETR). O excedente hídrico (EXC) corresponde à água que excede a capacidade máxima de retenção e está sujeita a percolação ou escoamento superficial (THORNTHWAITE e MATHER, 1955).

Para a região da estação Gleba Celeste, por meio de dados de 1971 a 2010, identificaram-se deficiências hídricas anuais acumuladas em 284,2 mm, distribuídas entre os meses de maio a setembro. O excedente hídrico anual observado foi de 931,34 mm, concentrados entre novembro e abril. Em Poxoréu e São José do Rio Claro, observam-se deficiências hídricas também entre os meses de maio e setembro, e o excedente hídrico ocorre no período de novembro a abril, conforme apresenta a Figura 6.1.12. Em Rondonópolis, a deficiência hídrica se estende até outubro, sendo que o excedente ocorre em maior volume de janeiro a março (Souza *et al.*., 2013). Além disso, de acordo com dados do Zoneamento Socioeconômico Ecológico do Estado de Mato Grosso, o balanço hídrico anual em Rondonópolis apresenta deficiência hídrica de 265 mm e excedente de 459 mm (SEPLAN, 2000). Os meses em que ocorre a deficiência hídrica condizem com o período de falta de chuvas na região.



Figura 6.1.12. Balanço Hídrico Climatológico dos Municípios da Região do Empreendimento



Legenda: RET - retirada; REP - reposição; DEF - deficiência hídrica; EXC - excesso hídrico; P - precipitação; ETP - evapotranspiração potencial.
Fonte: SOUZA *et al.*. (2013). Adaptado por STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2020).

Analisando o comportamento sazonal do balanço hídrico das estações acima citadas, observa-se que nos meses de setembro e outubro inicia-se a reposição de água no solo dos municípios da região da AID do empreendimento. Neste período, a precipitação supera a evapotranspiração potencial, de modo a completar essa reposição e, a partir de novembro, já ocorre excedente hídrico. De dezembro a março, os totais de precipitação, sendo muito superiores à necessidade potencial de água, levam à reposição completa de água no solo, ocorrendo então saturação e maiores excedentes hídricos. Em abril, com a queda das precipitações, os excedentes declinam rapidamente e já em maio, não havendo reposição de água, mas apenas retirada, inicia-se o período mais seco, assinalado pelos déficits hídricos mais fortes entre julho e agosto.

6.1.1.3.4 Insolação

De acordo com o IPCC (2013), insolação é definida como quantidade de radiação solar que chega até a superfície da atmosfera da Terra ou até a superfície da Terra, medido em W/m². O Atlas Brasileiro de Energia Solar (2017) desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) apresenta dados de mais de 17 anos sobre irradiância extraterrestre, irradiância direta normal, irradiância difusa horizontal, irradiância direta horizontal, irradiância global horizontal e irradiância no plano

inclinado para todos os estados brasileiros (Pereira *et al..,* 2017). Segundo o Atlas Brasileiro de Energia Solar, esses conceitos são definidos como:

- Irradiância direta normal (Gn): também conhecida como DNI, é a taxa de energia por unidade de área proveniente diretamente do Sol que incide perpendicularmente à superfície.
- Irradiância difusa horizontal (Gdif): é a taxa de energia incidente sobre uma superfície horizontal por unidade de área, decorrente do espalhamento do feixe solar direto pelos constituintes atmosféricos (moléculas, material particulado, nuvens, etc.).
- Irradiância direta horizontal (Gdir): é a taxa de energia por unidade de área do feixe solar direto numa superfície horizontal. Pode ser determinada como o produto entre a irradiância direta normal (DNI) e o cosseno do ângulo zenital solar.
- Irradiância global horizontal (G): é a taxa de energia total por unidade de área incidente numa superfície horizontal. A irradiância global é dada pela soma G = Gdif + Gdir ou G = Gdif + Gn .cos(θz) onde θz é o ângulo zenital.
- Irradiância no plano inclinado (Gi): é a taxa de energia total por unidade de área incidente sobre um plano inclinado na latitude do local em relação à superfície da Terra.

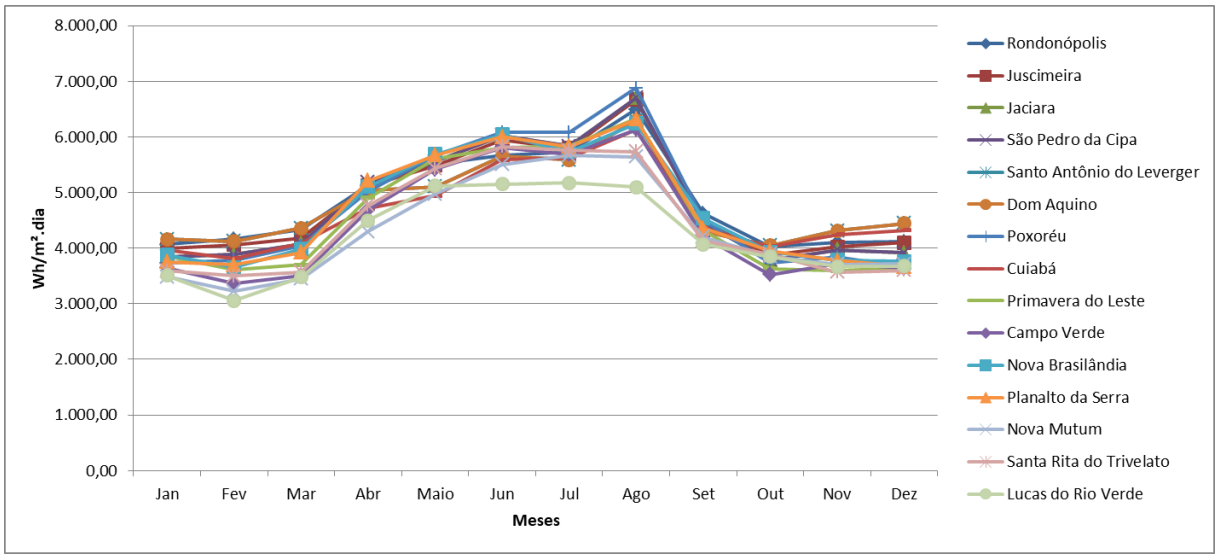
Para esse estudo foram selecionados os dados de irradiância direta normal (Gn) dos munícipios que pertencem à AID da Ferrovia de Integração Estadual (Tabela 6.1.1 e Figura 6.1.13). Os municípios apresentam o mesmo padrão de irradiação direta normal, com média anual de irradiação de 4502,2 Kh/m².dia, sendo que o pico de irradiação ocorre geralmente no mês de agosto.

Tabela 6.1.1. Dados da média irradiação direta normal (Wh/m².dia) dos municípios localizados na área diretamente afetada

IRRADIAÇÃO DIRETA NORMAL (WH/M².DIA)												
Município	Jan	Fev	Mar	Abr	Maio	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Rondonópolis	4.065,00	4.157,00	4.335,00	5.129,00	5.508,00	5.666,00	5.734,00	6.492,00	4.623,00	4.020,00	4.096,00	4.112,00
Juscimeira	3.992,00	4.060,00	4.183,00	5.123,00	5.488,00	5.939,00	5.798,00	6.670,00	4.470,00	3.872,00	4.020,00	4.097,00
Jaciara	3.846,00	3.884,00	4.076,00	5.178,00	5.554,00	6.024,00	5.834,00	6.698,00	4.455,00	3.781,00	3.968,00	3.914,00
São Pedro da Cipa	3.846,00	3.884,00	4.076,00	5.178,00	5.554,00	6.024,00	5.834,00	6.698,00	4.455,00	3.781,00	3.968,00	3.914,00
Santo Antônio do Leverger	4.159,00	4.119,00	4.363,00	5.042,00	5.106,00	5.655,00	5.591,00	6.296,00	4.299,00	4.049,00	4.311,00	4.445,00
Dom Aquino	3.759,00	3.688,00	3.983,00	5.124,00	5.571,00	6.054,00	5.864,00	6.751,00	4.364,00	3.667,00	3.777,00	3.844,00
Poxoréu	3.733,00	3.787,00	4.040,00	5.024,00	5.671,00	6.083,00	6.078,00	6.879,00	4.495,00	3.730,00	3.840,00	3.652,00
Cuiabá	3.964,00	3.817,00	4.085,00	4.714,00	4.945,00	5.587,00	5.621,00	6.123,00	4.343,00	4.028,00	4.243,00	4.319,00
Primavera do Leste	3.855,00	3.608,00	3.699,00	4.906,00	5.608,00	5.804,00	5.839,00	6.327,00	4.312,00	3.631,00	3.592,00	3.646,00
Campo Verde	3.647,00	3.369,00	3.508,00	4.680,00	5.419,00	5.812,00	5.689,00	6.133,00	4.203,00	3.525,00	3.717,00	3.639,00
Nova Brasilândia	3.880,00	3.651,00	3.986,00	5.101,00	5.691,00	6.042,00	5.735,00	6.242,00	4.534,00	3.930,00	3.788,00	3.759,00
Planalto da Serra	3.752,00	3.698,00	3.926,00	5.213,00	5.671,00	6.004,00	5.827,00	6.316,00	4.363,00	3.950,00	3.777,00	3.668,00
Nova Mutum	3.486,00	3.226,00	3.443,00	4.296,00	4.974,00	5.507,00	5.663,00	5.641,00	4.195,00	3.856,00	3.704,00	3.717,00
Santa Rita do Trivelato	3.592,00	3.504,00	3.566,00	4.767,00	5.434,00	5.827,00	5.759,00	5.734,00	4.130,00	3.889,00	3.568,00	3.601,00
Lucas do Rio Verde	3.507,00	3.058,00	3.476,00	4.498,00	5.116,00	5.150,00	5.170,00	5.095,00	4.071,00	3.848,00	3.669,00	3.675,00

Fonte: Atlas Brasileiro de Energia Solar (Pereira *et al.*., 2017).

Figura 6.1.13. Gráfico da média da irradiação direta normal (Wh/m².dia) dos municípios localizados na área diretamente afetada



Fonte: Atlas Brasileiro de Energia Solar (Pereira *et al.*., 2017), adaptado por STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021)

O estado de Mato Grosso está localizado na região tropical, entre o cinturão de pressão de alta subtropical sul e a baixa equatorial. As regiões tropicais têm como característica a pouca variabilidade em relação à média climatológica no tempo e a presença dos ventos alísios, persistentes ao longo do ano (FRANÇA, 2017).

A caracterização do vento em qualquer ponto da atmosfera requer dois parâmetros: a direção e a velocidade. Os ventos são deslocamentos de ar no sentido horizontal originários de gradientes de pressão. A intensidade e a direção dos ventos são determinadas pela variação espacial e temporal do balanço de energia na superfície terrestre, que causa variações no campo da pressão atmosférica, gerando os ventos. O vento se desloca de áreas de maior pressão (áreas mais frias) para aquelas de menor pressão (áreas mais quentes), e quanto maior a diferença entre as pressões dessas áreas, maior será a velocidade de descolamento. A direção do vento exprime a posição do horizonte aparente do observador a partir da qual o vento parece provir. Assim sendo, a direção indica de onde o vento sopra (VAREJÃO, 2001).

Os dados das estações automáticas do INMET demonstram que na região da AID do empreendimento, a direção e a velocidade do vento variam de acordo com a localização dos municípios. Em Rondonópolis, Sorriso, Paranatinga, Santo Antônio do Leste e Rosário Oeste os ventos sopram predominantemente do leste durante o ano. Em Primavera do Leste a direção predominante é norte-leste, Campo Verde possui ventos predominantemente norte-oeste e Cuiabá com ventos sentido norte, conforme pode ser visualizado na Figura 6.1.14.

A Tabela 6.1.2 a seguir apresenta as velocidades médias mensais averiguadas nas estações meteorológicas automáticas dos municípios da região do empreendimento. Muitos dados não estavam disponíveis, contudo, verifica-se uma tendência de aumento da velocidade média nos meses de agosto a outubro.

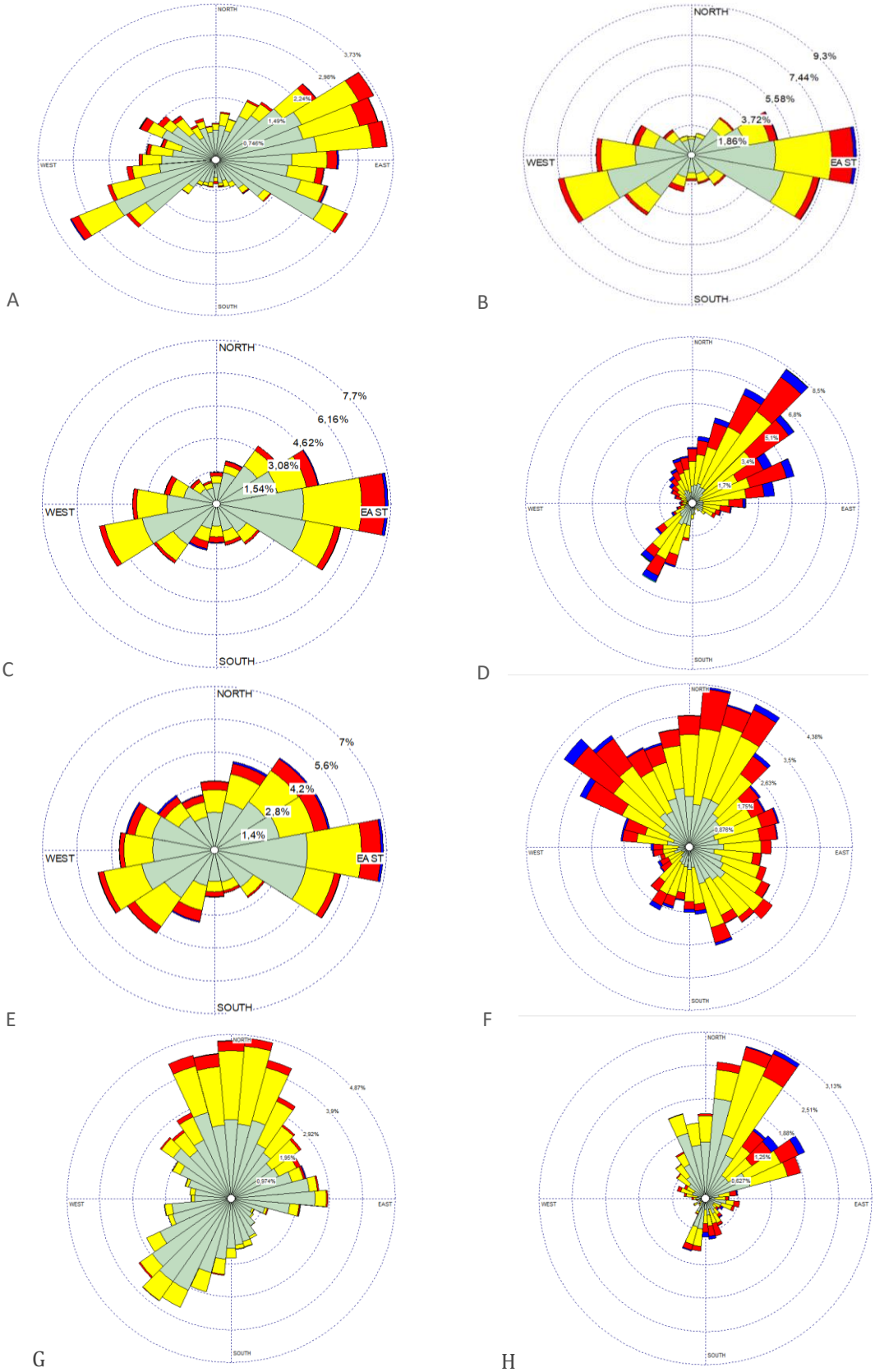
Tabela 6.1.2. Velocidades médias máximas e mínimas nos municípios da AID

	VELOCIDADE (M/S)																					
	2019								2020											2021		
	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar
Rondonópolis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,13	2,74	3,52	4,29	4,95	5,94	7,17	5,84	6,51	5,15	3,77	2,91
Sorriso	6,06	-	-	8,28	6,67	6,31	6,40	3,04	0,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-
Paranatinga	4,48	5,01	5,45	7,00	3,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Primavera do Leste	7,35	-	-	-	-	-	10,62	7,84	9,53	9,39	8,92	7,06	8,55	10,04	11,12	13,54	11,83	11,84	10,56	9,04	8,65	6,50	-
Rosário Oeste	2,66	3,47	4,32	4,65	4,46	4,44	4,22	3,56	4,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Campo Verde	8,64	9,41	10,06	11,74	11,17	10,71	9,07	8,31	10,41	9,78	8,67	8,28	8,91	8,99	9,55	10,62	9,11	11,33	9,07	8,70	10,41	9,82	8,65
Cuiabá	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,67	4,43	5,02	4,81	5,15	5,21	6,58	5,95	7,06	5,83	5,72	6,04
São Vicente	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,90	1,04	1,54	1,36	1,66	1,34	1,74	1,74	1,89	1,39	1,67	2,02
Poxoréu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,87	2,72	2,94	3,08	3,76	2,97	3,83	3,44	2,59	3,10	2,87	3,63

Legenda: - dados não disponíveis.

Fonte: INMET, adaptado por STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

Figura 6.1.14. Rosa dos Ventos dos Municípios da AID do Empreendimento.





Legenda: A) Rondonópolis-MT; B) Sorriso-MT; C) Paranatinga-MT; D) Primavera do Leste-MT; E) Rosário do Oeste-MT; F) Campo Verde-MT; G) Cuiabá-MT; H) Santo Antonio do Leste.
Fonte: INMET. Adaptado por STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2020).

6.1.1.3.5 Precipitação

Conhecer as informações sobre intensidade, distribuição e frequência das precipitações na região é importante para o planejamento das atividades de construção assim como das medidas de proteção contra erosão e demais controles da qualidade ambiental.

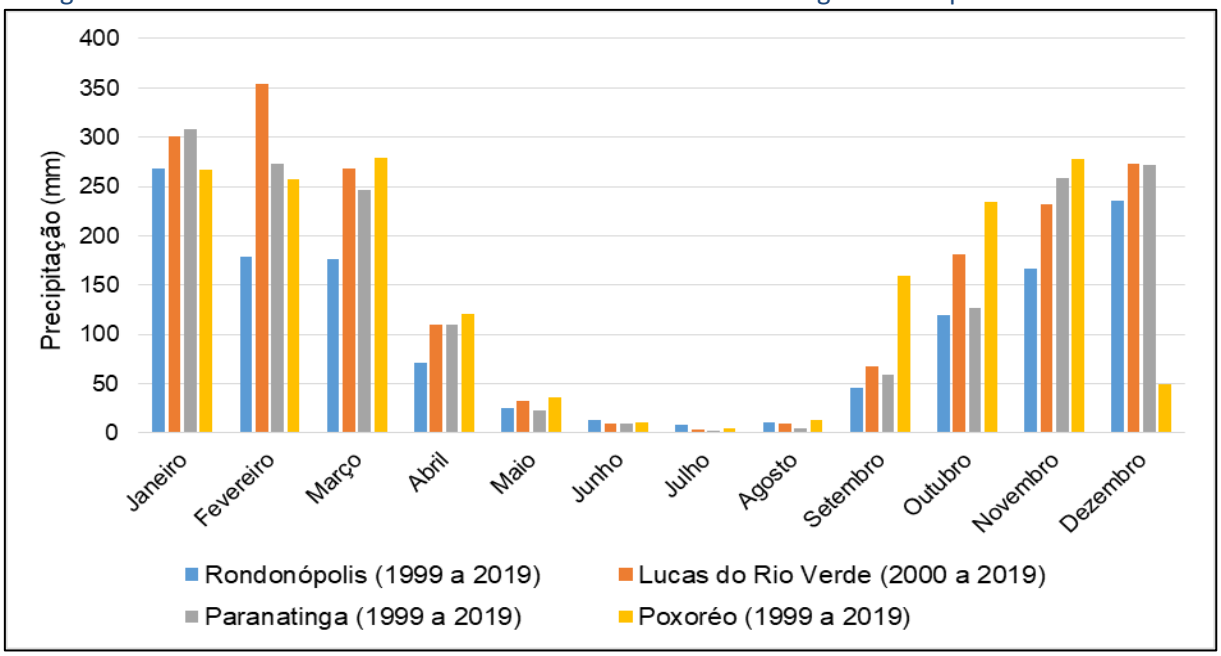
De acordo com dados obtidos, em Rondonópolis-MT a precipitação acumulada média é de cerca de 1.300 mm por ano. As informações disponíveis contemplam um histórico de 21 anos (1999 a 2019), e demonstram que o mês de janeiro é o mês mais chuvoso, com cerca de 270 mm, e o mês de julho é o mais seco, com aproximadamente 9 mm de chuva, conforme pode ser visualizado no gráfico da Figura 6.1.15.

Dados da estação de Paranatinga-MT mostram que o mês de janeiro também é o mês mais chuvoso na região com 307 mm, seguido do mês de fevereiro com cerca de 273 mm e a estação de seca tem seu ápice no mês de julho (Figura 6.1.15). A precipitação acumulada anual é de 1.695 mm e as informações disponíveis contemplam os anos de 1999 a 2019. Também, segundo dados da estação meteorológica de Lucas do Rio Verde-MT, o município apresenta precipitação acumulada média de 1.740 mm por ano. Os dados disponíveis contemplam os anos de 2000 a 2019 (20 anos) e indicam que fevereiro é o mês de maior precipitação, com 354,44 mm em média, e julho é o mês mais seco, apresentando em média menos de 4 mm de chuva (Figura 6.1.15).

Outro histórico de precipitação averiguado para a AID do empreendimento corresponde aos anos de 1999 a 2019 do município de Poxoréu-MT, no qual se verificou que o período de janeiro a março apresenta maior intensidade de chuvas, tendo o ápice em março com 278,94 mm. O mês de maior seca é correspondente a julho, com 4,72 mm (Figura 6.1.15) e a precipitação acumulada anual é de, aproximadamente, 1.709 mm. Assim sendo, verifica-se que nos municípios da região do empreendimento os períodos de chuva e seca seguem o mesmo padrão, sendo de novembro a abril a estação chuvosa, e de maio a outubro a estação seca.

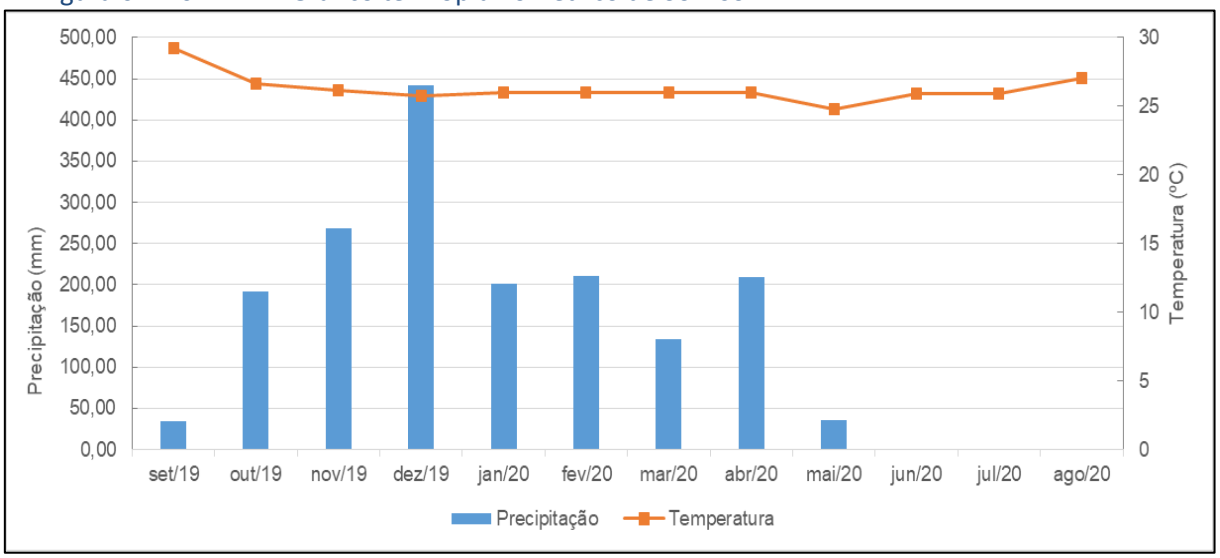
Foram obtidos os dados mais recentes das estações meteorológicas de Sorriso, Paranatinga, Rosário Oeste, Primavera do Leste, Cuiabá, Poxoréu, Santo Antônio do Levenger (São Vicente) e Campo Verde. Contudo, algumas destas estações não apresentavam dados completos. Por exemplo, a estação de Rosário Oeste não apresenta dados de fevereiro de 2020 ao ano de 2021, Primavera do Leste não apresenta dados de fevereiro de 2021 a abril de 2021 e Campo Verde não apresenta dados de novembro de 2020 e de janeiro de 2021 a março de 2021. A Figura 6.1.16 a Figura 6.1.23 apresentam os dados disponíveis.

Figura 6.1.15. Gráfico da Pluviosidade Média Mensal na Região do Empreendimento



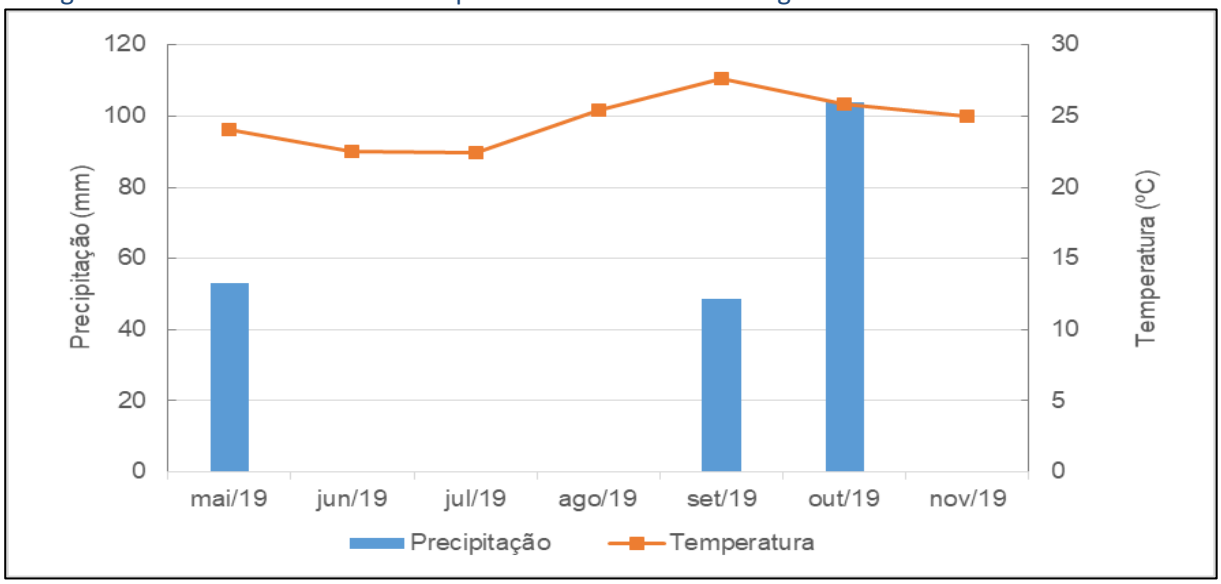
Fonte: ANA, adaptado por STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

Figura 6.1.16. Gráfico termopluviométrico de Sorriso-MT



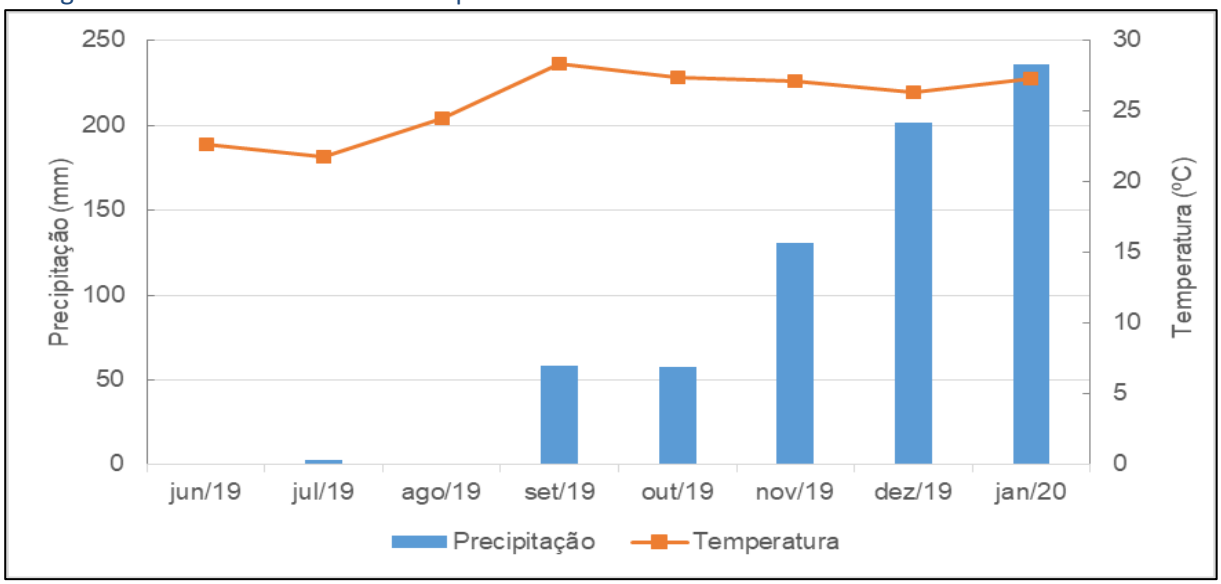
Fonte: INMET, adaptado por STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.17. Gráfico termopluviométrico de Paranatinga-MT



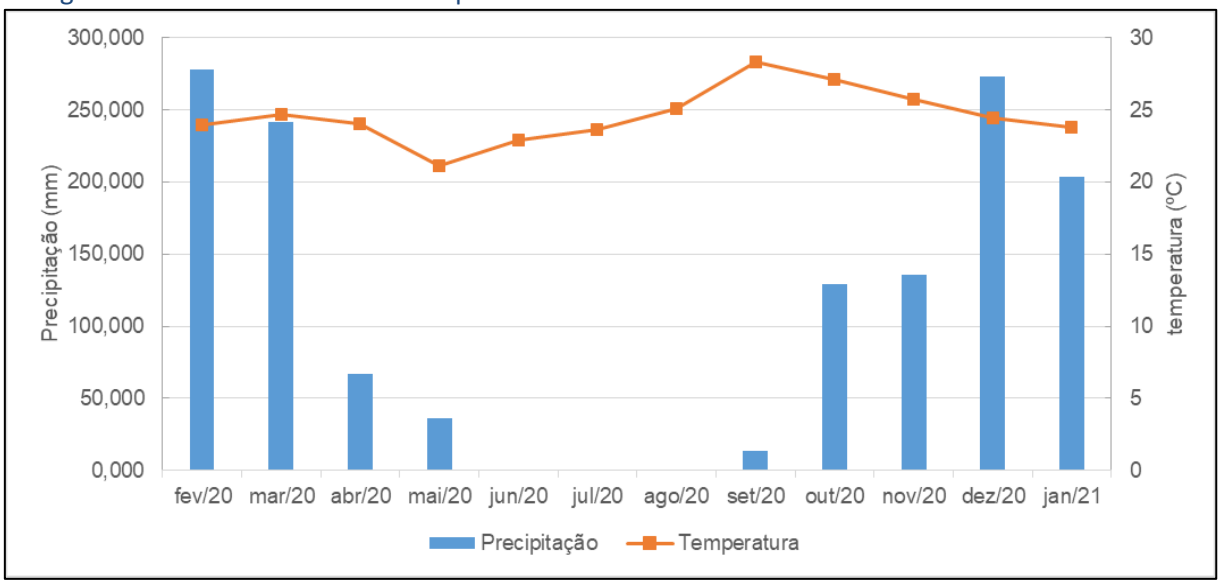
Fonte: INMET, adaptado por STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.18. Gráfico termopluviométrico de Rosário Oeste-MT



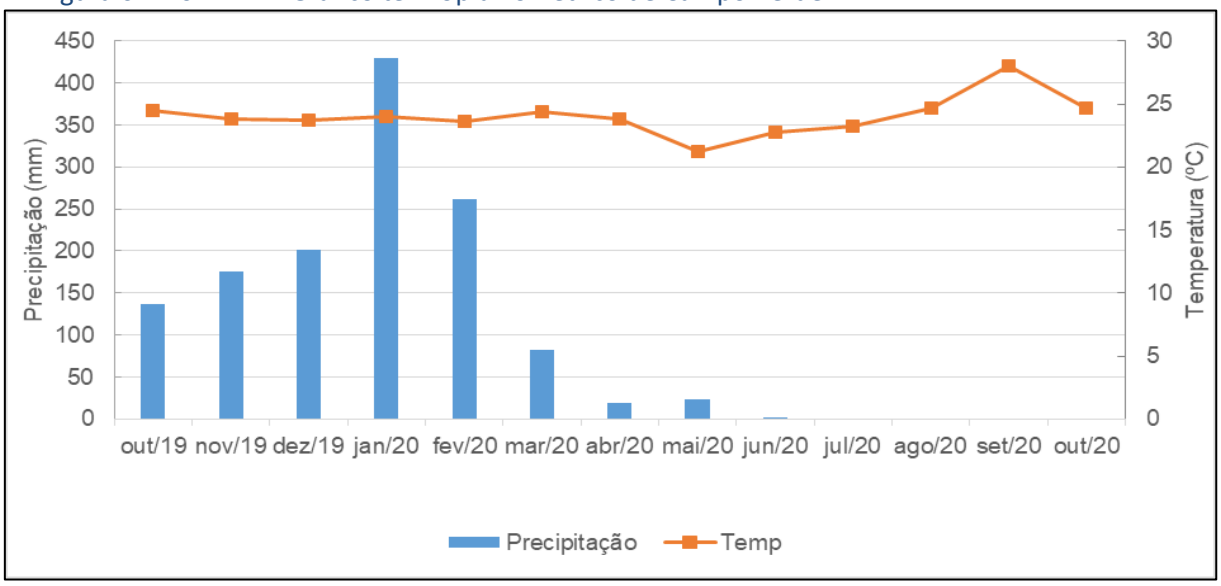
Fonte: INMET, adaptado por STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.19. Gráfico termopluviométrico de Primavera do Leste-MT



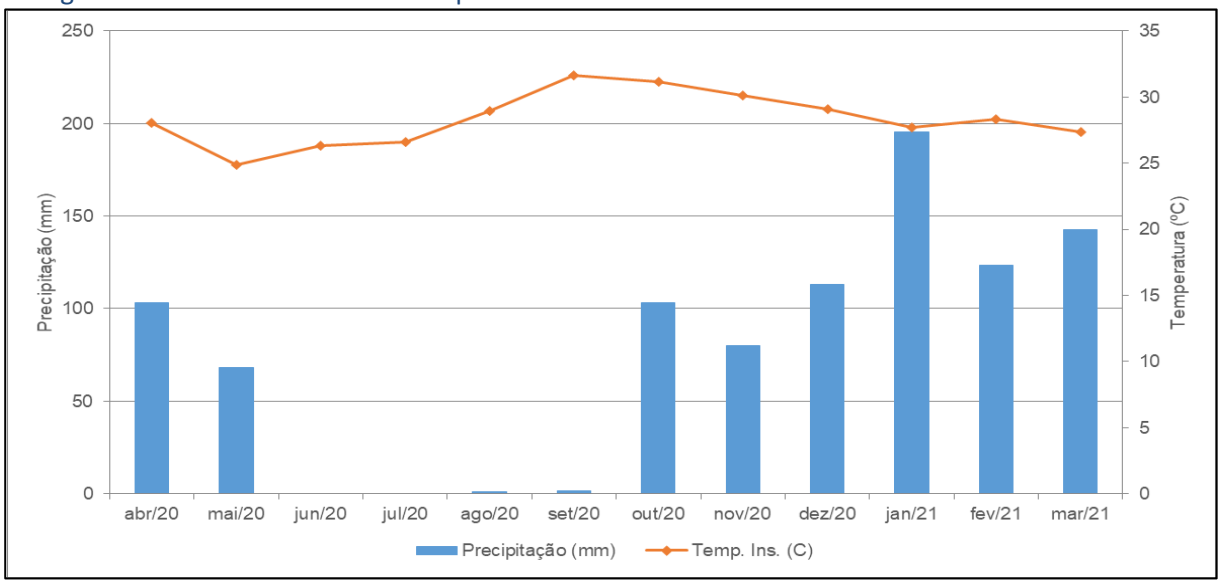
Fonte: INMET, adaptado por STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.20. Gráfico termopluviométrico de Campo Verde-MT



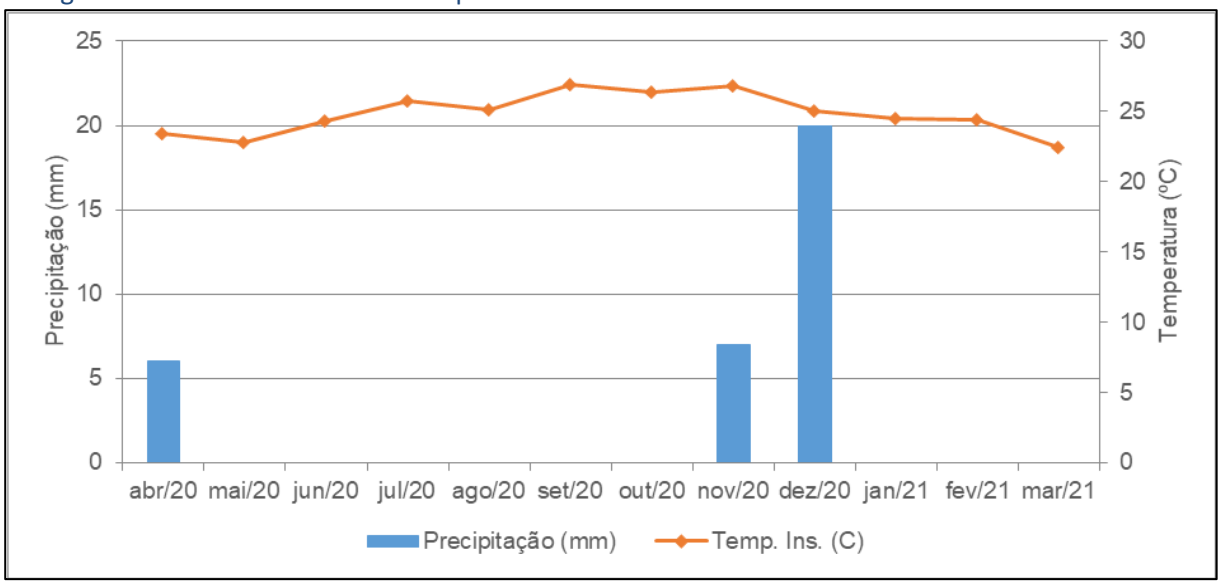
Fonte: INMET, adaptado por STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.21. Gráfico termopluviométrico de Cuiabá-MT



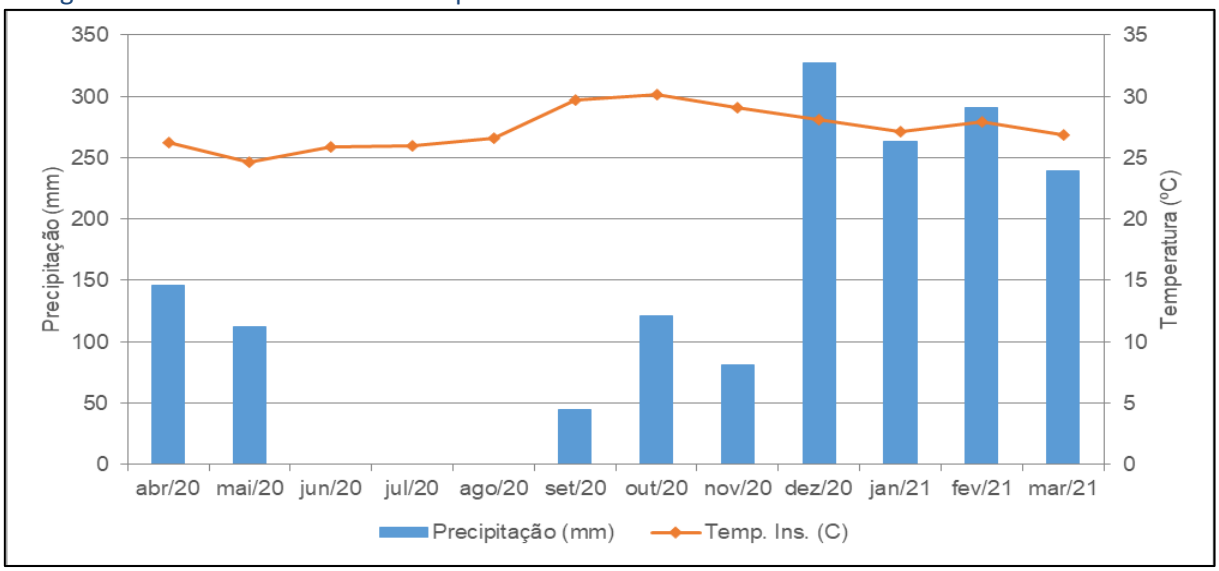
Fonte: INMET, adaptado por STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.22. Gráfico termopluviométrico de São Vicente-MT



Fonte: INMET, adaptado por STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.23. Gráfico termopluviométrico de Poxoréu-MT



Fonte: INMET, adaptado por STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

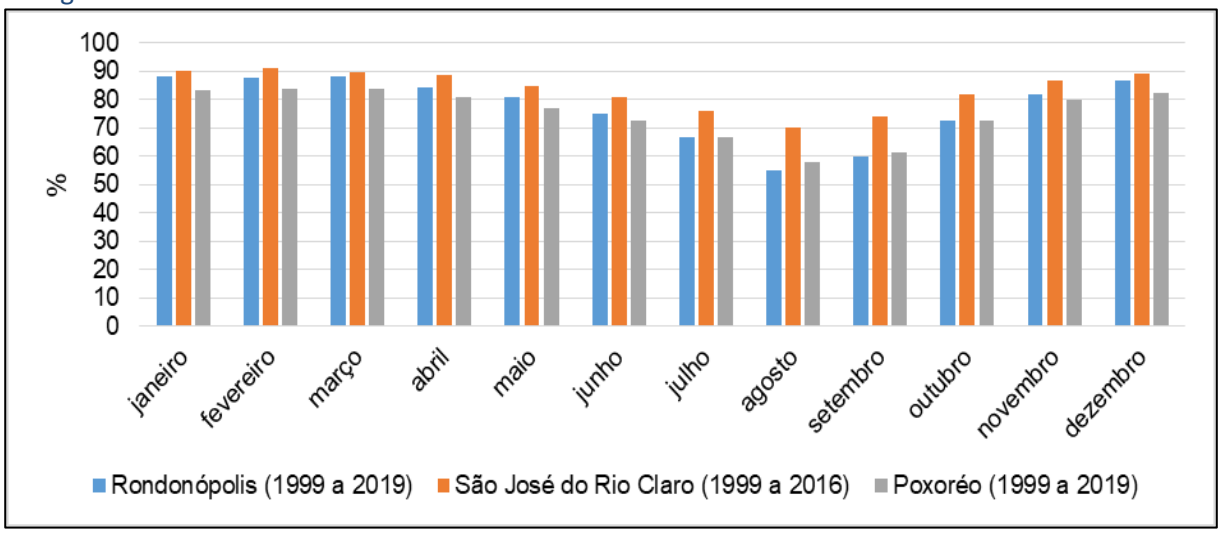
Como é possível observar, nestes municípios da AID do empreendimento, as chuvas mais intensas também ocorrem no período entre dezembro e março. Sorriso apresentou 442 mm de chuva e Primavera do Leste obteve 258,80 mm no mês de dezembro de 2019, Rosário Oeste e Campo Verde obtiveram 236,40 mm e 429,20 mm de precipitação acumulada, respectivamente, em janeiro de 2020. Os períodos de seca, aproximadamente 0 mm, nestes municípios foram registrados principalmente nos meses de julho e agosto, conforme dados disponíveis. O munícipio de Santo Antônio do Leverger (São Vicente) apresentou quase todos os meses 0 mm de precipitação, exceto pelo mês de dezembro de 2020 com 20 mm.

6.1.1.3.6 Umidade Relativa

A umidade relativa do ar é uma das formas de expressar o conteúdo de vapor existente na atmosfera. É definida como sendo a relação entre o teor de vapor de água contido no ar em um dado momento e o teor máximo que esse ar poderia conter, à temperatura ambiente. O valor da umidade relativa pode mudar pela adição ou remoção de umidade do ar ou pela mudança de temperatura (SEED, 2020 b).

Com relação aos dados históricos para a região do empreendimento, Rondonópolis apresenta umidade relativa do ar média de 77,34%. A estação de São José do Rio Claro mostra que a média anual da umidade relativa do ar é de 83,80% para a região de Lucas do Rio Verde e em Poxoréu a umidade média é de cerca de 75,26%. Nestes municípios, os meses mais secos são agosto e setembro e os meses de dezembro a março se apresentam mais úmidos (Figura 6.1.24).

Figura 6.1.24. Gráfico de dados históricos da umidade relativa média mensal



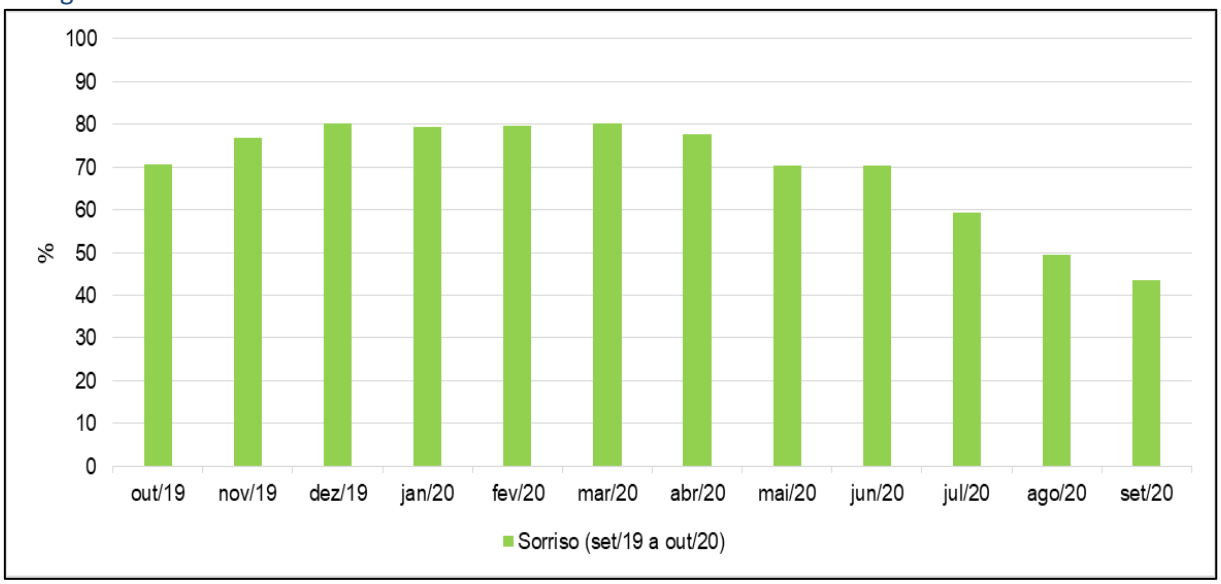
Fonte: INMET, adaptado por STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Em Rondonópolis, a umidade média nos meses mais secos varia entre 54% e 59% e nos meses mais úmidos a média fica entre 86% e 88%. Em São José do Rio Claro, as menores médias de umidade relativa variam de 70% a 74% e, em contrapartida, os meses com maior umidade atingem valores entre 89% e 91%. Em Poxoréu, a umidade nos meses secos e mais úmidos é de 58% a 61% e de 82% a 84%, respectivamente. O período de maior umidade coincide com a época chuvosa da região.

Segundo dados da SEPLAN (2000), a localização continental do Mato Grosso, distante entre 1.400 a 2.000 km do Oceano Atlântico, lhe confere padrões climáticos sazonais com alternância numa estação úmida (de novembro a abril) e uma estação seca (de maio a setembro).

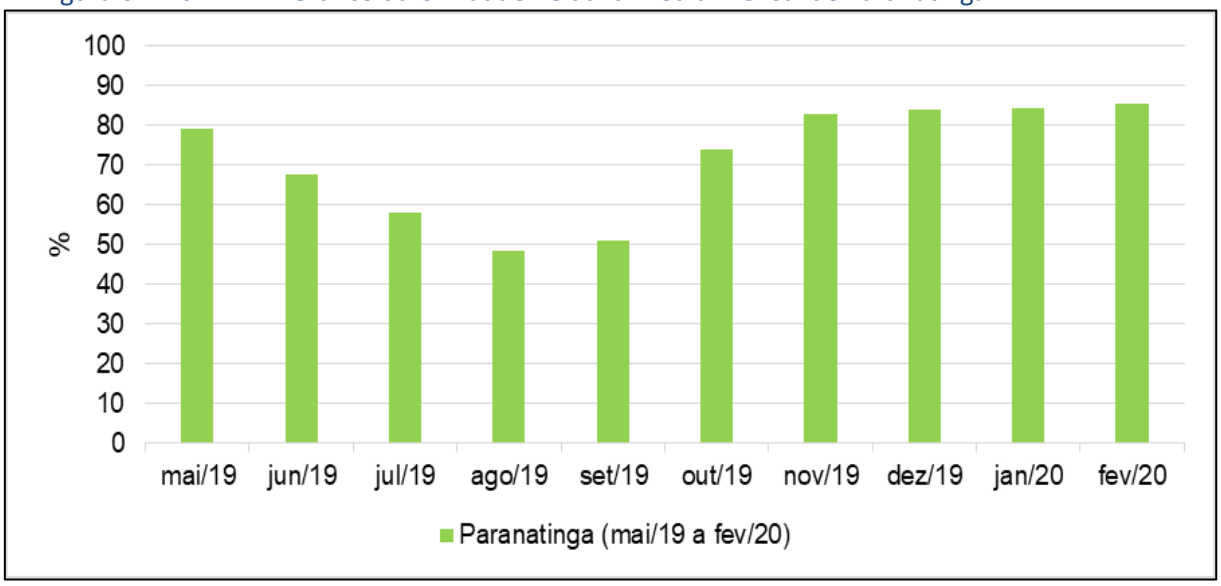
Os dados do INMET disponíveis para os municípios de Sorriso, Paranatinga, Campo Verde, Poxoréu, Cuiabá e Santo Antônio do Leverger mostram que estes municípios apresentam a mesma dinâmica que os municípios para os quais se apresentaram as séries históricas. Ou seja, os meses de menor umidade relativa do ar são agosto e setembro, e os de maior variam de dezembro a março, conforme pode ser visto nas Figura 6.1.25 a Figura 6.1.32. Os dados de Rosário Oeste apenas mostram informações com relação a maio e junho de 2019 e por isso não serão apresentados. Para o município de Sorriso estavam indisponíveis os dados de outubro de 2020 a abril de 2021, na estação de Paranatinga os dados de março de 2020 a abril de 2020 e em Primavera do Leste os dados de março de 2021 a abril de 2021 também não se encontram disponíveis.

Figura 6.1.25. Gráfico da Umidade Relativa Média Mensal de Sorriso-MT



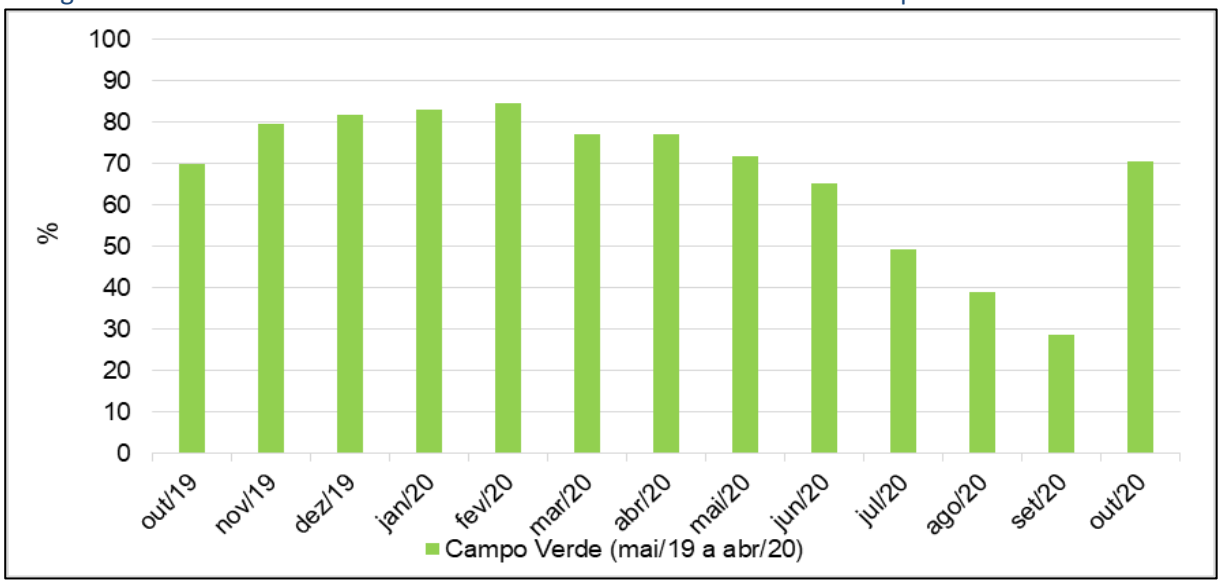
Fonte: INMET, adaptado por STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

Figura 6.1.26. Gráfico da Umidade Relativa Média Mensal de Paranatinga-MT



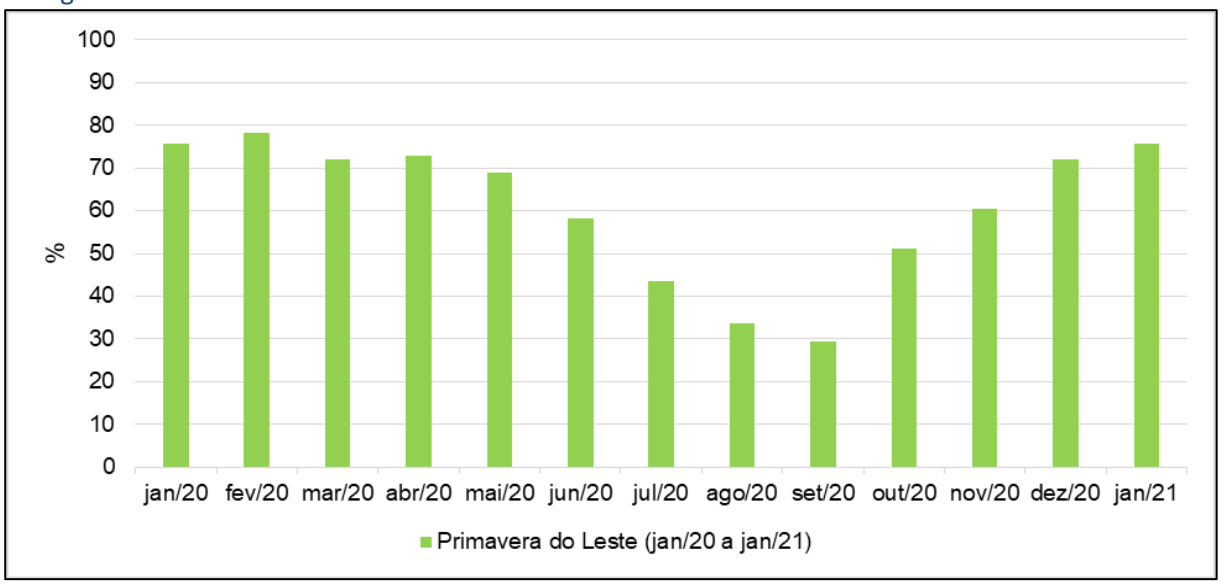
Fonte: INMET, adaptado por STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

Figura 6.1.27. Gráfico da Umidade Relativa Média Mensal de Campo Verde-MT



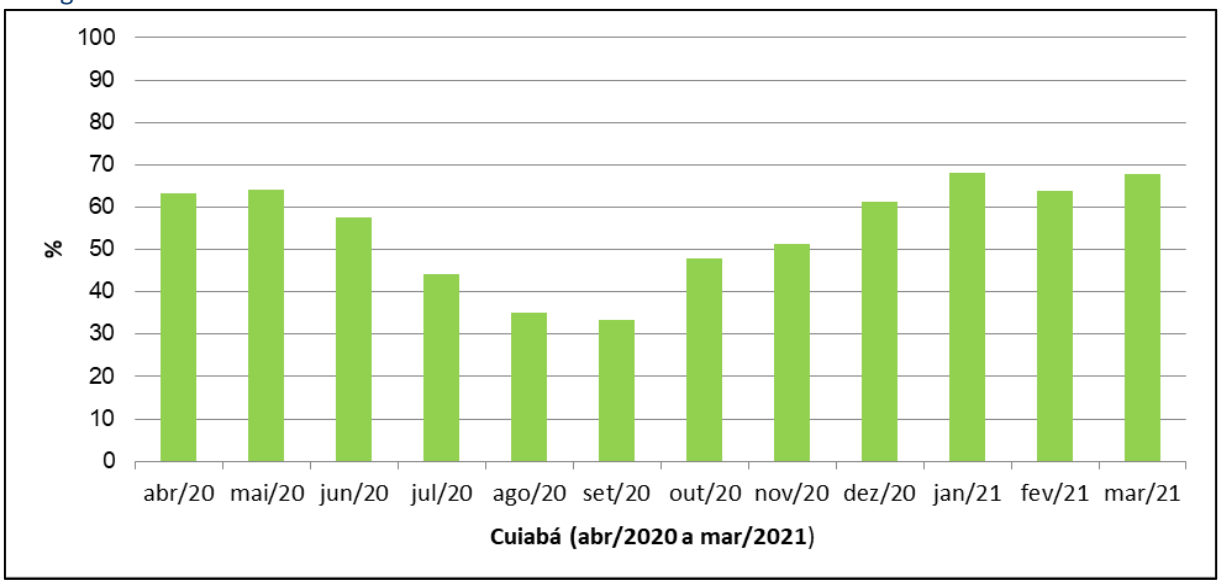
Fonte: INMET, adaptado por STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

Figura 6.1.28. Gráfico da Umidade Relativa Média Mensal de Primavera do Leste-MT



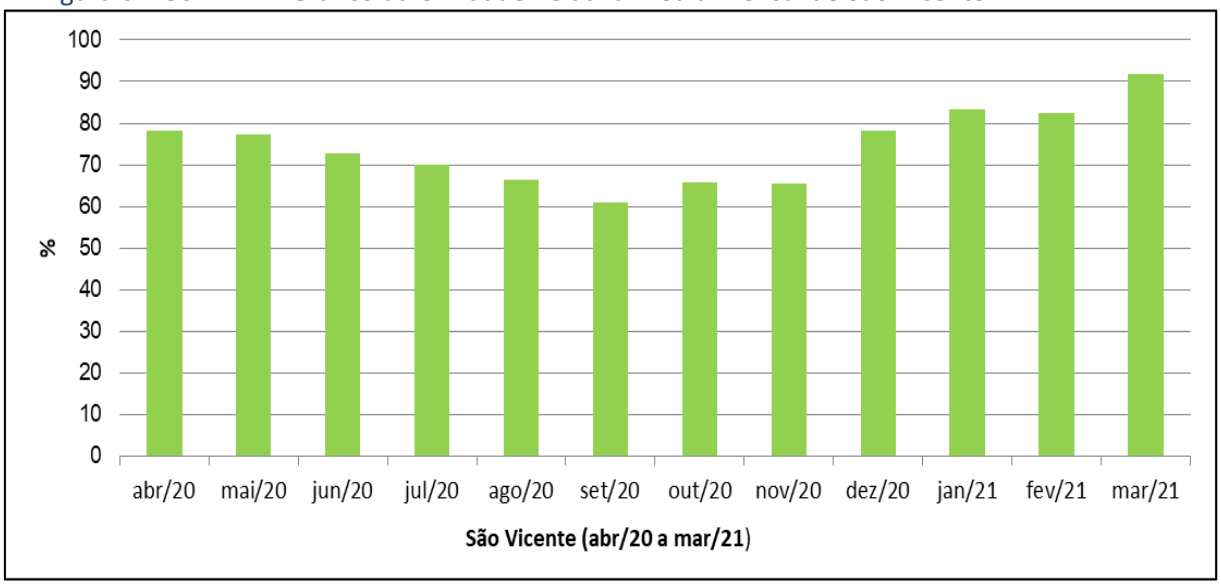
Fonte: INMET, adaptado por STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

Figura 6.1.29. Gráfico da Umidade Relativa Média Mensal de Cuiabá-MT



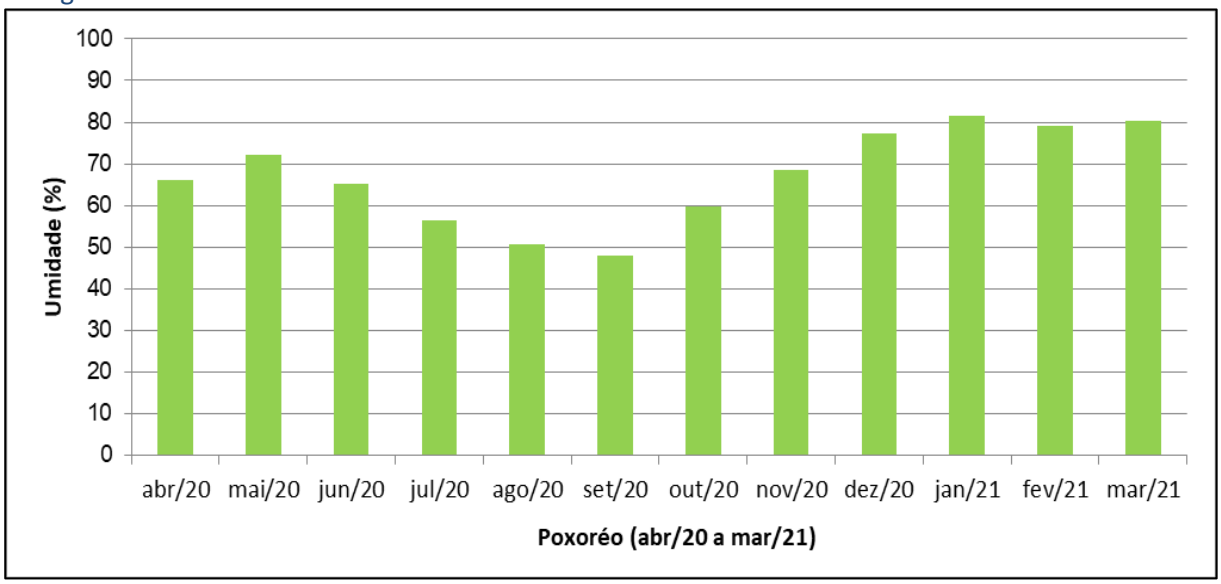
Fonte: INMET, adaptado por STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

Figura 6.1.30. Gráfico da Umidade Relativa Média Mensal de São Vicente-MT



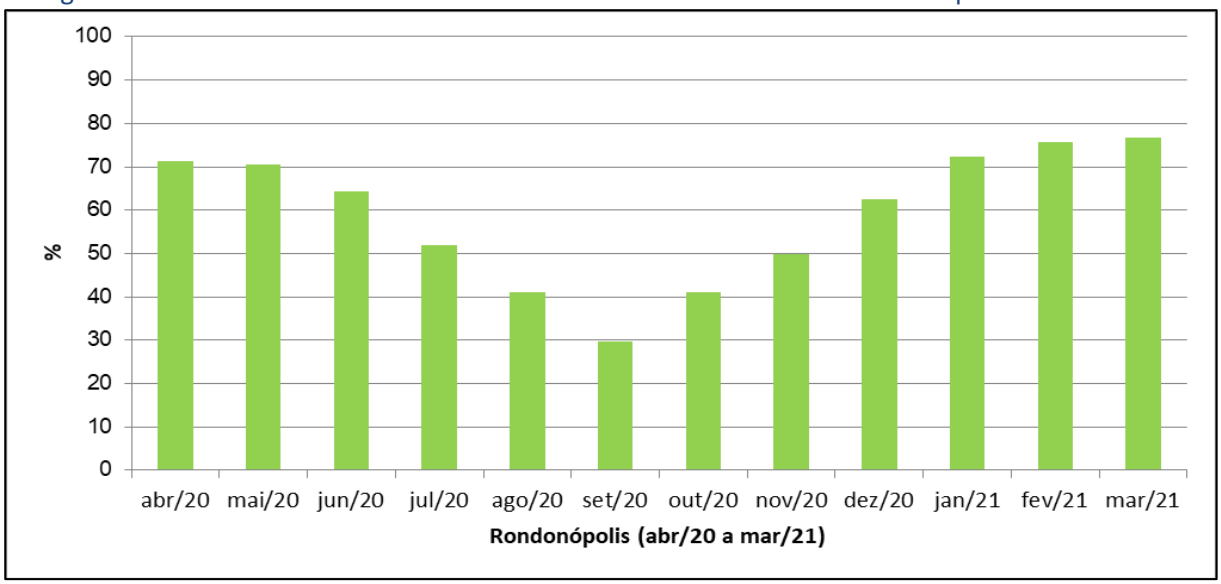
Fonte: INMET, adaptado por STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

Figura 6.1.31. Gráfico da Umidade Relativa Média Mensal de Poxoréu-MT



Fonte: INMET, adaptado por STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021)

Figura 6.1.32. Gráfico da Umidade Relativa Média Mensal de Rondonópolis-MT



Fonte: INMET, adaptado por STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

6.1.2 Geomorfologia

6.1.2.1 Objetivos

- Indicar as unidades geomorfológicas, bem como a descrição detalhada, contemplando as formas e os processos atuantes, a declividade das vertentes e a presença ou a propensão à ocorrência de processos erosivos ou de assoreamento e inundações sazonais.
- Apresentar a planta planialtimétrica que representa espacialmente às unidades geomorfológicas identificadas e as principais unidades da paisagem da área de estudo.

6.1.2.2 Metodologia

Levantamento de dados secundários

Para a caracterização e o detalhamento das unidades geomorfológicas da área de estudo foi realizado, primeiramente, o levantamento de dados secundários a partir de pesquisas científicas desenvolvidas no estado e dos bancos de dados disponibilizados pelos órgãos federais e estaduais.

Os dados secundários levantados correspondem à geomorfologia, uso do solo e pedologia da área de estudo, os quais foram obtidos a partir da base de dados do IBGE. Ainda foram utilizadas as imagens de SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) disponibilizadas pelo INPE – Instituto Nacional de Pesquisa Espacial, para obter o Modelo Digital de Elevação.

Levantamento de dados primários

Tendo por finalidade identificar áreas com erosão, em junho de 2021 foi realizada visita técnica in loco na área diretamente afetada (ADA) do empreendimento. Primeiramente, foi realizado trabalho de pré-campo, no qual foram identificadas as áreas de possível erosão, por meio da análise de ortofotos, na escala de 1:2.000, referentes ao ano de 2019/2020. A partir desses levantamentos foram delimitados pontos, com base em acessos disponíveis, para conferência *in situ* da ocorrência ou não das erosões. Destaca-se que no item 6.1.4 também é apresentado os processos erosivos na área de interesse.

Propensão à erosão

A partir do levantamento de dados secundários foi elaborado o mapa temático de propensão a processos erosivos na área de estudo. Para isso foi utilizada uma adaptação da metodologia estabelecida por Wischmeier e Smith (1978), na qual foram considerados declividade, uso e ocupação de solo, textura e erodibilidade do solo. Como todos esses fatores influenciam no grau de propensão à erosão, cada grupo foi subdividido em classes que possuem um maior ou menor grau, como apresentado na Tabela 6.1.3, Tabela 6.1.4 e Tabela 6.1.5.

A declividade foi determinada com base no Modelo Digital de Elevação elaborado a partir do SRTM, com escala de 1:250.000. Essa foi classificada com base na metodologia da Embrapa, sendo que quanto maior o declive, maior é a propensão à erosão. Assim, o peso atribuído variou de 1 a 6, indicando que quanto maior o valor, maior a propensão à erosão (Tabela 6.1.3).

Para a camada de uso do solo foi utilizada a base de dados disponibilizada pelo IBGE, referente ao ano de 2007, e na escala de 1:250.000. Para um maior detalhamento foi utilizado o nível II de descrição, no qual as áreas foram classificadas conforme apresentado na Tabela 6.1.5. Áreas de vegetação apresentam um peso menor, ou seja, são menos propensas a processos erosivos, enquanto áreas de mineração e de pastagem apresentam pesos maiores, visto que as atividades executadas podem favorecer o processo erosivo. Destaca-se que na área de interesse houve uma pequena área classificada pelo IBGE como não identificado, para esse ponto foi atribuído o peso equivalente a um (01).

Em relação à classificação do solo, também foi utilizada a base de dados disponibilizada pelo IBGE, na escala de 1:250.000. Para auxiliar na determinação de peso para cada tipo de solo foi utilizado o fator de erodibilidade do solo (K) referente a cada textura, específico para o estado do Mato Grosso (Raimo *et al.*, 2018). O fator erodibilidade do solo representa a susceptibilidade do solo aos processos erosivos. Sendo assim, quanto maior o fator de K, maior o peso atribuído à textura do solo.

Tabela 6.1.3. Pesos atribuídos à classe de declividade

DECLIVIDADE	PESO
Plano (0 a 3%)	1
Suave Ondulado (3 a 8%)	2
Ondulado (8 a 20%)	3
Forte Ondulado (20 a 45%)	4
Montanhoso (45 a 75%)	5
Forte Montanhoso (>75%)	6

Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

Tabela 6.1.4. Pesos atribuídos à classe de uso do solo

USO DO SOLO	PESO
Águas	0
Áreas campestres	1
Áreas de mineração	4
Área Florestal	1
Área urbanizada	4
Cultura temporária	3
Pastagem	4
Silvicultura	2
Uso não identificado	1

Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

Tabela 6.1.5. Peso atribuído à classe de Solo e Erodibilidade

SOLO	K (Mg Ha H Ha Mj-Mm)	PESO
Argissolo	0,0192	2
Cambissolo	0,0311	4
Gleissolo	0,018	2
Latossolo	0,0099	1
Neossolo	0,029	3
Plintossolo	0,017	2

Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

Após a classificação das camadas foi realizado a sobreposição dessas, por meio do *software* de geoprocessamento – QGIS, a fim de obter o mapa de suscetibilidade à erosão. Para essa classificação foi considerado que as camadas possuem o mesmo grau de relevância. Assim, o resultado das sobreposições das camadas foi classificado qualitativamente em alta, média e baixa propensão.

6.1.2.3 Resultados

6.1.2.3.1 Descrição das Unidades Geomorfológicas

Entre as unidades geomorfológicas presentes na área de abrangência do empreendimento se destacam a Chapada dos Guimarães, Planalto dos Parecis, Planalto dos Alcantilados, Planalto do Taquari-Itiquira, Depressão Interplanáltica Paranatinga e a Depressão Cuiabana. A 0 apresenta a área de abrangência de cada unidade geomorfológica na AID e na ADA do empreendimento e a Figura 6.1.33 apresenta a distribuição das mesmas.

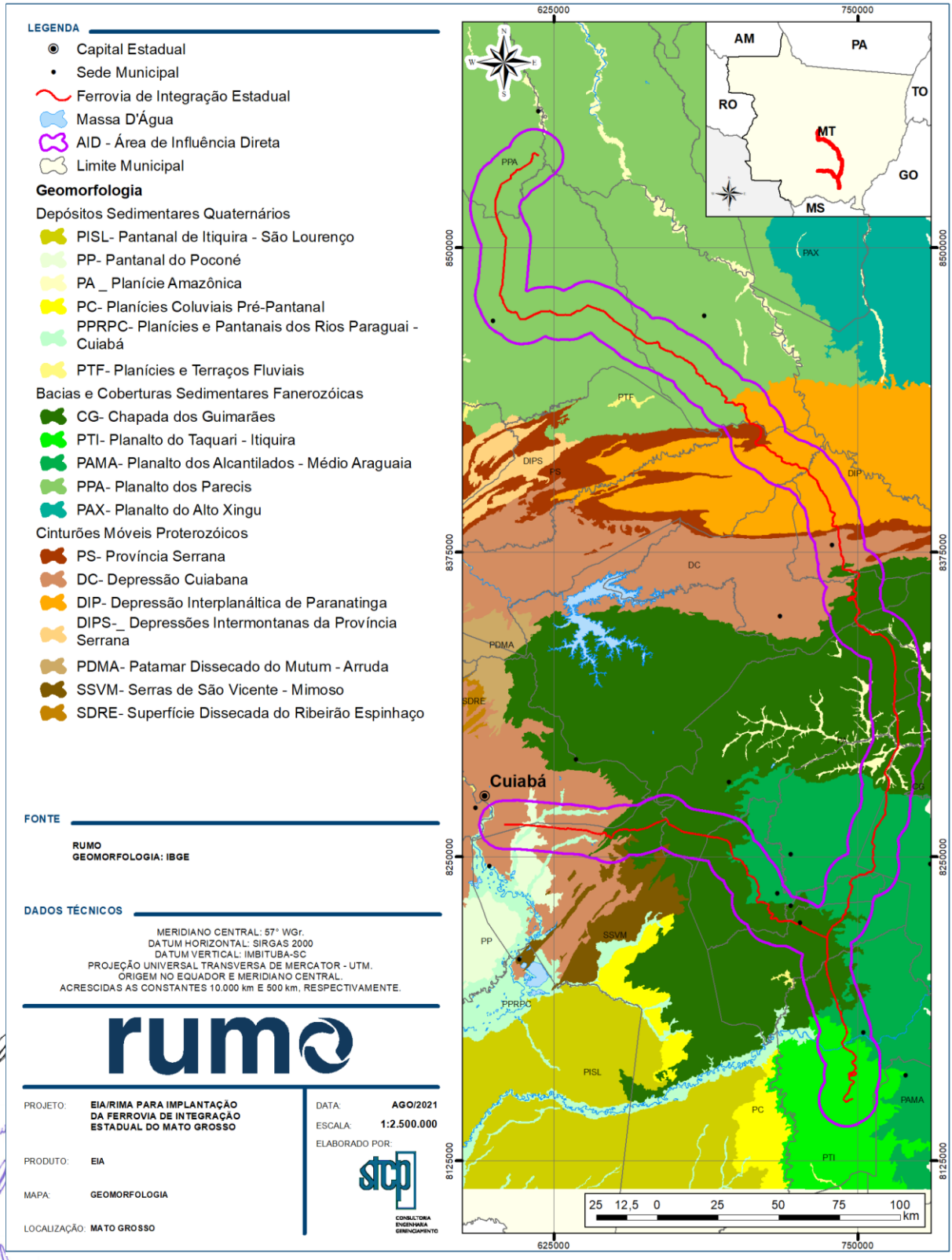
Tabela 6.1.6. Área de Abrangência das Unidades Geomorfológicas

UNIDADES	ÁREA (ha)	
	ADA	AID
Chapada dos Guimarães	2.368,60	16.231,72
Corpo d'água	1,34	706,61
Depressão Cuiabana	438,15	124.118,60
Depressão Interplanáltica de Paranatinga	561,62	126.312,26
Pantanal do Poconé	70,58	12.778,46
Planalto do Taquari - Itiquira	474,55	82.177,56
Planalto dos Alcantilados - Médio Araguaia	848,21	194.052,01
Planalto dos Parecis	1.663,14	394.462,86
Planície Amazônica	55,84	16.757,56
Planícies e Pantanais dos Rios Paraguai - Cuiabá	8,28	12.662,12

Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

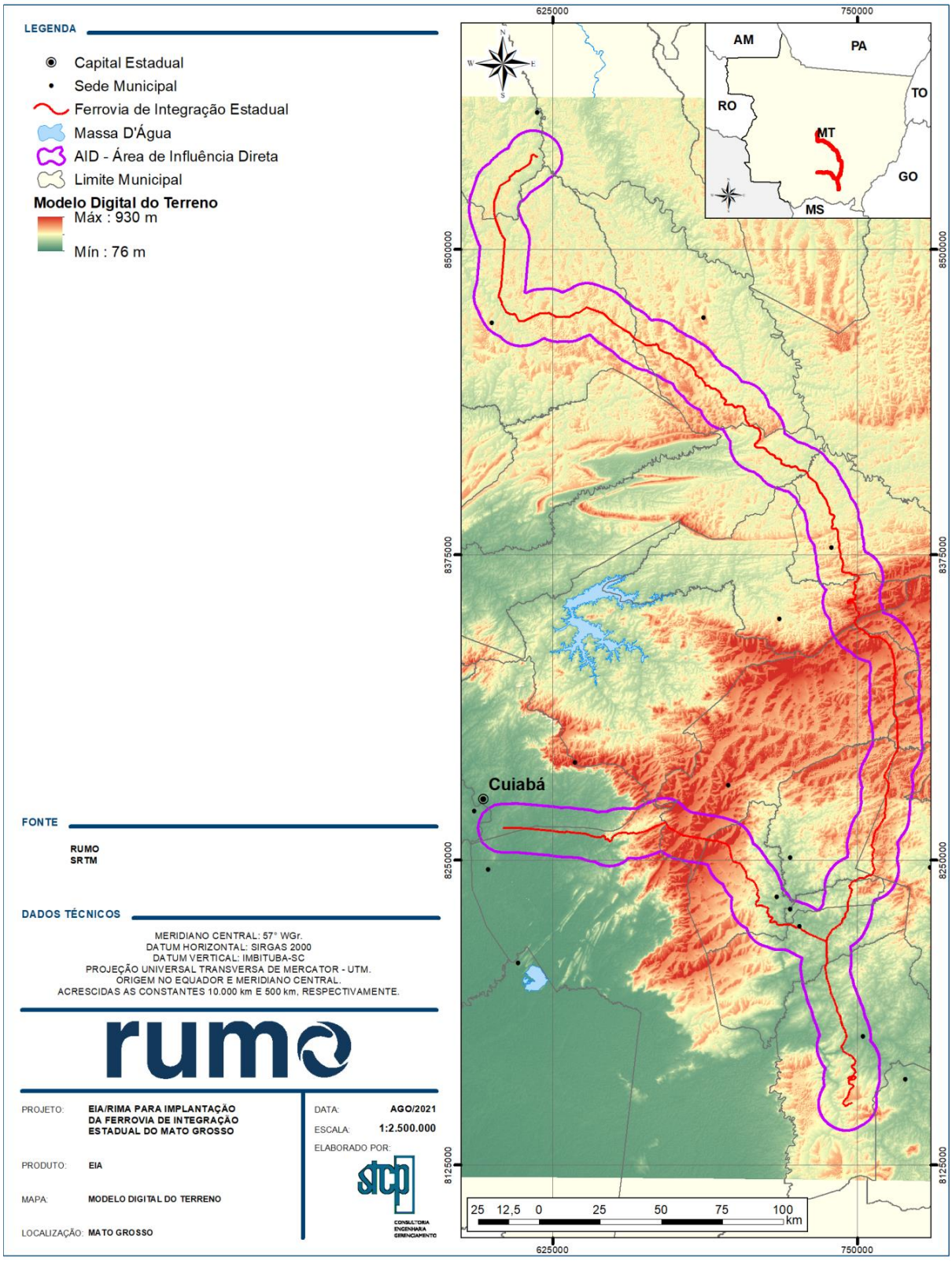
A Chapada dos Guimarães compreende o sistema do Planalto dos Guimarães localizado na região centro-sul do Mato Grosso e na região centro-oeste do empreendimento em questão. Segundo Ross (2014), a Chapada dos Guimarães corresponde a uma parte do relevo da borda noroeste da Bacia do Paraná que ficou preservada dos processos de falhamentos e suas consequentes atividades erosivas meso-cenozóicas. A Chapada representa a compartimentação superior do sistema Planalto dos Guimarães, entre as cotas de 650 a 800 m, a qual é descrita como uma superfície extensa aplanada de relevo elevado, muito conservada e com formas de dissecação suave e média na região da borda sudoeste (Figura 6.1.34 e Figura 6.1.35).

Figura 6.1.33. Mapa geomorfológico da Área do Empreendimento



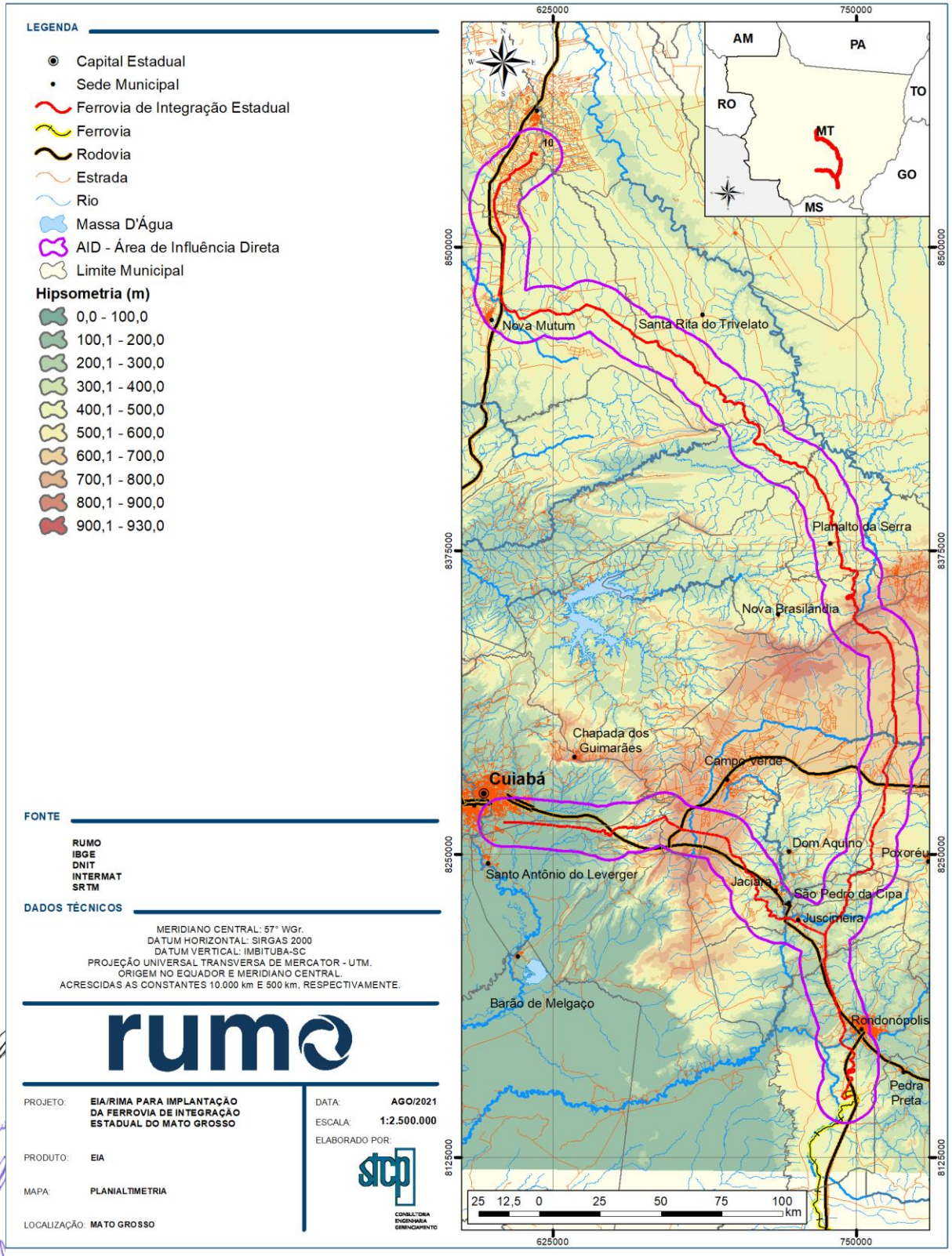
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

Figura 6.1.34. Modelo Digital de Terreno (MDT) da área de estudo



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

Figura 6.1.35. Planialtimétria da área de estudo



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

A unidade geomorfológica é delimitada por escarpas erosivas na maior parte da sua extensão, além de ressaltos topográficos (PRODEAGRO, 2000). A porção no extremo noroeste da Chapada dos Guimarães apresenta relevos ruiniformes esculpidos em arenitos de coloração vermelha. Tais características associadas com as escarpas de mais de 500 m de gradiente topográfico, os mirantes naturais direcionados para a Depressão Cuiabana e os cursos fluviais de águas cristalinas, cachoeiras e piscinas naturais a tornam como um forte atrativo turístico regional e nacional (ROSS, 2014).

O Planalto dos Alcantilados, localizado na porção sudeste da área do empreendimento, é formado por relevos complexos, dissecados e constituídos geologicamente por substratos da Bacia do Paraná, como as Formações Ponta Grossa, Aquidauana, Palermo, Botucatu e Marília. Em termos estruturais, a unidade apresenta características típicas de um sistema que foi fortemente influenciado pela tectônica, como colinas com topos desnivelados e basculados, ressaltos topográficos associados a linhas de falha, além de inversões estratigráficas.

Apresenta bordas escarpadas e vales encaixados, com formas que refletem estruturas de horst e gráben ou falhamentos de rejeitos verticais. O relevo de alcantis, o que dá o nome a unidade, é formado pela presença de um modelado de extensas áreas planas homogêneas e regulares preservadas de forma dispersa ao longo da unidade geomorfológica do Planalto dos Alcantilados, as quais são contornadas por escarpas abruptas (PRODEAGRO, 2000).

A unidade morfoescultural do Planalto dos Parecis compreende cerca de 50% da área do estado do Mato Grosso, estendendo-se continuamente no sentido leste-oeste. A unidade compreende principalmente litologias sedimentares paleozoicas e mesozoicas, além de coberturas detrítico-lateríticas neogênicas. Apresenta altitudes entre 300 e 800 m, sendo compartimentada nas unidades geomorfológicas da Chapada dos Parecis e no Planalto dos Parecis, que abrange a porção norte do empreendimento.

A unidade geomorfológica do Planalto dos Parecis apresenta altitudes entre 350 a 400 m e se encontra rebaixada topograficamente em relação à superfície da Chapada dos Parecis. Apresenta formas de relevo homogêneas, predominantemente tabulares, contudo formas convexas e áreas aplanadas também podem ser relacionadas aos principais rios (CASTRO JÚNIOR, 2002). O Planalto do Taquari-Itiquira é uma unidade geomorfológica ampla com limites na porção ocidental da unidade marcados por bordas escarpadas estruturais (frente de cuesta), as quais são denominadas de forma local de Serra de São Jerônimo e Serra do Pantanal (OKA-FIORI, 2002).

As depressões Cuiabana e Interplanáltica de Paranatinga, com altitudes de 150 a 400 m, encontram-se entre as escarpas da Chapada dos Guimarães e o relevo montanhoso da Província Serrana. Apresentam relevo em forma de colinas amplas com vales pouco entalhados, vertentes com declividades baixas (geralmente abaixo de 5°) e fundos de vale rasos, além disso, a densidade de canais de drenagem é baixa (ROSS, 2014).

A Província Serrana é formada por um agrupamento de formações paralelas com direção Norte-Nordeste a Sul-Sudoeste (NNE-SSO) de 35 a 40 km de largura no centro-sul do estado do Mato Grosso. Em sua porção norte, segue na direção Oeste-Leste (W-E), com relevos residuais de forma alongada e com 10 a 15 km de largura. A província apresenta altitudes entre 300 e 700 m, dissecação

forte e suave e embasamento composto de rochas do Grupo Alto Paraguai. Apresenta como particularidades, quando comparada aos relevos adjacentes, a presença de dobramentos, no geral, assimétricos e falhamentos (PRODEAGRO, 2000).

Por fim, a unidade da planície Amazônica compreende áreas de formas planas com altitudes médias de 90 a 200 m. É constituída por terrenos sedimentares pliocênicos, além de apresentar áreas de acumulação de sedimentos recentes.

6.1.2.3.1 Propensão aos processos erosivos e assoreamentos e inundações sazonais

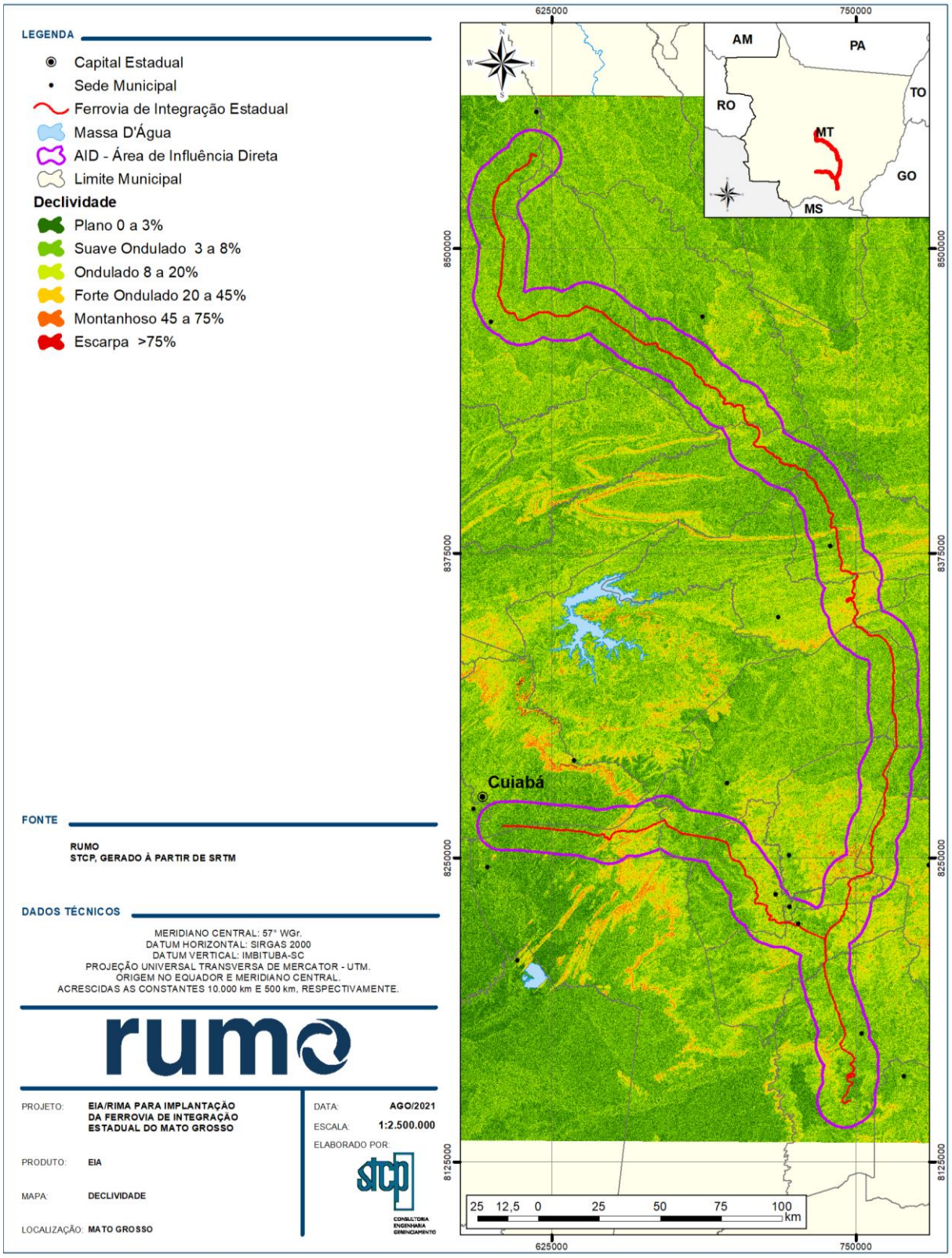
A erosão de solos é um processo natural, sendo que o seu grau de evolução depende da combinação de diversos fatores como a declividade, erodibildade do solo e o uso do solo. No entanto, os processos erosivos podem ser acelerados por meio da agricultura e percuária, caminhos abertos por homens e animais compactando o solo, desmatamento, mineração entre outros. Ainda, a depender da intensidade da chuva, quando essa ultrapassa a capacidade infiltração, ocorre o escoamento superficial que é capaz de provocar erosão, à medida que lamina a d'água gera fluxos concentrados. Os processos erosivos podem ocasionar o assoreamento de rios, lagos, reservatórios, em conjunto com o transporte de sedimentos, causando a poluição de corpos hídricos e a remoção de solo superficial.

A implementação da Ferrovia de Integração Estadual está localizada em uma área relativamente plana, onde os relevos mais acentuados se encontram entre Cuiabá e Santo Antônio de Leverger, próximo à região da APA da Chapada dos Guimarães, e na região de Primavera do Leste e Planalto da Serra (Figura 6.1.36). Ao correlacionar essas áreas de maior declividade com o uso do solo, é possível observar que são justamente essas áreas que apresentam maior cobertura florestal, enquanto grande parte da área de estudo está inserida em áreas de plantio de culturas temporárias e pastagens (Figura 6.1.37), atividades que podem agravar a erosão. Em relação à erodibilidade do solo, destaca-se a região entre Planalto da Serra e Nova Brasilândia que apresenta solo classificado Cambissolo, que aprese o maior fator de erodibilidade do solo, dentro da área de estudo (Figura 6.1.38).

Com a combinação de todas essas informações, a área de interesse apresenta de uma forma geral um índice variando entre médio a baixa propensão de erosão (Figura 6.1.39 e 0), com exceção para a área de Planalto da Serra e Nova Brasilândia, região da bifurcação em Juscimeira e Rodonópolis que apresentam altos índices de propensão à erosão devido à combinação de declividade, pastagem e ao alto índice de erodibilidade do solo (Figura 6.1.40). Outra região de destaque é a que está localizada no município de Campo Verde que possui fator de erodibilidade alto devido ao organossolo. Porém, por apresentar cobertura florestal e baixa declividade, o índice de propensão à erosão foi baixo.

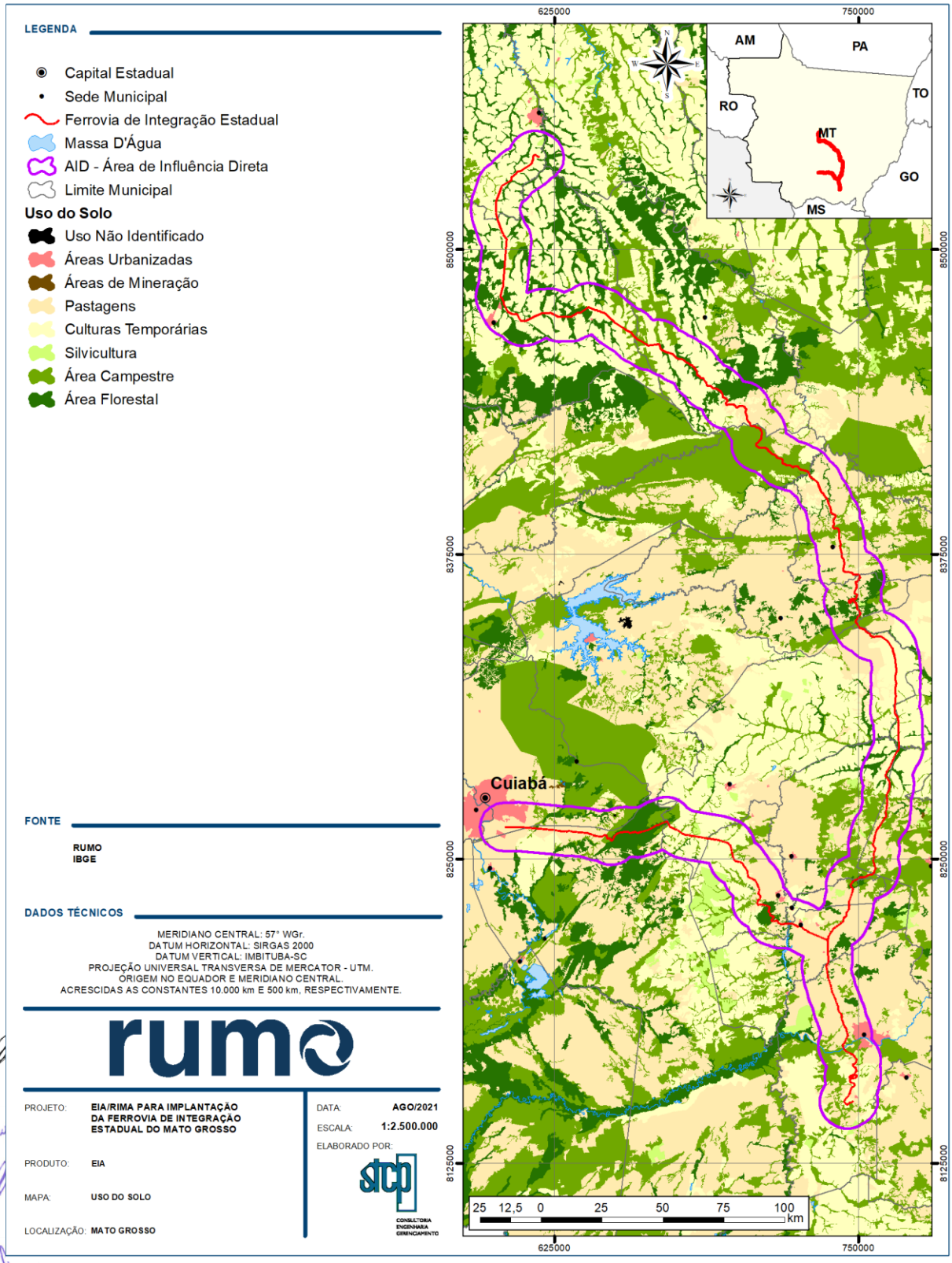
Durante a visita de campo realizada em junho de 2021 e com base nas Ortofotos de 2019 e 2020 foi possível verificar alguns pontos com erosão, como é apresentado da Figura 6.1.41 a Figura 6.1.45.

Figura 6.1.36. Declividade na área de estudo



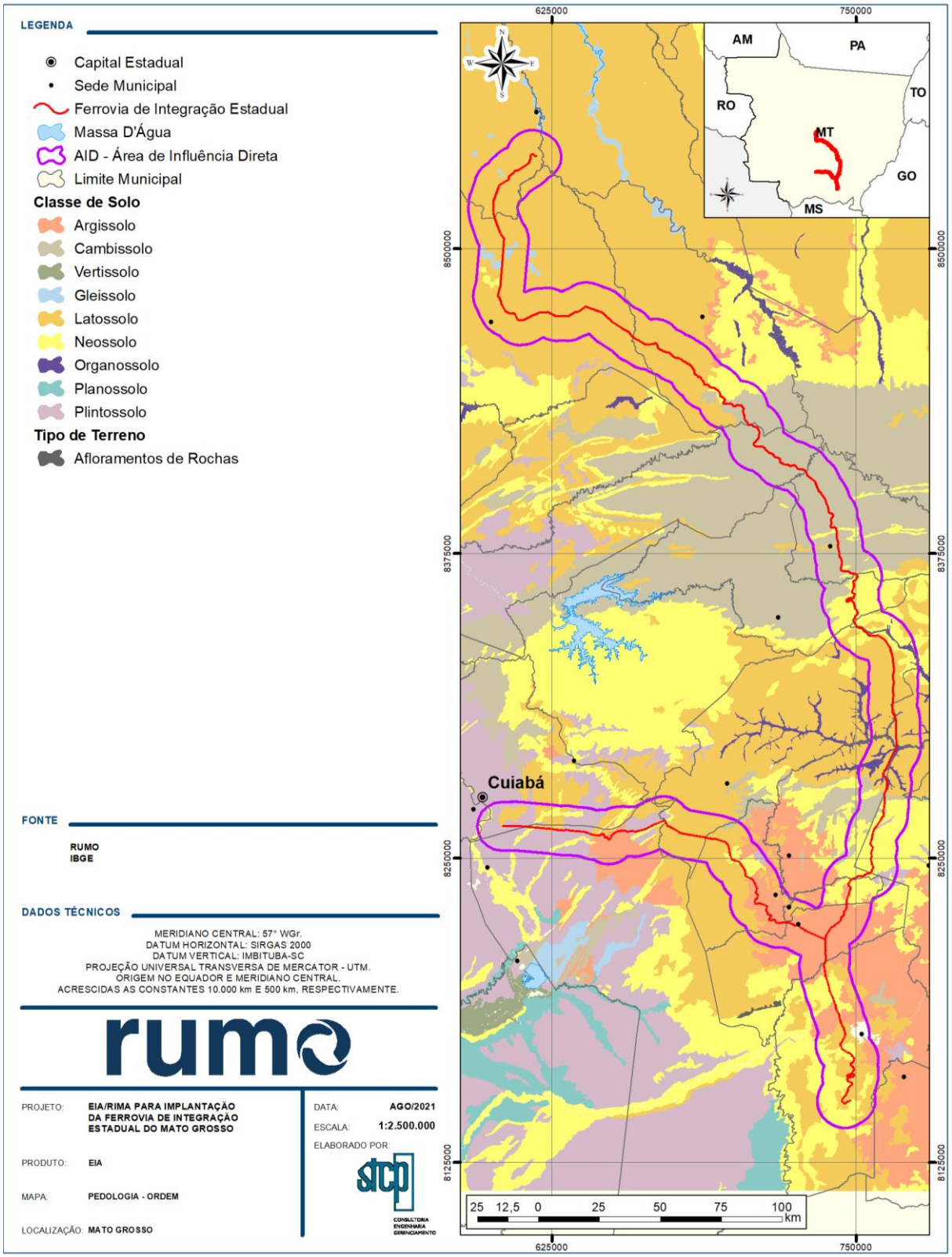
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

Figura 6.1.37. Uso do solo na área de estudo



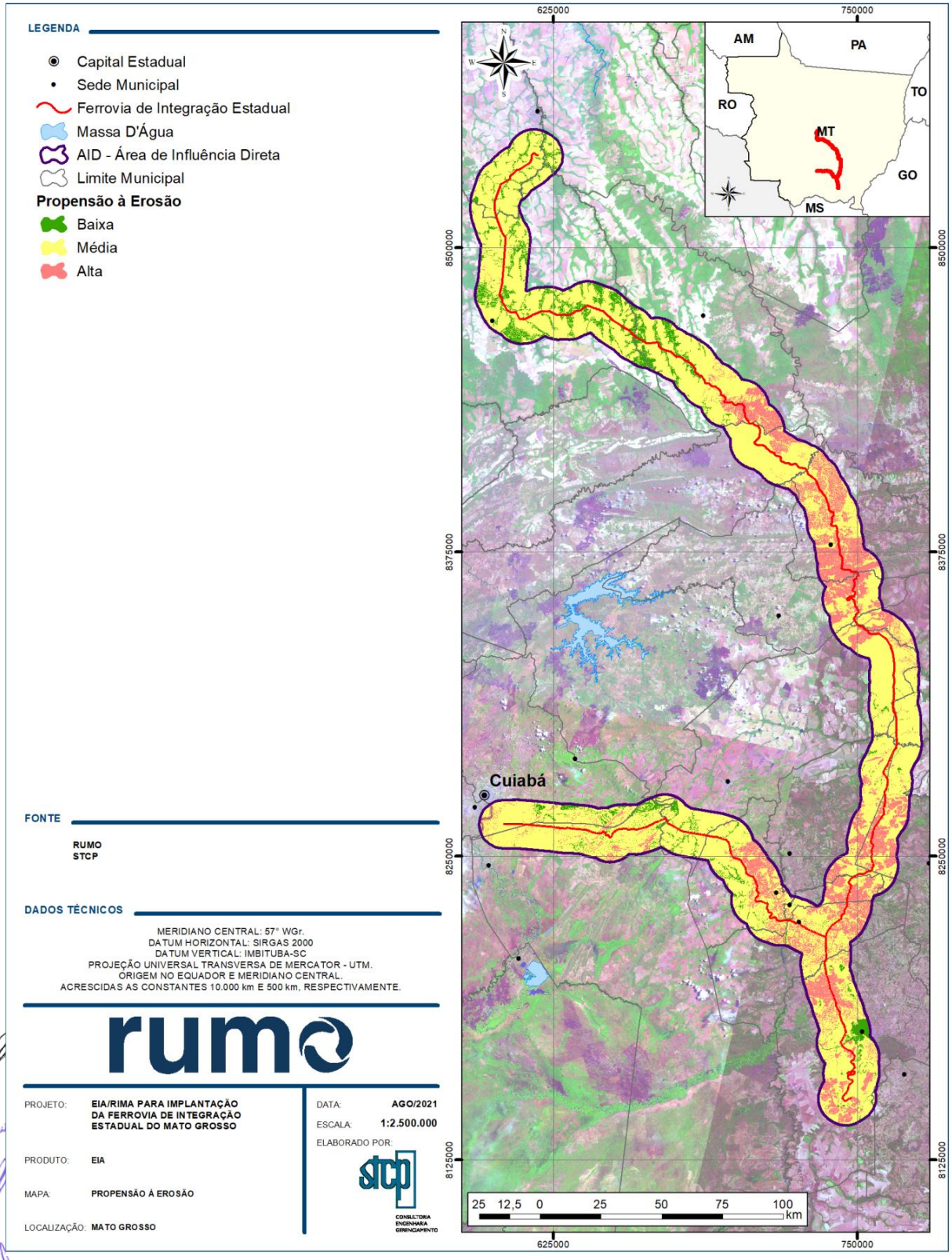
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

Figura 6.1.38. Pedologia da área de estudo



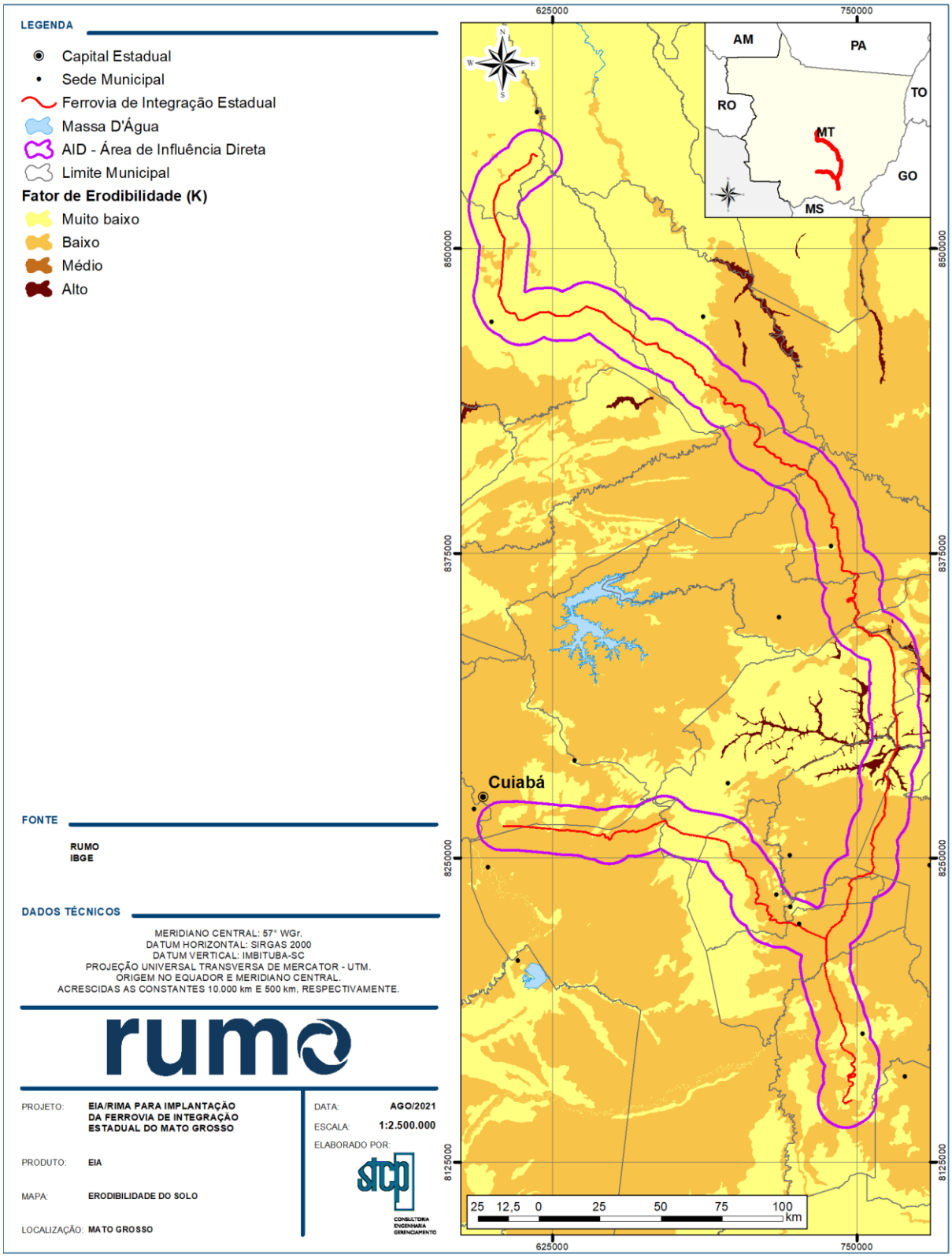
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

Figura 6.1.39. Propensão à erosão na área de estudo



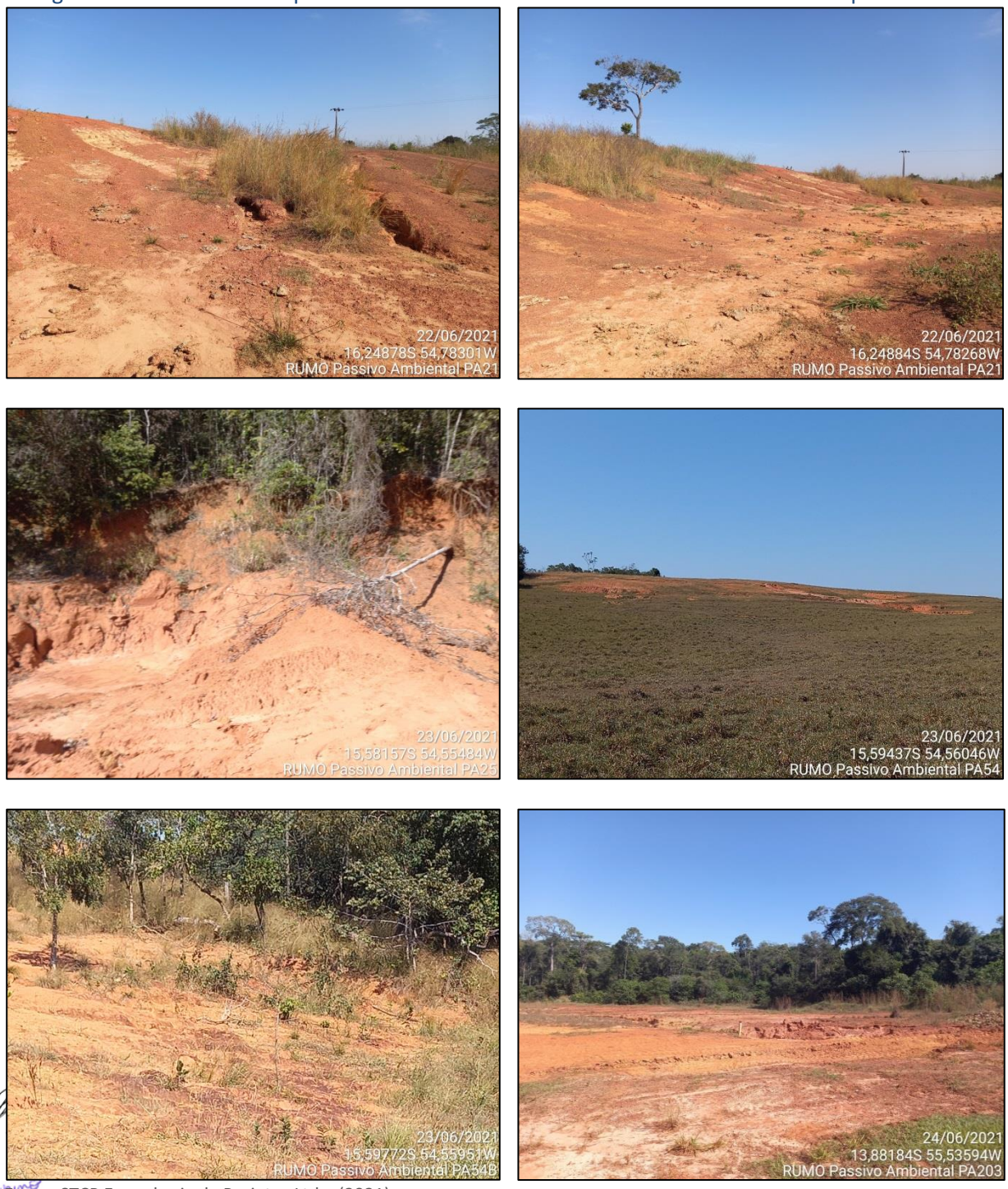
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

Figura 6.1.40. Fator de erodibilidade na área de estudo



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

Figura 6.1.41. Exemplos de erosão na AID identificados durante visita de campo



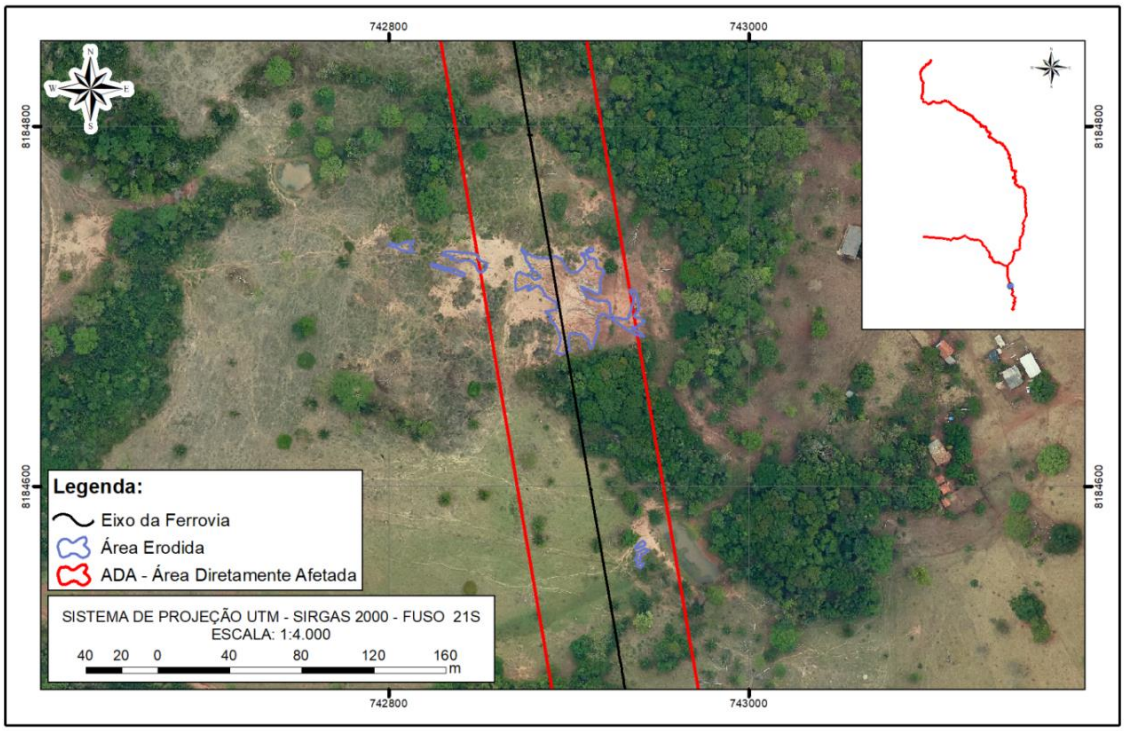
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

Tabela 6.1.7. Porcentagem a propensão à erosão por trecho na ADA e AID.

TRECHO	ÁREA (ha)		
	ALTA	MÉDIA	BAIXA
TCB-TCC	38,5	25,03	682,65
TEL-TCB	219,36	18,36	615,17
TEL-TMS	298,89	10,77	600,66
TMS-TPS	361,84	2,35	548,76
TNM-TLV	0,06	48,07	656
TPF-TNM	-	186,25	564,73
TPS-TPF	256,51	20,03	646,06
TRO-TEL	178,53	28,31	607,26
AID	**266.950,68**	**108.779**	**1.029.955,67**

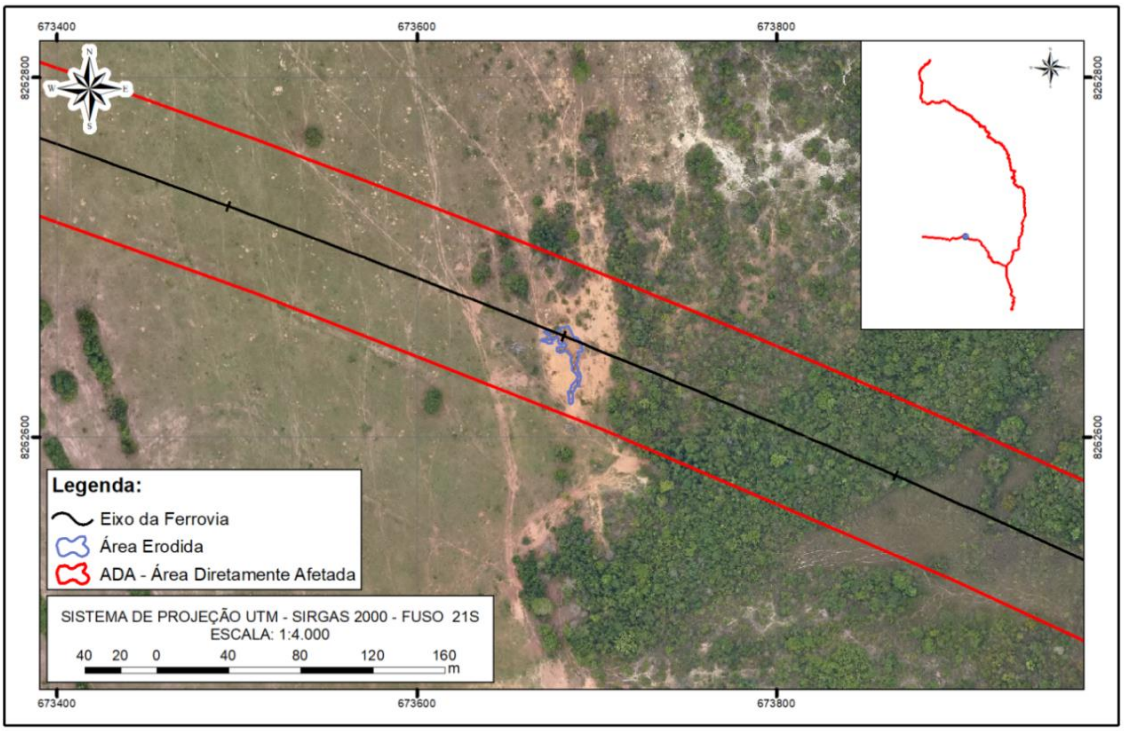
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

Figura 6.1.42. Exemplos de erosão identificados na ADA a partir da imagem de Ortofoto (Poxoreú)



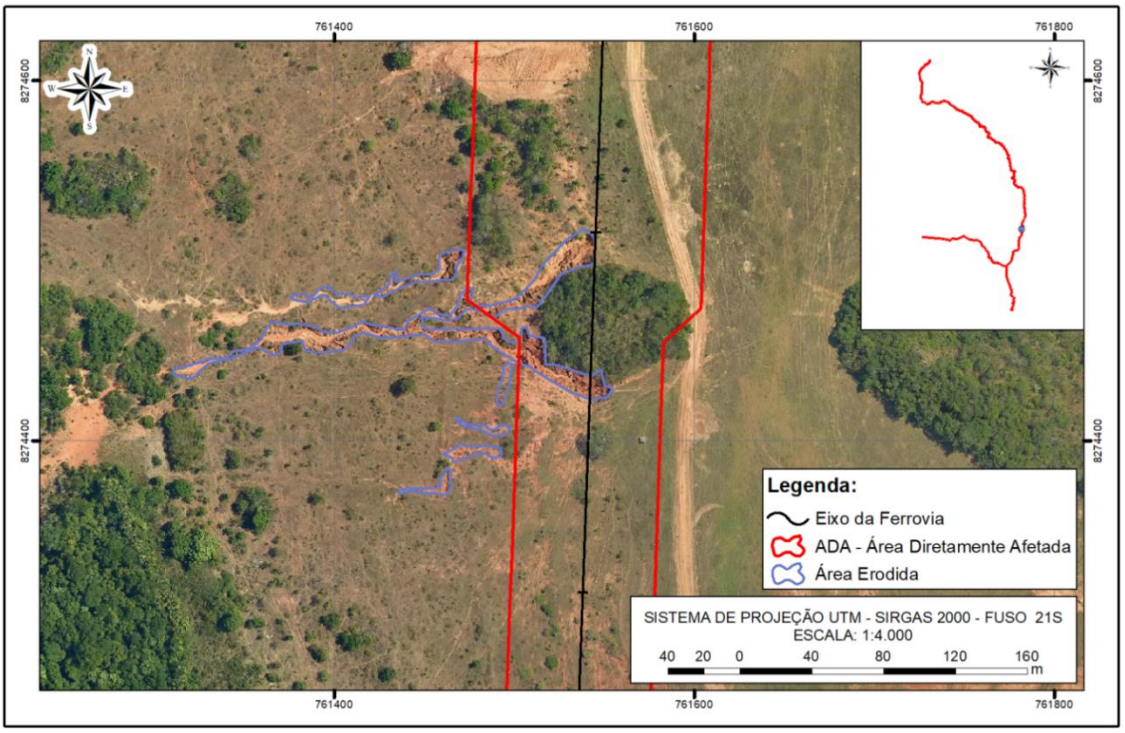
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

Figura 6.1.43. Exemplos de erosão identificados na ADA (Santo Antonio de Leverger)



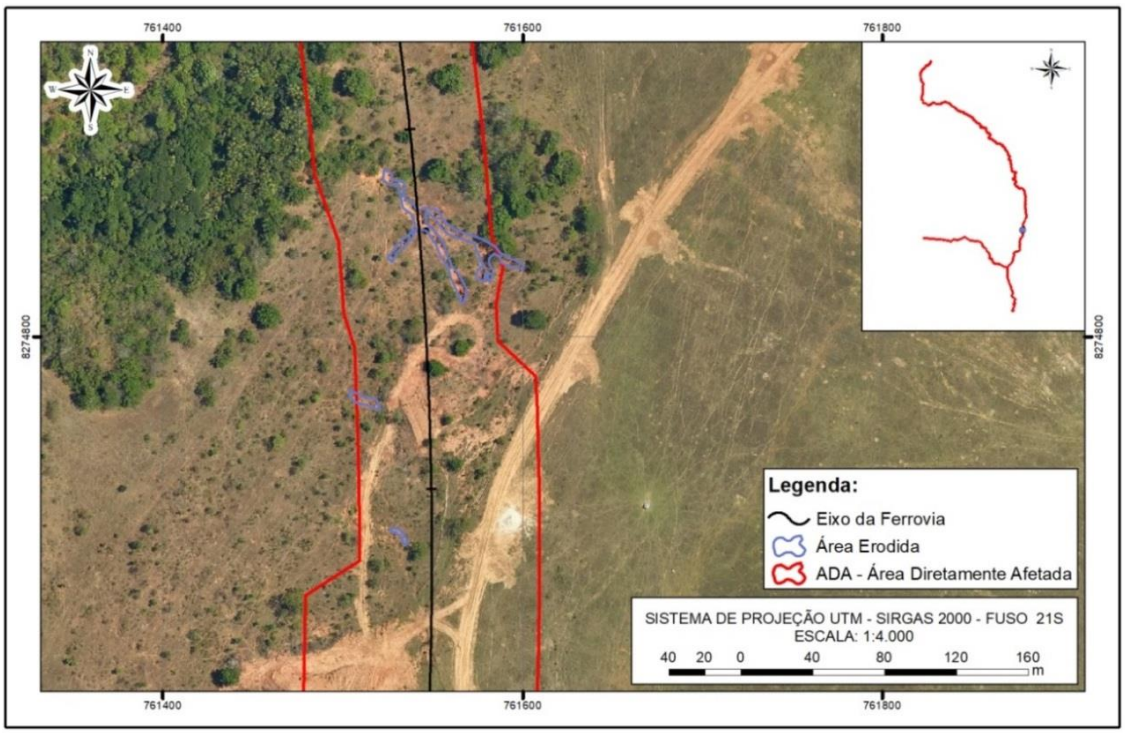
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

Figura 6.1.44. Exemplos de erosão identificados na ADA a partir da imagem de Ortofoto (Rondonópolis)



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

Figura 6.1.45. Exemplos de erosão identificados na ADA a partir da imagem (Poxoréu)



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

6.1.2.3.1.1 Inundações sazonais

As áreas inundáveis são regiões vulneráveis à ocorrência de enchentes devido aos fatores naturais ou não, sendo caracterizado pelo extravasamento da calha de um corpo hídrico devido ao volume de água recebida ser superior à sua capacidade de armazenamento. O processo de inundação está diretamente relacionado à intensidade de chuva e à topografia da região, podendo ser agravado significativamente pela intervenção humana. Entretanto, vale ressaltar que o transbordamento sobre as margens dos corpos d'água são processos naturais que formam áreas de várzea, ou seja, região da margem que fica inundada durante as cheias e que recebe novos depósitos de sedimentos, oferecendo uma camada de solo novo e fértil, ocasionando o enriquecimento do solo na área de inundação.

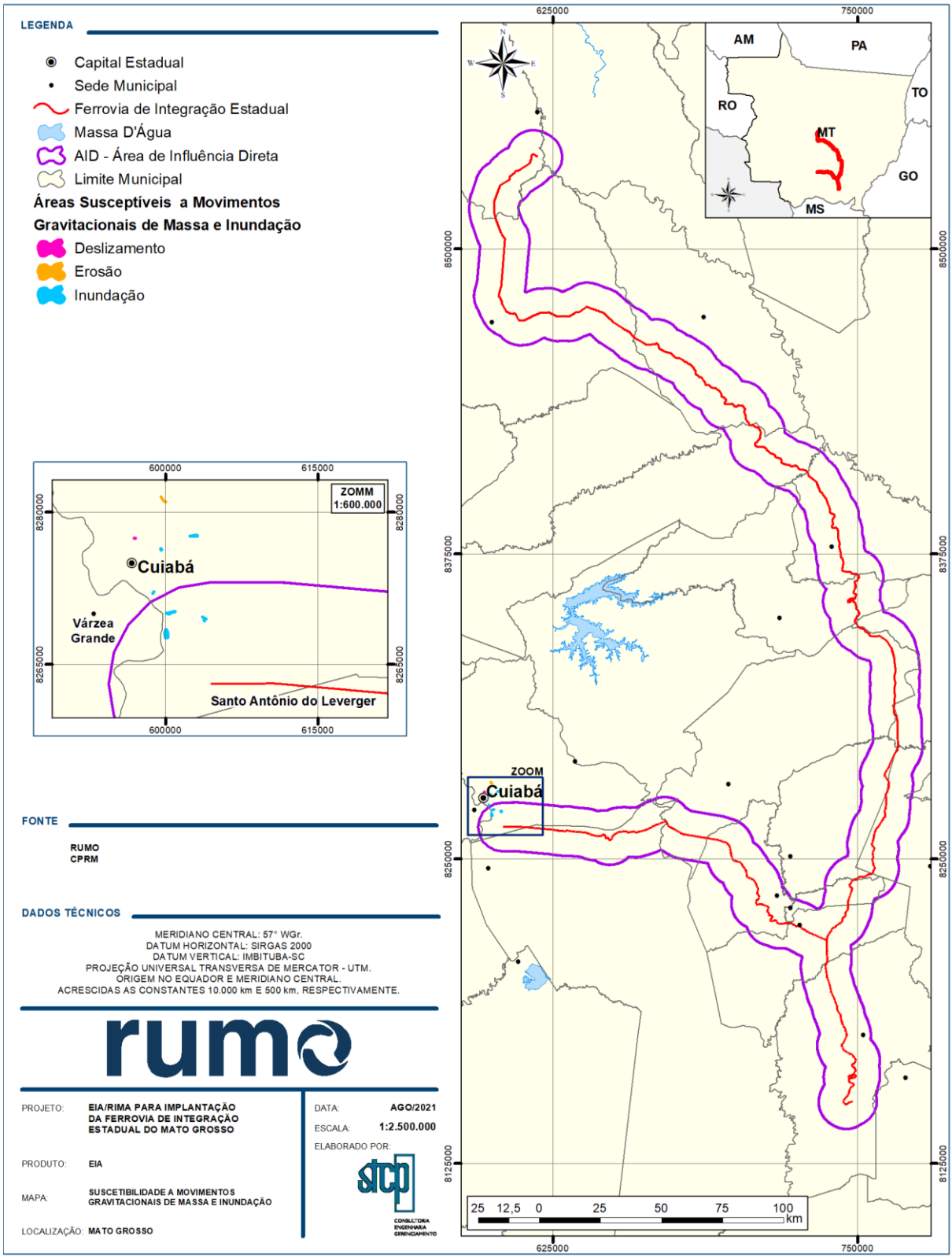
Porém, a ocupação destas áreas nos centros urbanos pode acarretar em condição de risco elevado para a população local, pois a impermeabilização do solo reduz a infiltração natural aumentando a probabilidade de enchentes em tais localidades. Outros fatores que podem intensificar a propensão à inundação decorrente da ação humana são: desmatamento, lançamento de resíduos na rede de drenagem natural e artificial, ocupação desordenada, assoreamento de rios, entre outros.

Grande parte da área de estudo está inserida em áreas de cultivo de culturas temporárias e pastagens (Figura 6.1.37), apenas uma pequena parcela corresponde a áreas urbanizadas. Assim, poucos pontos são monitorados pelo Sistema de Alerta de Eventos Críticos (SACE) em que a inundação constitui um fenômeno de elevada frequência e com impactos relevantes à sociedade. Dessa forma, apenas a cidade de Cuiabá possui áreas de monitoramento dentro da AID, conforme

demonstrado na Figura 6.1.46. O relatório de Cuiabá (2014) caracteriza as três áreas como de alto risco de inundação e erosão fluvial. A primeira área corresponde ao Córrego do Machado, o trecho descrito pelo relatório está parcialmente canalizado, serve como drenagem para um grande aglomerado urbano, além do grande aporte de esgoto sem tratamento e lixo. A situação se agrava pela ocupação verificada na sua planície natural de inundação. A segunda área está inserida no Córrego São Matheus, afluente do Córrego São Gonçalo, que por sua vez é afluente do Rio Cuiabá, grande parte das planícies de inundação dos dois córregos estão totalmente tomadas por habitações, todas localizadas na APP do curso d'água. Já a terceira área está localizada no Parque Atalaia que ocupa a planície aluvial do Rio Cuiabá, a qual é permanentemente suscetível a alagamentos por elevação do lençol freático.

Entretanto, a Ferrovia de Integração Estadual está localizada em uma área relativamente plana e com uma hidrografia bastante rica, fatores que podem corroborar para possíveis inundações ocasionadas naturalmente. Tais aspectos foram levados em consideração no projeto básico de engenharia, e dispositivos de drenagem foram considerados para evitar ou até mesmo prevenir possíveis acidentes em circunstâncias de alagamento. Os dispositivos de drenangem são apresentados nos itens 6.1.6.3.1.4 e 6.1.6.3.2.2.

Figura 6.1.46. Áreas de risco de inundação sazonal delimitadas pela CPRM.



Fonte: CPRM (2021), adaptado por STCP Engenharia de Projetos Ltda.(2021).

6.1.3 Geologia e Geotecnia

6.1.3.1 Objetivos

- Apresentar o levantamento geológico da área de estudo englobando as principais unidades litoestratigráficas e suas feições estruturais, grau de alteração e de deformação;
- Apresentar a descrição detalhada dos locais previstos para a construção dos túneis e demais obras de artes especiais, detalhando os aspectos estruturais relacionados ao maciço rochoso a ser afetado;
- Caracterizar as áreas de apoio previstas (jazidas/empréstimos e deposição de material excedente) a serem utilizadas para a realização das obras, com a respectiva localização geográfica;
- Verificar junto a Agência Nacional de Mineração (ANM) da presença de áreas com o direito da lavra e/ou pequisa mineral ou documento equivalente que permita a exploração na Área de Estudo, relacionando com as demandas de jazias de materiais do empreendimento, e apresentando mapeamento em escala adequada.

6.1.3.2 Metodologia

A metodologia aplicada para este estudo teve como base as diretrizes da Fase Preliminar da Instrução de Serviços Ferroviários 206: Estudos Geológicos (ISF-206) disponibilizados pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT. O desenvolvimento do estudo seguiu a execução das atividades descritas a seguir.

Coleta e Análise de Dados

A coleta e a análise dos dados consistiram em uma consulta e interpretação da base de dados disponíveis sobre os temas pertinentes para o estudo geológico das áreas atravessadas pelo projeto. Os dados consultados incluem publicações, cartas, mapas, informações geoespaciais, imagens de satélite e quaisquer outras bases de dados disponíveis de interesse.

Os dados geológicos, geomorfológicos, pedológicos e cartográficos em escala 1:250.000 e climáticos em 1:500.000 foram obtidos no Diagnóstico Socioeconômico-Ecológico do Estado do Mato Grosso (DSEE – MT, 2000), disponibilizado pela Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão do Governo de Mato Grosso – SEPLAN - MT. Foram também consultados os dados de unidades litoestratigráficas na escala 1:1.000.000, e nas escalas 1:250.000 e 1:100.000 quando disponível, e de parâmetros de geodiversidade (hidrogeologia e geomorfologia) na escala 1:1.000.000, disponíveis na base de dados GeoSGB do Serviço Geológico do Brasil – CPRM.

Análise Interpretativa de Imagens de Satélite

A análise interpretativa de imagens de satélite teve como objetivo a integração dos dados coletados em etapa prévia com feições geológicas, estruturais, geomorfológicas e geoambientais observadas em imagens de satélite, com a finalidade de refinar e complementar os dados já existentes para a escala proposta deste estudo, e gerar áreas de interesse a serem investigadas em etapas posteriores.

Foram utilizadas imagens de satélites disponibilizadas no *software* Google Earth Pro da Google e no serviço World Imagery Basemap do software ArcMap da ESRI, além do Modelo Digital de Elevação (MDE) a partir de dados de radar SRTM, disponibilizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE.

Investigações de Campo

A etapa de investigações de campo consistiu em complementar as análises das etapas anteriores, consolidando informações geológicas, estruturais, geomorfológicas, hidrogeológicas e pedológicas na área de estudo.

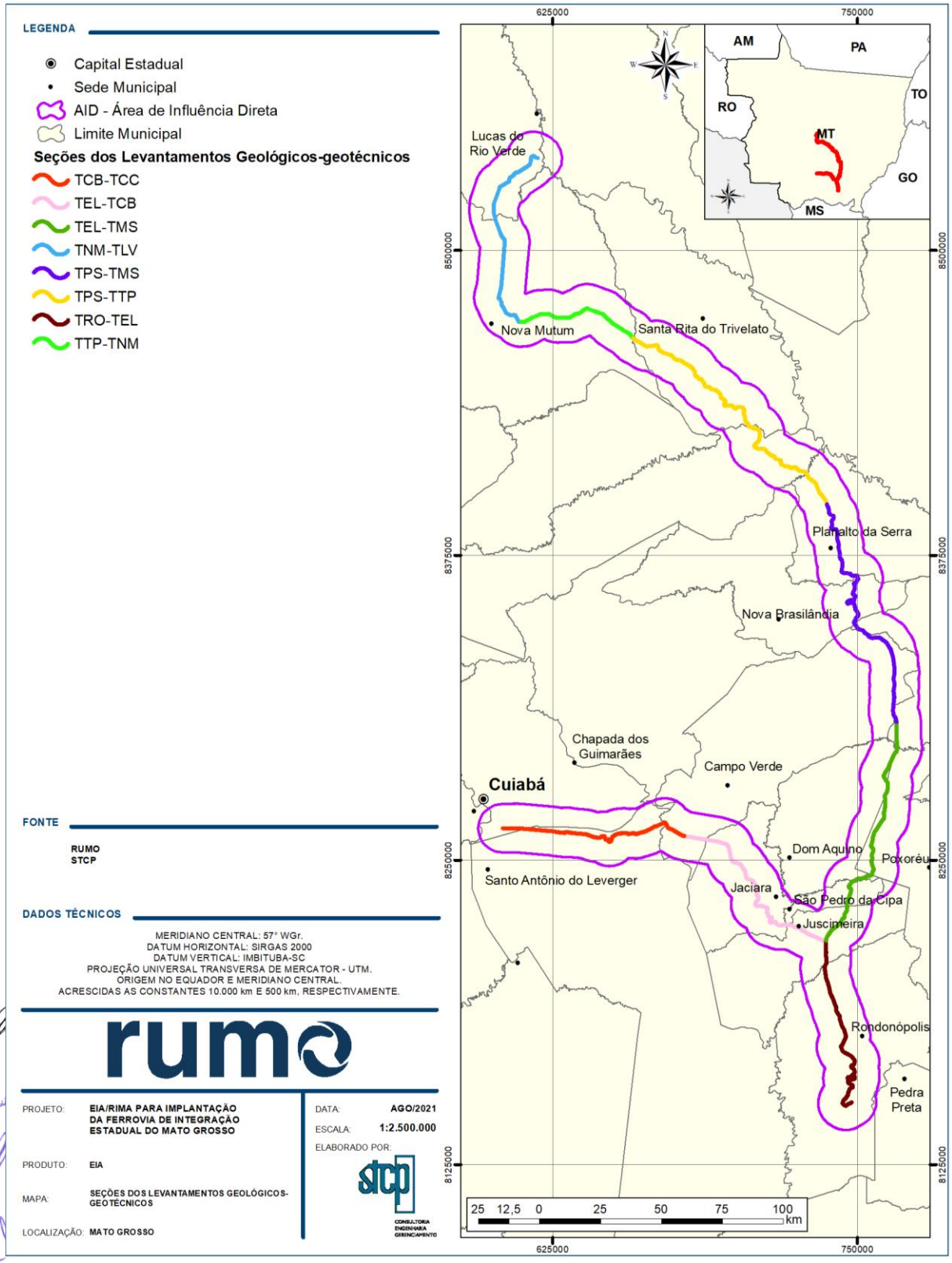
Foram percorridos aproximadamente 3.000 quilômetros ao longo do traçado planejado do projeto, registrando caminhamentos e pontos geoespacializados por GPS portátil. As características levantadas tiveram como finalidade o interesse geotécnico e geoambiental, com enfoque na interação geologia-clima, tais como: aspectos mineralógicos e texturais das rochas e solos; feições estruturais, sedimentares e metamórficas; grau de intemperismo e erodibilidade; zonas de solos compressíveis e hidromórficos; zonas com feições geomorfológicas de destaque; surgência de água subterrânea; e quaisquer outros aspectos relevantes das áreas estudadas para o projeto.

Os resultados obtidos foram então compilados e geoespacializados, integrando os mapas e as informações apresentadas neste estudo. Para uma melhor organização, compreensão e visualização, o traçado do projeto foi dividido em seções, individualizadas de acordo com as compartimentações naturais decorrentes dos aspectos estudados e observadas ao longo do trajeto proposto (Figura 6.1.47), a saber:

- Seção TMS-TPS: Rio das Mortes a Planalto da Serra
- Seção TCB-TCC: Serra de Cuiabá a Cuiabá
- Seção TEL-TCB: Santa Elvira e Serra de Cuiabá
- Seção TRO-TEL: Terminal de Rondonopolis a Santa Elvira
- Seção TPS-TTP: Planalto da Serra a Santa Rita do Trivelato
- Seção TTP-TNM: Santa Rita do Trivelato a Nova Mutum
- Seção TEL-TMS: Santa Elvira a Rio das Mortes
- Seção TNM-TLV: Nova Mutum e Lucas do Rio Verde.



Figura 6.1.47. Trechos propostos para a apresentação dos levantamentos geológicos-geotécnicicos da Ferrovia de Integração Estadual



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

6.1.3.3 *Resultados*

A Figura 6.1.48 apresenta o mapa Geológico com as unidades litoestratigráficas presentes na área do empreendimento, segundo IBGE (2019). A Tabela 6.1.8 mostra a ocorrência das unidades na área da ADA e AID do empreendimento.

Tabela 6.1.8. ADA e AID do Empreendimento por Unidade Litoestratigráfica

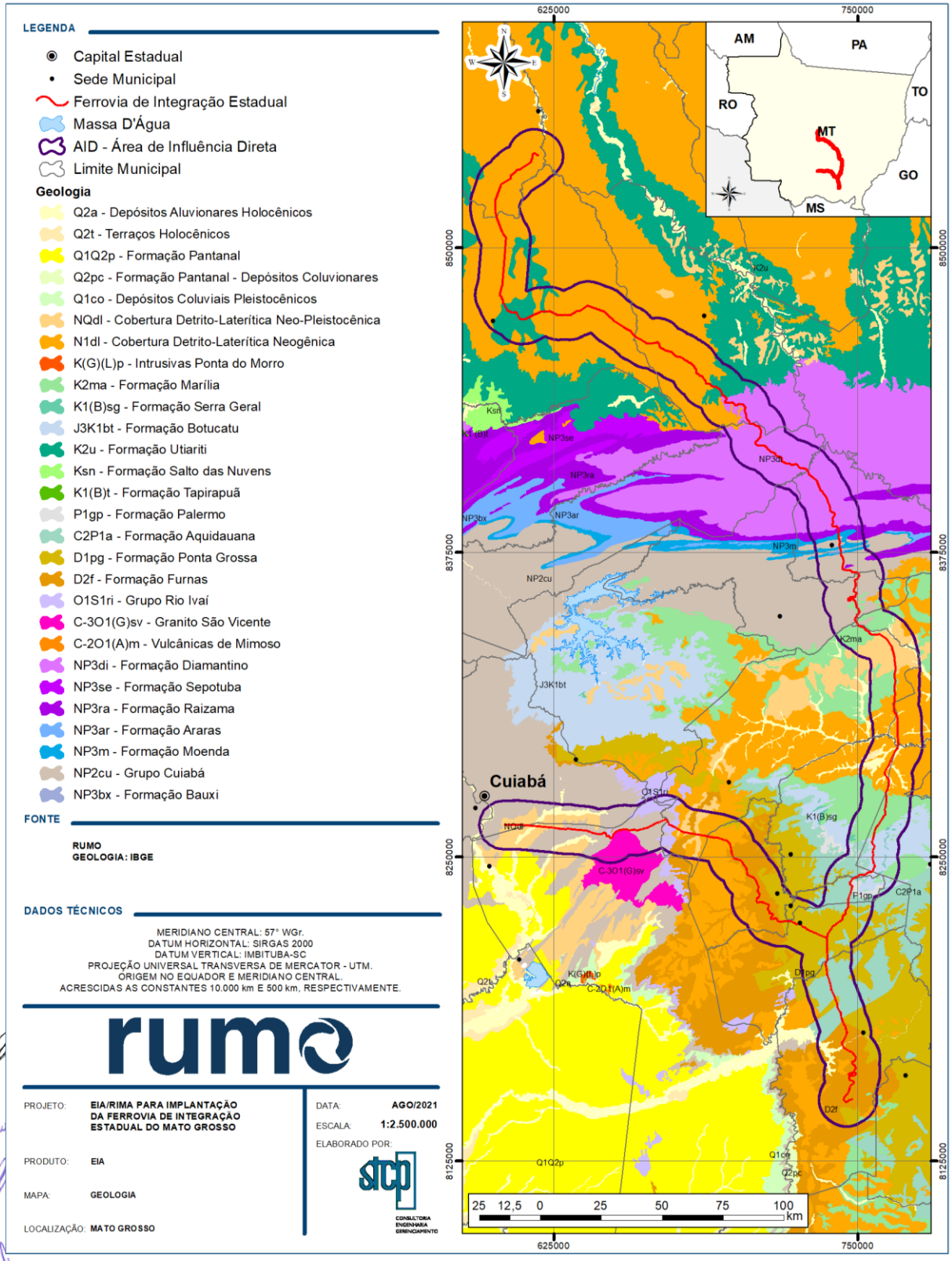
UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	ÁREA (ha)	
	ADA	AID
Q2a - Depósitos Aluvionares Holocênicos	66,66	33735,23
Q2t - Terraços Holocênicos	-	1896,92
NQdl - Cobertura Detrito-Laterítica Neo-Pleistocênica	414,85	75820,74
N1dl - Cobertura Detrito-Laterítica Neogênica	1869,18	476015,71
K2ma - Formação Marília	305,12	76107,25
K1(B)sg - Formação Serra Geral	-	1797,35
K2u - Formação Utiariti	223,43	52063,28
J3K1bt - Formação Botucatu	129,35	27758,65
P1gp - Formação Palermo	31,95	7081,92
C2P1a - Formação Aquidauana	365,06	79667,58
D1pg - Formação Ponta Grossa	475,47	108101,69
D2f - Formação Furnas	952,56	119899,32
O1S1ri - Grupo Rio Ivaí	36,36	17073,57
NP3di - Formação Diamantino	732,69	144309,76
NP3ra - Formação Raizama	20,84	8937,14
NP3ar - Formação Araras	8,61	555,79
NP3m - Formação Moenda	35,43	8601,39
NP2cu - Grupo Cuiabá	882,78	148543,56
C-301(G)sv – Granito São Vicente	62,44	17011,05

Fonte: IBGE, adaptado por STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

6.1.3.3.1 Levantamento Geológico

Do ponto de vista dos geossistemas formadores do território mato-grossense, o projeto atravessa quatro principais domínios geológicos-ambientais, de acordo com o Levantamento da Geodiversidade do Estado do Mato Grosso (CPRM, 2010):

Figura 6.1.48. Unidades litoestratigráficas



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

- Domínio das Coberturas Cenozoicas Detrito-Lateríticas (DCDL)

Caracterizado por tipos de relevo de planaltos, chapadas e platôs nas áreas mais elevadas do terreno e colinas amplas, suaves e dissecadas e morros baixos em cotas mais baixas. Sua característica principal é a geração de perfis lateríticos imaturos, ou localmente maturos, desenvolvendo latossolos arenoargilosos a argiloarenosos.

- Domínio dos Sedimentos Indiferenciados Cenozoicos, relacionados ao retrabalhamento de outras rochas, geralmente associados a superfícies de aplainamento (DCSR)

Tais coberturas de sedimentos pouco consolidados de areia, silte, argila, cascalho e localmente laterita se originaram a partir de detritos depositados em depressões formadas por grandes falhas geológicas, oriundos da erosão e retrabalhamento dos altos estruturais adjacentes. Representam um empilhamento irregular de camadas ou lentes horizontalizadas de diferentes espessuras, apresentados nas formas de relevo do tipo baixo platôs dissecados, chapadas e platôs, superfícies aplainadas retocadas e colinas dissecadas e morros baixos.

- Domínio das Coberturas Sedimentares e Vulcanossedimentares Mesozoicas e Paleozoicas, pouco a moderadamente consolidadas, associadas a grandes e profundas bacias sedimentares do tipo sinéclise (DSVMP)

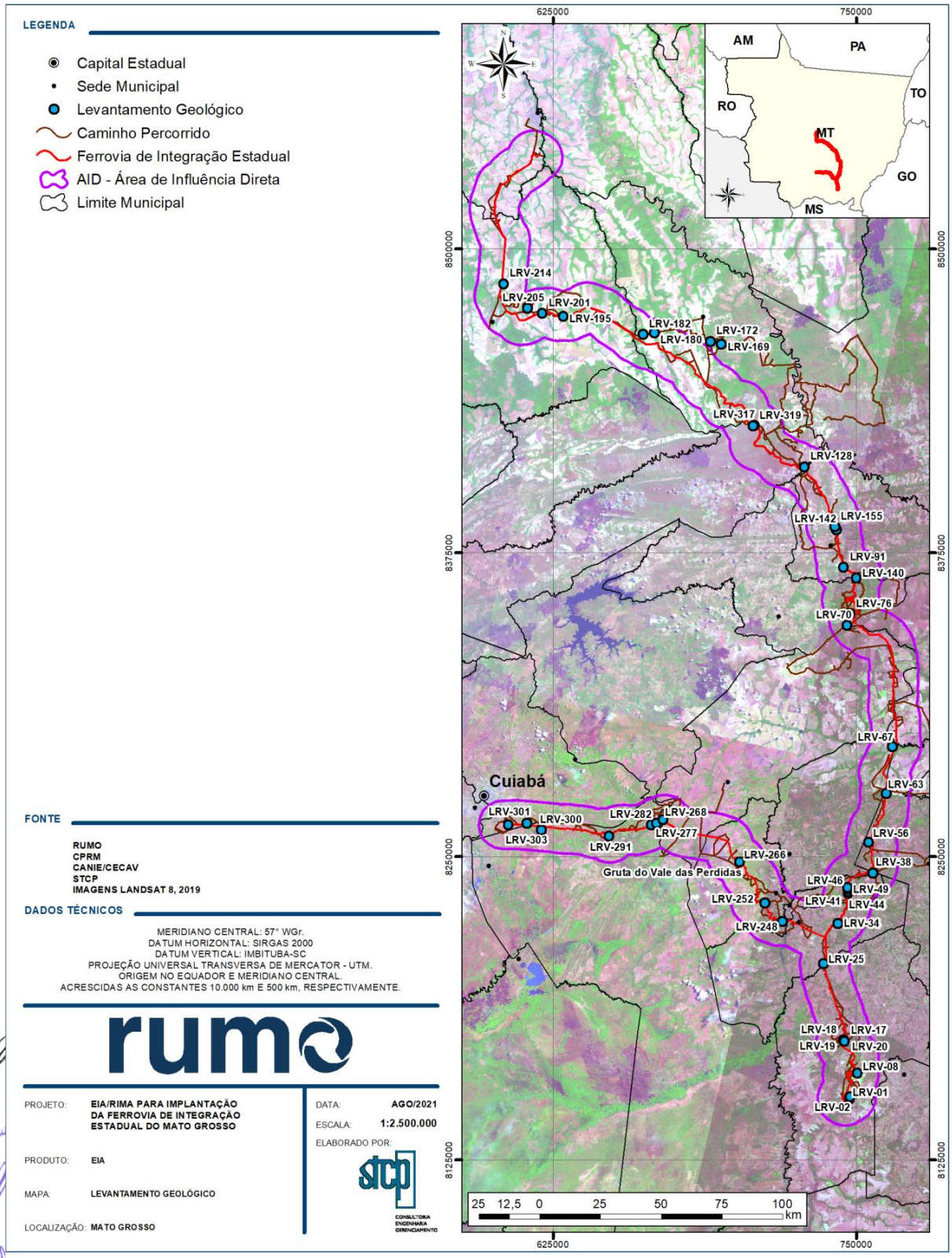
É representado por grandes áreas no centro-oeste e sudeste do Estado do Mato Grosso pertencente às bacias sedimentares do Paraná e Parecis. São bacias de deposição essencialmente siliciclástica em sucessivos eventos extensionais durante a evolução do continente sul americano. O domínio possui depósitos com superfícies aplainadas oriundos de retrabalhamento das unidades subjacentes, formando relevos sob a forma de planaltos, chapadas, platôs, colinas amplas e suaves e morros e serras baixas.

- Domínio das Sequências Sedimentares Proterozóicas Dobradas, Metamorfizadas de Baixo a Médio Grau (DSP2)

Domínio relacionado à Faixa Paraguai, uma sequência de rochas metassedimentares e metavulcanossedimentares de margem passiva dobradas e metamorfizadas durante o ciclo Brasiliano neoproterozóico. Pela sua natureza sedimentar, apresentam morfologia planar, com feições dos tipos baixos platôs, chapadas e platôs, superfícies aplainadas conservadas e retocadas, degraus estruturais, colinas amplas e suaves, colinas dissecadas e morros baixos, morros e serras baixas. Quando a litologia é resistente ao intemperismo, sustenta relevos mais acidentados do tipo montanhoso, escarpas serradas e *inselbergs*.

A seguir são apresentados os resultados obtidos dos levantamentos realizados nas seções propostas e descritas na metodologia do trabalho. A Figura 6.1.49 mostra o caminhamento e os pontos de levantamento geológico realizados.

Figura 6.1.49. Caminhamento realizado durante a visita de campo.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

6.1.3.3.2 Seção TRO-TEL

A seção TRO-TEL compreende o trecho inserido nos municípios de Rondonópolis e Juscimeira.

6.1.3.3.2.1 Aspectos geológico-ambientais

A Seção TRO-TEL é representada por sequências de rochas sedimentares paleo a mesozoicas da Bacia do Paraná, compreendendo as Formações Rio Ivaí, Furnas, Ponta Grossa e Cachoeirinha.

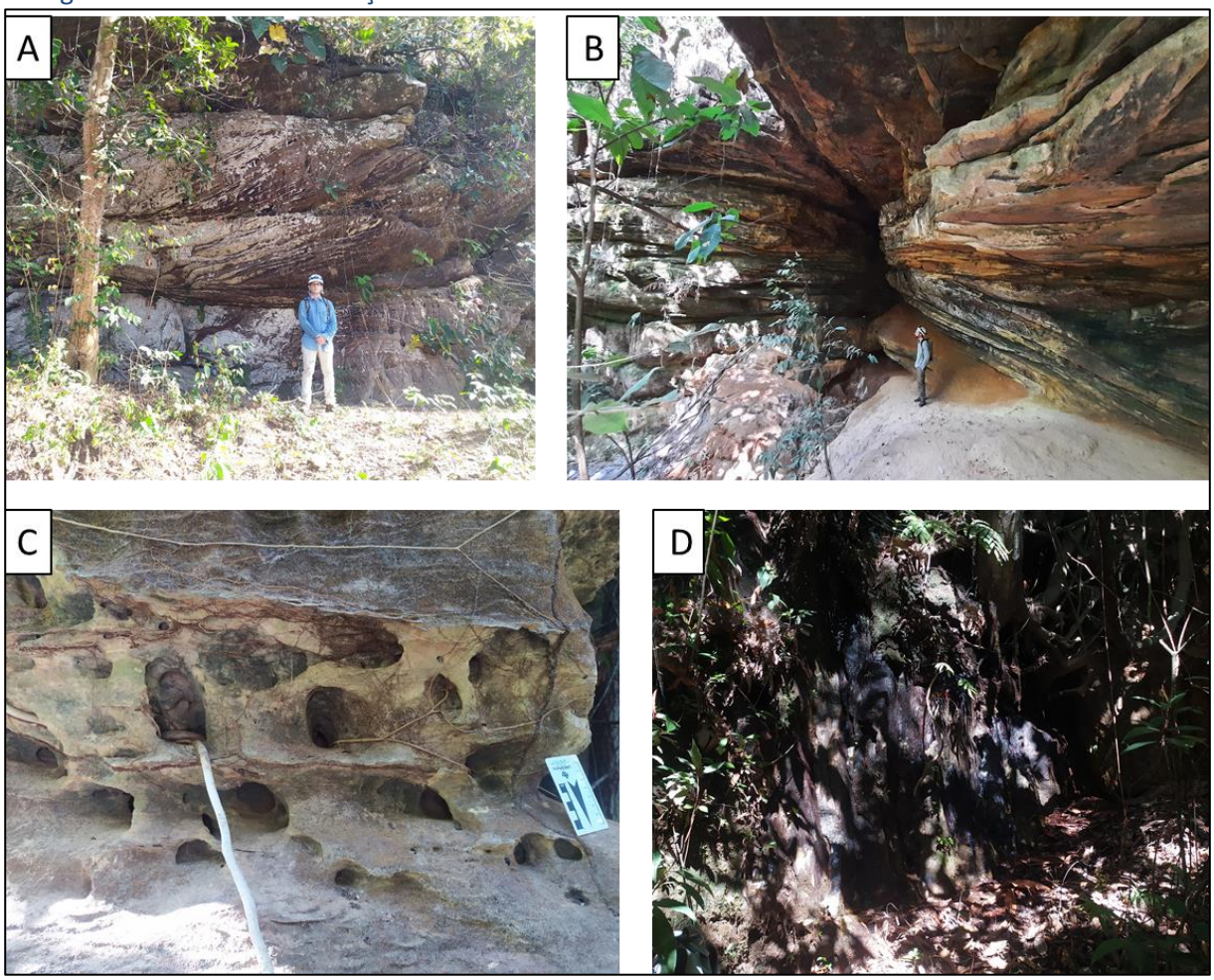
A supersequência Rio Ivaí (Neo-Ordoviciana/Eosiluriana) é considerada a unidade basal da bacia. É representada por uma sequência sedimentar transgressiva, constituída por: arenitos grossos a conglomeráticos de ambientes fluvial, transicional a costeiro (Fm. Alto Garças); diamictitos glaciais que formam um limite de sequência de terceira ordem interna (Fm. Iapó); e folhelhos fossilíferos com intercalações arenosas que denotam a superfície de inundação máxima (Fm. Vila Maria). Na área de estudo, foi interpretada ao longo do Rio Vermelho, porção de menor altitude da seção, mas sem afloramentos rochosos.

A supersequência subsequente, Paraná, de idade Devoniana, é um ciclo transgressivo-regressivo constituído pelas Formações Furnas e Ponta Grossa.

A Formação Furnas é a unidade geológica de maior expressão na área de estudo da seção, aflorante principalmente no vale encaixado próximo às margens do Rio Vermelho. Apresenta-se na forma de escarpas íngremes de arenitos médios a grossos esbranquiçados a arroxeados, em camadas métricas plano-paralelas com estratificação cruzada acanalada de grande porte, por vezes interdigitadas com lentes e pequenas camadas milimétricas a centimétricas de siltitos e argilitos (Figura 6.1.50 – A). Contudo, ao longo da sua estratigrafia regional, podem ocorrer também arenitos feldspáticos grossos texturalmente imaturos, níveis conglomeráticos e arenitos finos, e estratificações cruzadas planar, tipo hummocky e plano-paralela. Suas características sedimentares pressupõem uma sequência deposicional em ambiente fluvial a transicional.

A Formação Furnas se mostra uma unidade com relevância hidrogeológica, pois sua natureza granular apresenta alta porosidade primária, interligada também por fraturas ao longo dos maciços areníticos. Tais características geram aquíferos livres, confinados e semi-confinados, com alta produtividade. No vale do Rio Vermelho, observou-se um ponto com surgência de água subterrânea em escarpa, exemplificando a área como possível zona de descarga hídrica (Figura 6.1.50 – D).

Figura 6.1.50. Formação Furnas na vertente do Rio Vermelho

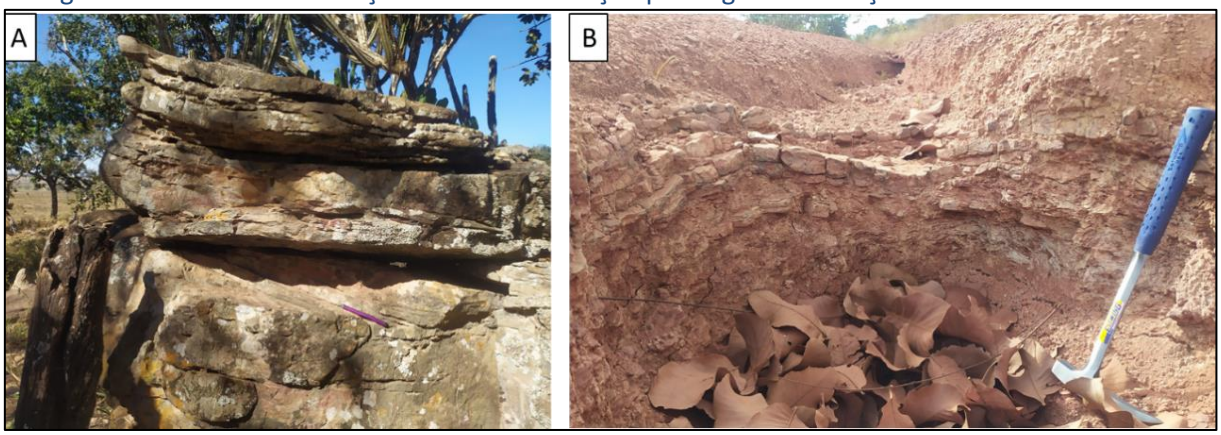


Legenda: A - Camadas métricas de arenito médio com estratificação cruzada de grande porte (LRV-15); B – Abrigo sob rocha em escarpa arenítica em drenagem (LRV-20); C – Feições erosivas em arenito fino a médio (LRV-19); D – Surgência de água subterrânea em afloramento de arenito, em provável zona de descarga hídrica (Ponto: LRV-18, Data: 26/06/20, Coordenadas: 21K 744905 L 8174254 N).
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Em contato transicional, ocorre sobreposta a Formação Ponta Grossa, a qual é caracterizada por sucessões de folhelhos e siltitos cinzas a cinza-esverdeados, com intercalações para o topo de arenitos finos a muito finos, micáceos, feldspáticos, finamente estratificados, com raras marcas de ondas. Essa formação apresenta restritos afloramentos rochosos na área de estudo, sendo identificada apenas em pequeno corte de estrada (Figura 6.1.51 – B).

No topo da estratigrafia da seção, aflora de forma pouco expressiva na área, sendo observado apenas um afloramento rochoso de blocos rolados, arenitos silicificados, amarelo-avermelhados, de textura média imatura, com estruturas de fluxo e estratificado (Figura 6.1.51 – A). Há uma divergência na literatura quanto a essa unidade, sendo interpretada como Formação Cachoeirinha na base de dados do Serviço Geológico do Brasil – CPRM, enquanto o Diagnóstico Socioeconômico-Ecológico do Estado do Mato Grosso – DSEE-MT a considera como Formação Marília.

Figura 6.1.51. Formação Marília e formação ponta grossa na seção TRO-TEL



Legenda: A - Arenitos silicificados da Fm. Marília (LRV-02); B - Sequência de argilitos, siltitos e arenitos finos da Fm. Ponta Grossa (Ponto:LRV-27,Data: 29/06/20, Coordenada: 21K 735952 L 8204697 N).
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

Tais unidades geológicas presentes na seção TRO-TEL constituem o domínio geológico-ambiental das Coberturas Sedimentares e Vulcanossedimentares Mesozoicas e Paleozoicas, pouco a moderadamente consolidadas, associadas a grandes e profundas Bacias Sedimentares do tipo sinéclise (DSVMP), que representa na área a sucessão de sedimentos arenosos e silto-argilosos em acamamento horizontalizado, depositados em um regime transgressivo-regressivo da base da Bacia do Paraná.

Essas formações geram relevos aplainados na forma de planalto ou de colinas suaves e amplas, com topo tabular a convexo, grau fraco a médio de entalhamento dos vales e baixa a média densidade de drenagem. Pertencem ao Sistema de Aplanamento 1, que apresenta homogeneidade no padrão de formas, baixa rugosidade e possui como característica marcante sua relação com o material superficial argiloso espesso podendo apresentar por muitas vezes crostas ferruginosas que sustentam os topos de morfologia tabular (Figura 6.1.52).

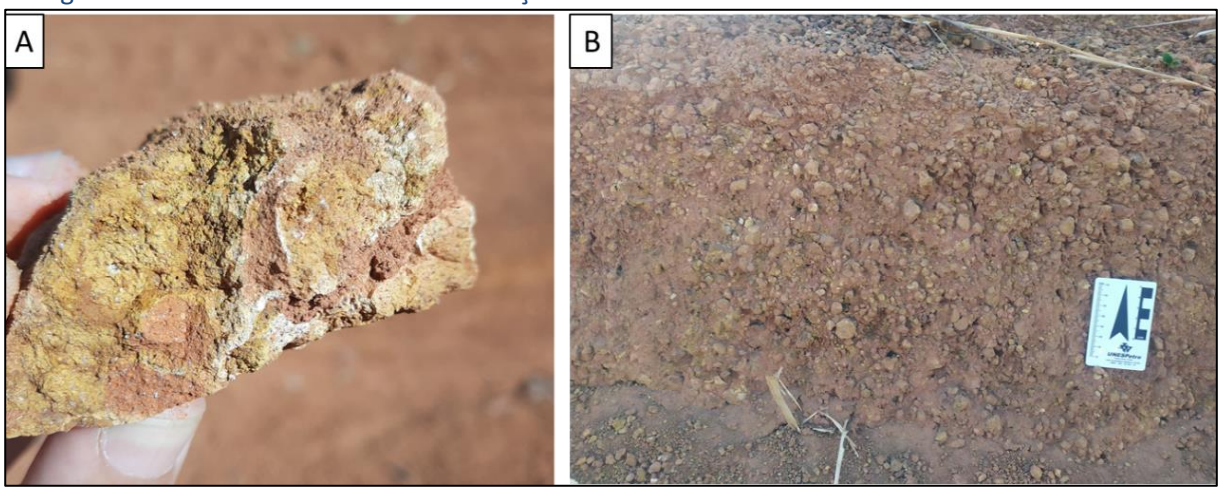
Figura 6.1.52. Relevo aplainado, suave ondulado a plano, com leve declive em direção aos cursos d'água (LRV-01)



Ponto:LRV-01, Data: 25/06/20, Coordenada: 21K 747355 L 8151008 N.
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

Os solos da região, por se desenvolverem em topografias aplainadas de baixa declividade e sobre rochas de textura relativamente variada (areias, siltes, argilas), são caracterizados como solos latossólicos a podzólicos mais profundos, com matriz de coloração variando de avermelhado a amarelo-avermelhado, até acinzentado, de texturas entre argilo-arenosos a silte-argilosos de acordo com o substrato rochoso. São caracterizados na literatura como superfícies paleogênicas peneplanizadas com latossolização, sendo interpretadas como porções desmanteladas de perfis lateríticos compostas por areias, siltes, argilas, cascalho e laterita, podendo apresentar crostas lateríticas sobrepondo horizontes arenosos com nódulos concrecionários de caulinita. Podem atingir até 30 m de espessura, e ocorrem sobre principalmente a Formação Marília e em menor área na Formação Furnas, superfícies caracterizadas pelo domínio geológico-ambiental dos Sedimentos Inconsolidados Cenozóicos, relacionados ao retrabalhamento de outras rochas, geralmente associados a Superfícies de Aplainamento (DCSR) (Figura 6.1.53).

Figura 6.1.53. Solos na área da Seção TRO-TEL



Legenda: A - Detalhe de horizonte mosqueado de solo laterizado; B - Superfície de crosta laterítica desmantelada na forma de cascalho (Ponto: LRV-01, Data: 25/06/20, Coordenada: 21K 747355 L 8151008 N).
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

Em algumas drenagens afluentes dos córregos Apoial, Cascalhinho e Tugore, foram observadas três áreas de solo hidromórfico afetado diretamente e restritamente pelo curso d'água presente. Estes são solos saturados em água, de coloração negra a cinzenta, com alto teor de matéria orgânica.

6.1.3.3.2.2 Aspectos geológico-geotécnicos

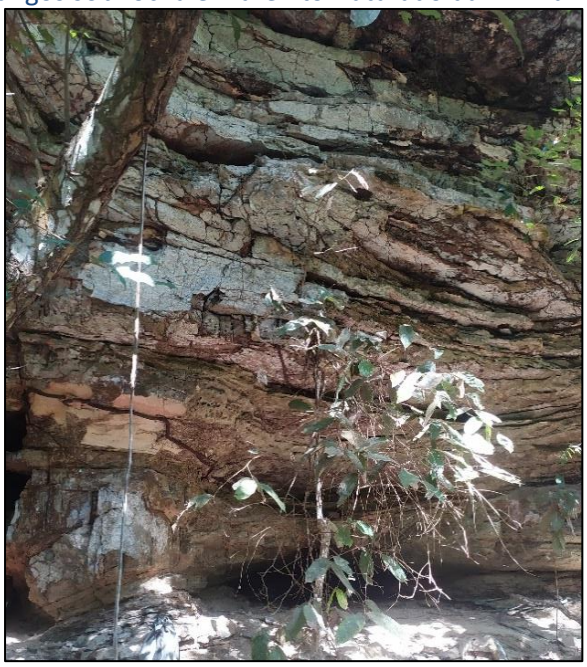
A seção TRO-TEL, apesar de possuir um extenso uso e ocupação do solo, apresenta alguns aspectos relevantes para as fases de pesquisa e implantação do projeto.

De forma geral, o relevo aplainado a suave é favorável à implantação de obras de engenharia, demandando atenção geológico-geotécnica apenas no trecho do vale do Rio Vermelho que apresenta maior declividade e por vezes escarpas íngremes.

Os arenitos da Formação Furnas, aflorantes no vale do Rio Vermelho, também exigem um detalhamento quanto ao comportamento geotécnico, já que apresentam estruturas sedimentares e

intempéricas (estratificações, fraturamento, erosão) que podem interferir na estabilidade de taludes de corte e demais estruturas planejadas. Além disso, são classificados como de moderada a alta resistência ao corte e penetração, dificultados também pelos níveis conglomeráticos (Figura 6.1.54).

Figura 6.1.54. Abrigos sob rocha em arenito fraturado da Fm. Furnas

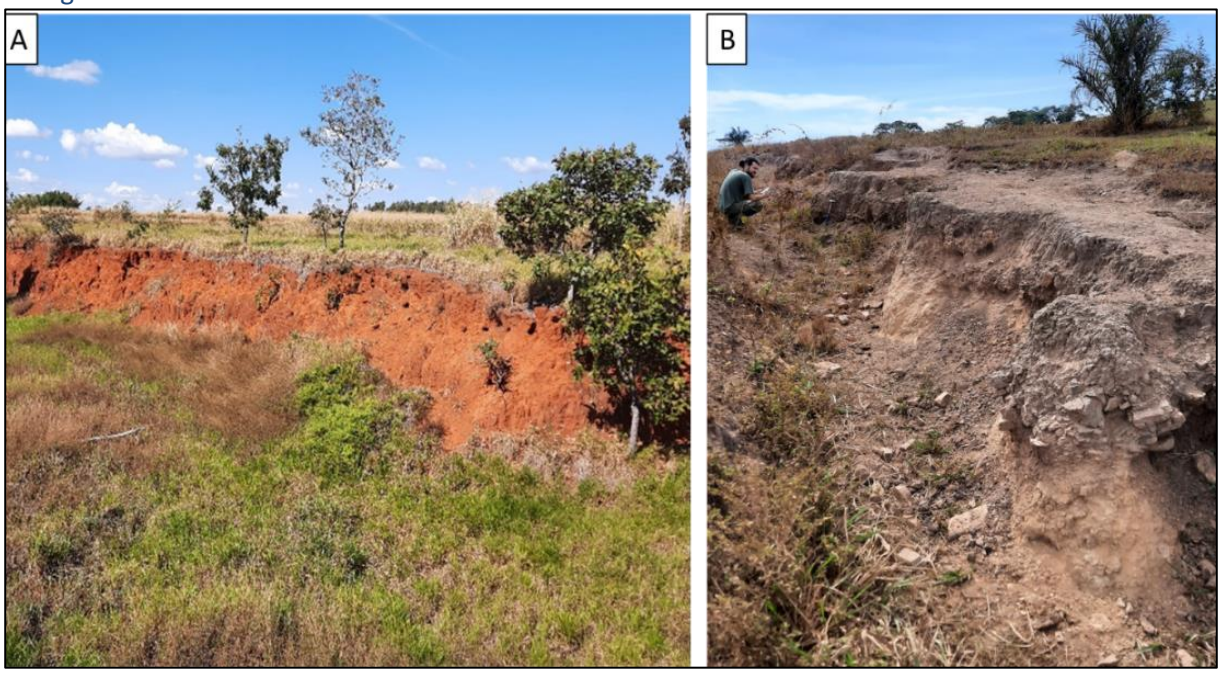


Ponto: LRV-19,Data: 26/06/20, Coordenada: 21K 744898 L 8174264 N.
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

O vale do Rio Vermelho também possui a característica de ser uma possível zona de descarga hídrica relacionada aos aquíferos desenvolvidos nos arenitos da Formação Furnas, de grande potencial armazenador e transmissor de água subterrânea.

Os solos areno-argilosos latossólicos, dominantes na região, apresentam também boa manuseabilidade quanto ao seu uso, apesar de ter sido observado processo erosivo associado à área com fluxo hídrico superficial temporário (possível canal de drenagem em área agrícola). Processos erosionais podem também ocorrer nos solos de textura mais silto-argilosa quando compactados, gerando a impermeabilização do solo e a subsequente erosão laminar (Figura 6.1.55). Apesar de restritos, solos hidromórficos apresentam saturação hídrica e alta compressibilidade (Figura 6.1.56).

Figura 6.1.55. Processos Erosivos



Legenda: A - latossolo vermelho da Fm. Furnas (LRV-08, 25/06/20, 21K 748590 L 8156529 N); B - solo podzólico da Fm. Ponta Grossa (Ponto: LRV-34, Data: 29/06/20, Coordenada:21K 742259 L 8222459 N).
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.56. Solo Orgânico Hidromórfico (LRV-25)



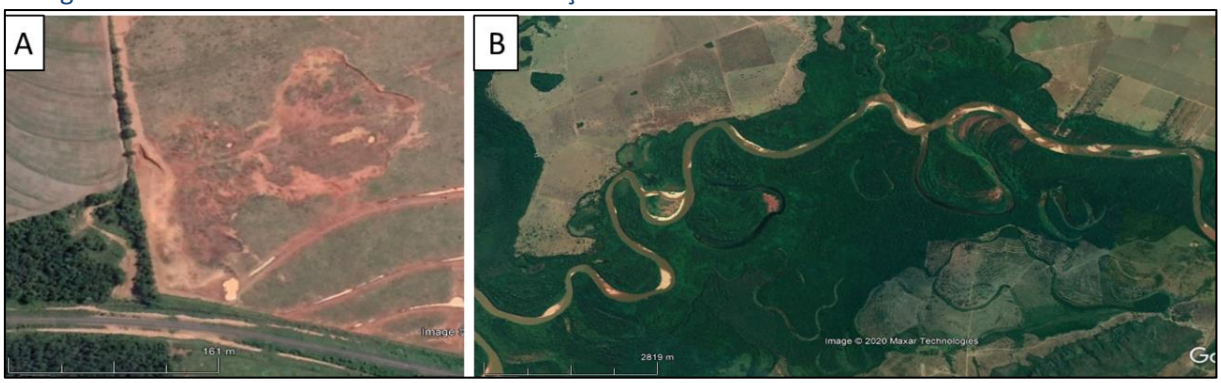
Ponto:LRV-25, Data: 29/06/20, Coordenada: 21K 736288 L 8206008 N.
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

6.1.3.3.2.3 Potencial mineral

O principal potencial mineral da área se encontra no domínio de solos com cascalho e laterita, no qual foi observado apenas um ponto com extração mineral, em escala não comercial, pontual e restrita. Esses depósitos não apresentam dimensões e volume homogêneos, sem distribuição lateral e/ou vertical considerável.

Outra possível fonte mineral está relacionada aos depósitos aluvionares do Rio Vermelho, que podem apresentar depósitos de areia quartzosa ao longo de seu curso devido ao predomínio de unidades geológicas arenosas na área da seção TRO-TEL (Figura 6.1.57).

Figura 6.1.57. Potencial mineral na seção TRO-TEL



Legenda: A - Área de extração de cascalho laterítico (km 001); B - Trecho do Rio Vermelho a oeste da área de estudo, com depósitos aluvionares na forma de bancos de areia.
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

6.1.3.3.3 Seção TEL-TMS

A seção TEL-TMS compreende o trecho inserido nos municípios de Juscimeira, São Pedro da Cipa, Dom Aquino, Poxoréu e Primavera do Leste.

6.1.3.3.3.1 Aspectos geológico-ambientais

A seção TEL-TMS também se insere em rochas sedimentares da Bacia do Paraná, contudo em uma porção estratigraficamente superior, onde domina um maior aporte de sedimentos arenosos. São interpretadas as Formações Aquidauana, Palermo, Botucatu e Marília (Figura 6.1.58).

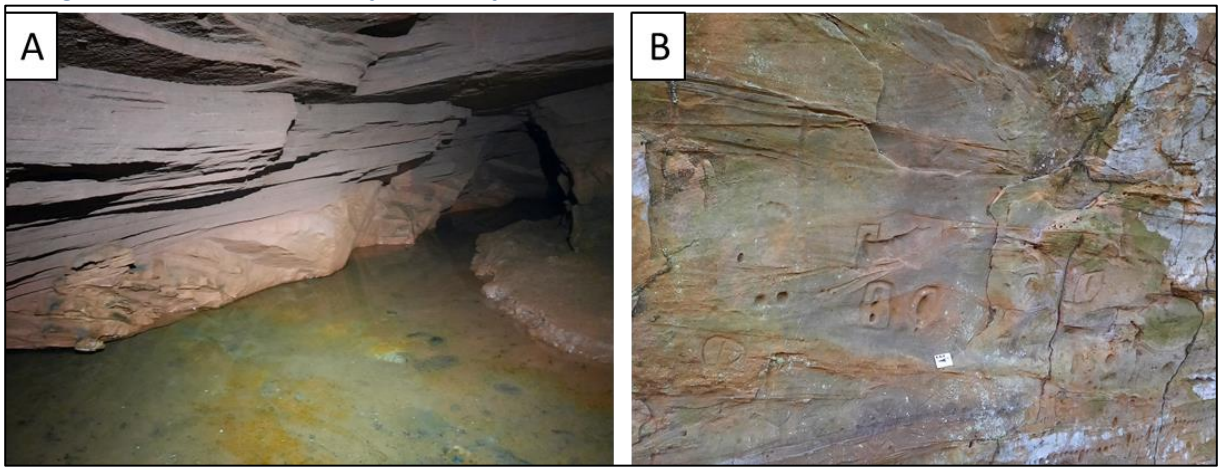
A Formação Aquidauana é caracterizada por uma sucessão de intervalos de sedimentação, discriminados grosseiramente em: inferior composto por arenitos vermelhos a róseos, de granulação média a grossa, exibindo estratificação cruzada acanalada e com intercalações de diamictitos, arenitos esbranquiçados e conglomerado basal médio composto por siltitos, folhelhos e arenitos finos, vermelhos a róseos, laminados, com intercalações de diamictito e folhelho de cor cinza-esverdeado; a porção superior é constituída dominantemente por arenitos vermelhos com estratificação cruzada.

Estratigraficamente acima, a Formação Palermo representa uma superfície de transgressão marinha, com superfície de inundação máxima em sua porção intermediária. A Formação Palermo ocorre nas

regiões leste e sudeste do Mato Grosso, e é definida por siltitos e arenitos finos a muito finos, acinzentados a amarelados. Possuem geometria tabular ou lenticular, muito estendida, e distribuem-se em ciclos granocrescentes (parassequências), iniciadas com pelitos maciços e laminados, sobrepostos por siltitos com acamamento *wavy* e *linsen* a eventuais arenitos com estratificação cruzada *hummocky*, acamamentos *flaser* e *drape*, marcas de ondulação simétricas e assimétricas e laminações cruzadas cavalgantes.

A Formação Botucatu é uma unidade formada por arenitos depositados em ambiente eólico desértico. Ocorrem na forma de arenitos vermelho-tijolo, friáveis, quartzosos e pouco argilosos, por vezes caulinítico/feldspáticos, geralmente médio a finos, com grãos bem arredondados a subarredondados, com boa esfericidade, mal selecionado no conjunto e bem selecionado ao longo das extensas e abundantes lâminas que seguem os planos de estratificações cruzadas eólicas, finamente estratificados plano-paralelamente. Os grãos de quartzo mostram superfícies foscas e são envolvidos por uma película ferruginosa.

Figura 6.1.58. Formações na seção TEL-TMS



Legenda: A - Contato entre a Fm. Palermo (abaixo) e Fm. Botucatu (acima), na surgência de água subterrânea na Gruna da Raizinha; B - Arenito fino com estruturas sedimentares e gravuras rupestres na Fm. Aquidauana (Ponto:LRV-52, Data: 02/07/20, Coordenada:21L 756597 L 8243252 N).
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Em contato discordante pela falha Jaciara-Serra Grande, ocorre depositada a Formação Marília, na forma de pacotes de areias média a grossas, amareladas a esbranquiçadas, podendo ocorrer níveis conglomeráticos em porções inferiores.

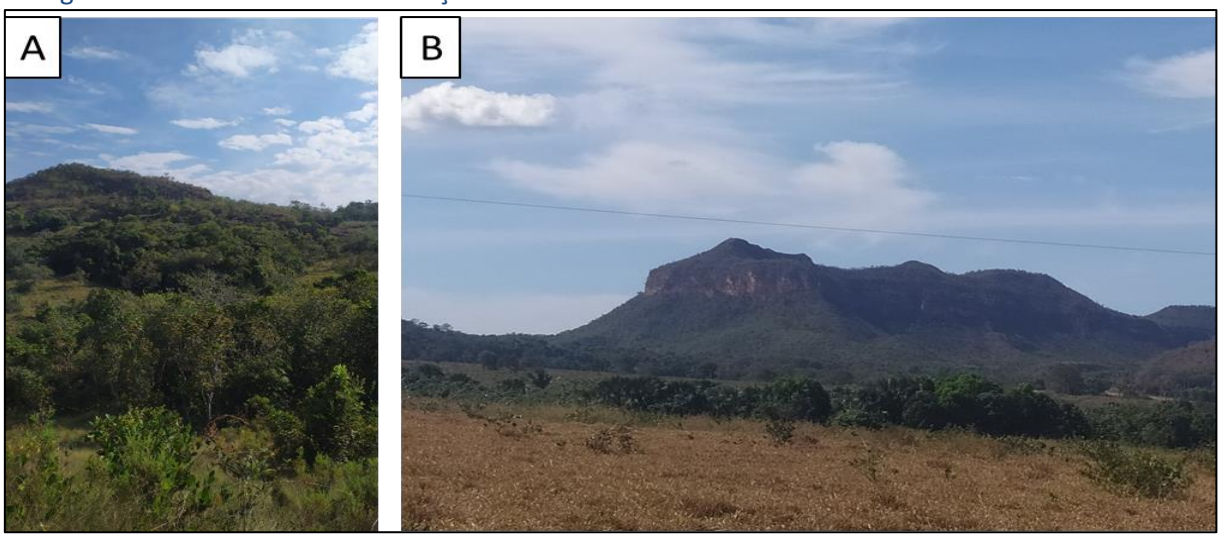
A área é cortada por grandes falhas de sentido NE-SW, que foram geradas durante a separação dos continentes sul-americano e africano no período Cretáceo. Essas falhas geram uma configuração estrutural na área de blocos falhados (*horts* e grábens), os quais afetaram as formações geológicas prévias (Formações Aquidauana e Palermo) e influenciaram na deposição da Formação Botucatu e posteriormente da Formação Marília.

Essas quatro unidades geológicas na Seção TEL-TMS representam o domínio geológico-ambiental das Coberturas Sedimentares e Vulcanossedimentares Mesozoicas e Paleozoicas, pouco a moderadamente consolidadas, associadas a grandes e profundas Bacias Sedimentares do tipo

sinéclise (DSVMP), que representa na área a sucessão de sedimentos arenosos e silto-argilosos em acamamento horizontalizado, depositados em um ambiente transgressivo-regressivo e afetados pelo regime estrutural de blocos falhados.

O relevo apresenta uma maior rugosidade, denotada pela média dissecação dos terrenos, formando colinas dissecadas e morros baixos de topo convexo, e mais subordinadas colinas mais amplas e suaves e pequenas chapadas e platôs de topos tabulares individualizados por rebordos erosivos de escarpas íngremes. O regime geomorfológico é influenciado pela estruturação do terreno de blocos falhados e pela erosão das formações geológicas arenosas mais friáveis (Figura 6.1.59).

Figura 6.1.59. Relevo na seção TEL-TMS



Legenda: A – Relevo dissecado de morros baixos e vertentes aprofundadas; B - Vista de relevo suave ondulado para o relevo de chapada com escarpas íngremes margeadas por depósitos de tálus (Data: 30/06/20, Coordenada: 21L 750559 E 8243071 N).
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

As influências geológicas e geomorfológicas na hidrografia da seção são representadas pelos valores de matriz dos índices de densidade de drenagem, entre média a alta, e grau de entalhamento dos vales, que varia entre baixo a médio, mas pontualmente apresentando cursos d'água em gargantas mais profundas nos rebordos erosivos das chapadas e platôs. Além disso, por estar na zona de influência dos regimes hídricos da Chapada dos Guimarães, a área apresenta uma relevante quantidade de surgências de água subterrânea, em possíveis zonas de descarga hídrica dos aquíferos desenvolvidos nas Formações Aquidauana, Botucatu e Marília, onde se encontram domínios hidrogeológicos granulares/fissurais, com alta porosidade primária.

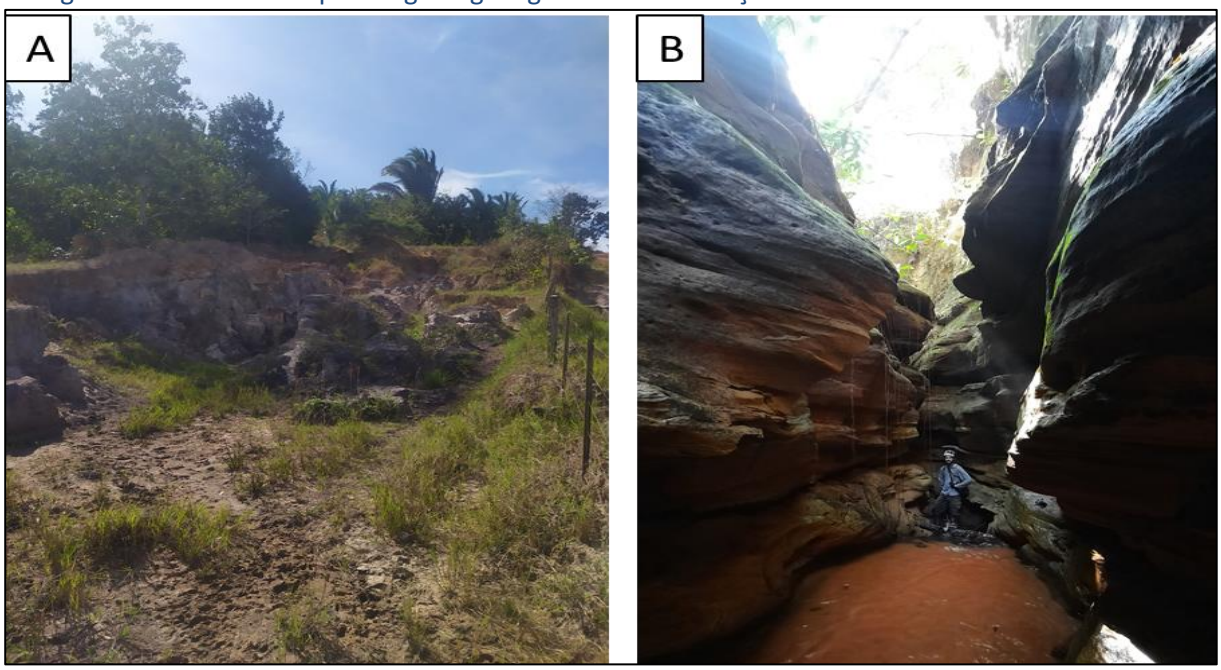
Os solos observados na Seção TEL-TMS possuem pouca profundidade média, sendo frequentemente categorizados como solos arenosos a argilo-arenosos. Em relevos mais planos são considerados como cambissólicos podendo ou não apresentar níveis concrecionários ou arenização quando expostos, enquanto em áreas com maiores declividades são definidos como areias quartzosas a solos litólicos.

6.1.3.3.3.2 Aspectos geológico-geotécnicos

De forma geral, as unidades mais arenosas (Fm. Aquidauana e Botucatu) apresentam um maior potencial erosivo, de rochas com maior friabilidade e solos pouco coesos. A ocorrência de unidades com estratificações plano-paralelas e cruzadas geram planos de fraqueza e descontinuidades nas rochas que podem causar desprendimento de placas e blocos.

Os solos em geral de textura mais arenosa apresentam baixa compressibilidade, contudo solos quartzo-arenosos que apresentam menor coesão, são susceptíveis a processos erosivos (ravinamento) e também tem a tendência de arenização, desenvolvendo camadas de areia solta de ordem métrica sobre a superfície (Figura 6.1.60).

Figura 6.1.60. Aspectos geológico-geotécnicos na seção TEL-TMS



Legenda: A - Ravinamento em solo arenoso (LRV- 41, 29/06/20, 21L 746477 L 8234994 N); B - Escavação de rocha arenítica pelo Córrego Sete, próximo ao povoado de Raizinha (Data:02/07/20, Coordenada: 21L 755618 L 8243720 N).
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

O empilhamento de níveis arenosos com níveis silte-argilosos podem gerar aquíferos livres a semi-confinados, com níveis freáticos relativamente rasos e evidenciados pela presença de surgências de água subterrânea (Figura 6.1.61).

Figura 6.1.61. Surgências d'água (LRV-44, 46 e 49)

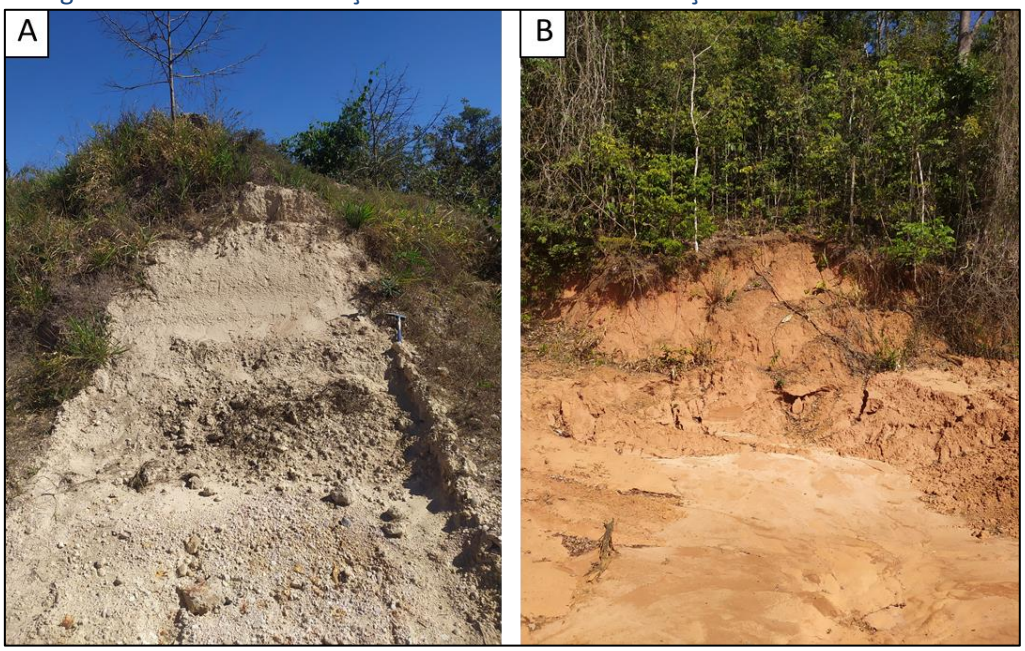


Ponto: LRV-44, Data: 01/07/20, Coordenada: 21L 746433 L 8235620 N;Ponto: LRV-46,Data: 01/07/20, Coordenada: 21L 746402 L 8236625 N; Ponto: LRV-49,Data: 01/07/20,Coordenada: 21L 746292 L 8237132 N.
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

6.1.3.3.3.3 Potencial mineral

Na seção TEL-TMS, os principais potenciais minerais da área para construção são os depósitos de areia e cascalho quartzoso, relacionados às Formações Aquidauana e Botucatu, tanto em perfis de solo quanto em depósitos aluvionares nos cursos d'água, e de material concrecionário ferruginoso presente de forma irregular nas escarpas e topos tabulares das chapadas e platôs. Além disso, o município de Poxoréu possui depósito calcário em exploração, contudo sua natureza calcítica é utilizada principalmente como insumo agrícola para a correção dos solos. Foi observada extração mineral pontual de areia e cascalho quartzoso próximo a MT-260 (Poxoréu-Dom Aquino), e de cascalho laterítico no rebordo erosivo do Chapadão de Primavera do Leste, próximo a BR-070. São extrações de pequena extensão e volume, extraídos de forma não comercial (Figura 6.1.62).

Figura 6.1.62. Extração mineral observada na seção TEL-TMS



Legenda: A - Areia e cascalho quartzoso (Ponto: LRV-56, Data: 03/07/20, Coordenada: 755008 L 8255868 N); B - Cascalho laterítico (Ponto: LRV-63, Data: 03/07/20, Coordenada: 21L 762241 L 8275849 N).
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

6.1.3.3.4 Seção TEL-TCB

A seção TEL-TCB compreende o trecho nos municípios de Jaciara e Campo Verde, em direção ao terminal próximo de Cuiabá.

6.1.3.3.4.1 Aspectos geológicos-ambientais

A Seção TEL-TCB se insere no contexto de rochas pertencentes ao Grupo Paraná, contudo atravessa uma maior variação geomorfológica de chapadas, serras, cristas e depressões que expõem rochas das unidades inferiores do Grupo Paraná: Formação Rio Ivaí, Formação Furnas e Coberturas Detrito-Lateríticas Ferruginosas.

A Formação Rio Ivaí se encontra, de forma mais restrita, nas cabeceiras e margens dissecadas dos cursos d'água próximos à cidade de Jaciara (Rio São Lourenço e seus afluentes diretos), e de pequenas serras e cristas adjacentes aos declives em direção aos cursos (Figura 6.1.63). Foram descritas camadas centimétricas a decimétricas de arenitos finos muscovíticos róseos a avermelhados, e camadas métricas de intercalação de siltitos e folhelhos amarronzados a acinzentados, caracterizando a porção superior da Formação. As rochas expostas apresentam um alto potencial de desagregação devido à fina laminação e intercalação dos sedimentos. Contudo, o relevo é sustentado pelas camadas de arenito mais espessas, podendo apresentar pequenas escarpas livres nas pequenas serras e cristas.

Figura 6.1.63. Afloramento da Formação Rio Ivaí na SEÇÃO TEL-TCB



Legenda: Sequência de arenitos finos muscovíticos e folhelhos, interpretados como pertencentes à Formação Rio Ivaí (Ponto: LRV-248, Data: 02/04/21, Coordenada: 21L 711152 L 8231249 N).
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

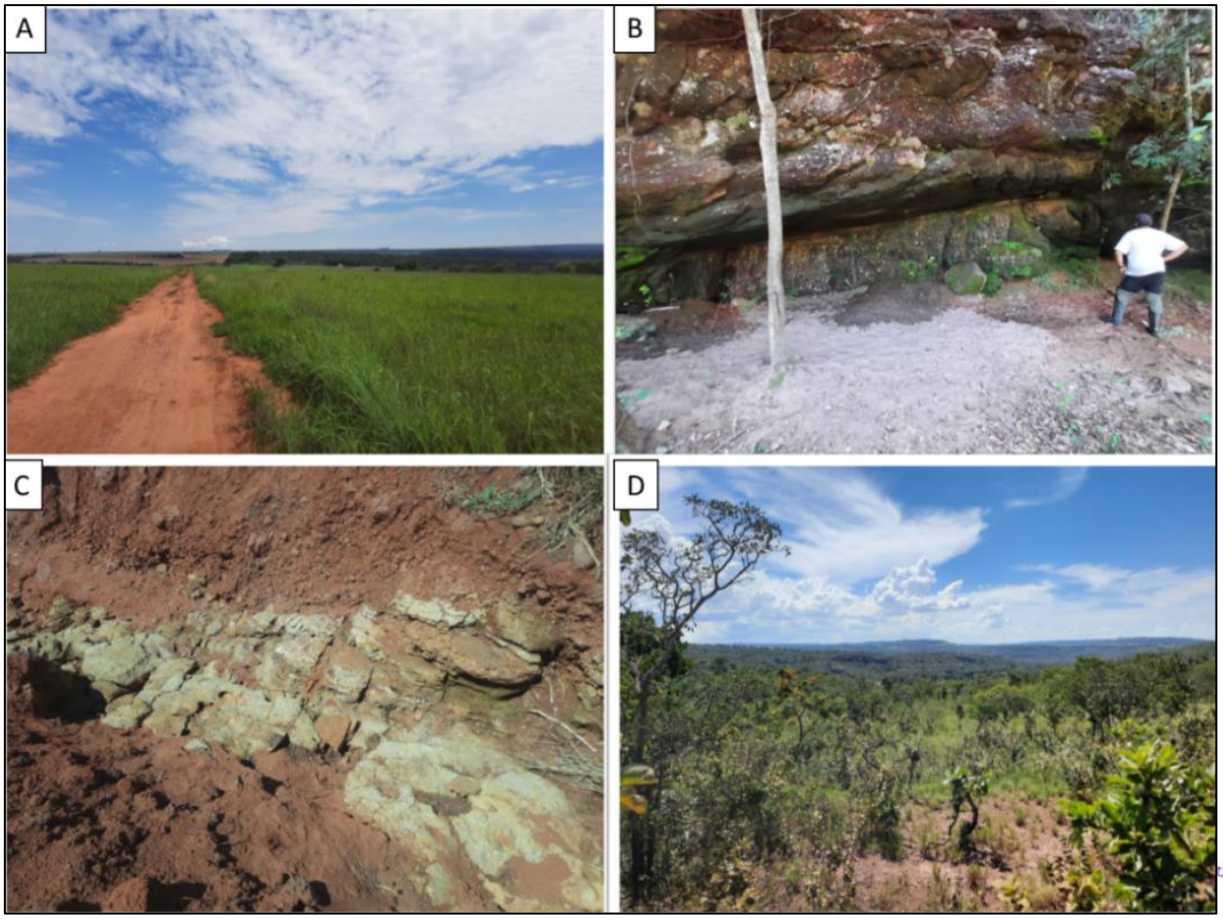
A Formação Furnas e as Coberturas Detrito-Lateríticas Ferruginosas possuem dominância nesse trecho, compondo os relevos mais convexos a tabulares, e restritas áreas de maior dissecação em suas bordas escarpadas. Exposições de rocha são encontradas em regiões de falha, morros com

maior declividade, rebordos erosivos com escarpas livres, erosões pontuais e ao longo de cursos d'água.

A Formação Furnas está associada a espessos pacotes de arenitos esbranquiçados a amarelados, com estratificação cruzada de grande porte. São arenitos grossos a conglomeráticos, composicionalmente imaturos (matriz caulinítica) e mediamente selecionados. Apresentam alta friabilidade em sua superfície intemperizada e os pacotes possuem fraturamento tanto paralelo (horizontal) quanto sub-perpendicular (angular subvertical) ao acamamento.

As Coberturas Detrito-Lateríticas Ferruginosas são interpretadas no topo tabular plano a suave ondulado da chapada, perfazendo parte do trecho no município de Campo Verde. Sua ocorrência está associada a solos avermelhados, silte-arenosos a argilo-arenosos, com insipiente horizonte concrecionário (Figura 6.1.64).

Figura 6.1.64. Afloramento da Formação Furnas e coberturas detrito-lateríticas na seção TEL-TCB



Legenda: A: Relevo plano a suave ondulado atribuído à cobertura detrito-laterítica, com uso de solo para agropecuária (Ponto: LRV-266, Data: 03/04/21, Coordenada: 21L 701888 L 8247885 N); B: Exposição de arenito da Formação Furnas em face exposta de vale (Ponto: LRV-252,Data: 02/04/21, Coordenada: 21L 708943 L 8230898 N); C: Exposição de arenito da Formação Furnas em erosão de solo argilo-arenoso (Data: 01/04/21,Coordenada 21K 720897 L 8223299 N);); D: Relevo suave ondulado a ondulado referente à Formação Furnas (Data: 01/04/21, Coordenada: 21L 712842 L 8230330 N).
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

6.1.3.3.4.2 Aspectos geológicos-geotécnicos

A seção TEL-TCB possui as principais características geotécnicas relacionadas aos trechos de relevo dissecado, próximo à cidade de Jaciara. Ressalta-se a moderada a alta susceptibilidade de erosão laminar e superficial dos solos e rochas quando expostos. Outro fator geotécnico a se observar é a presença de fraturas encontradas nos arenitos das Formações Furnas e Rio Ivaí nas escarpas livres e cristas de serra, podendo ocorrer movimentos de massa (queda de blocos). Nos pontos vistados, não há evidências que indiquem deslocamentos recentes.

Figura 6.1.65. Exemplo de erosão acentuada na seção TEL-TCB



Legenda: Voçoroca ativa em solo arenoso, em beira da estrada (Ponto: LRV-34, Data: 29/06/21, Coordenada:21K 742258 L 8222459 S).
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

6.1.3.3.4.3 Potencial mineral

O potencial mineral da seção TEL-TCB está associado a fontes de água mineral explotada, além de pequenos e restritos depósitos de cascalho laterítico e de veios de quartzo, usados como caixa de empréstimo para obras viárias, de forma pontual.

6.1.3.3.5 Seção TCB-TCC

A seção TCB-TCC é caracterizada pelo trecho de descida da chapada de Campo Verde para a Depressão Cuiabana até seu terminal final próximo a Cuiabá, passando pelos municípios de Campo Verde, Santo Antônio do Leverger e Cuiabá (Figura 6.1.66).

6.1.3.3.5.1 Aspectos geológicos-ambientais

Os principais aspectos geológico-ambientais da seção TCB-TCC podem ser agrupados a duas principais unidades.

A primeira unidade geológico-ambiental é individualizada pelo trecho de descida da Depressão Cuiabana, se iniciando na divisa entre os municípios de Campo Verde e Santo Antônio do Leverger até o contorno do traçado próximo ao Morro Branco, passando pelas localidades de Bom Jardim e Água Fria, e tendo fim no encontro da linha planejada com a BR-163. Tal unidade engloba exposições de rocha associadas à Formação Furnas da Bacia do Paraná e ao Grupo Cuiabá de forma indivisa, além da possibilidade de restritas exposições do Granito São Vicente.

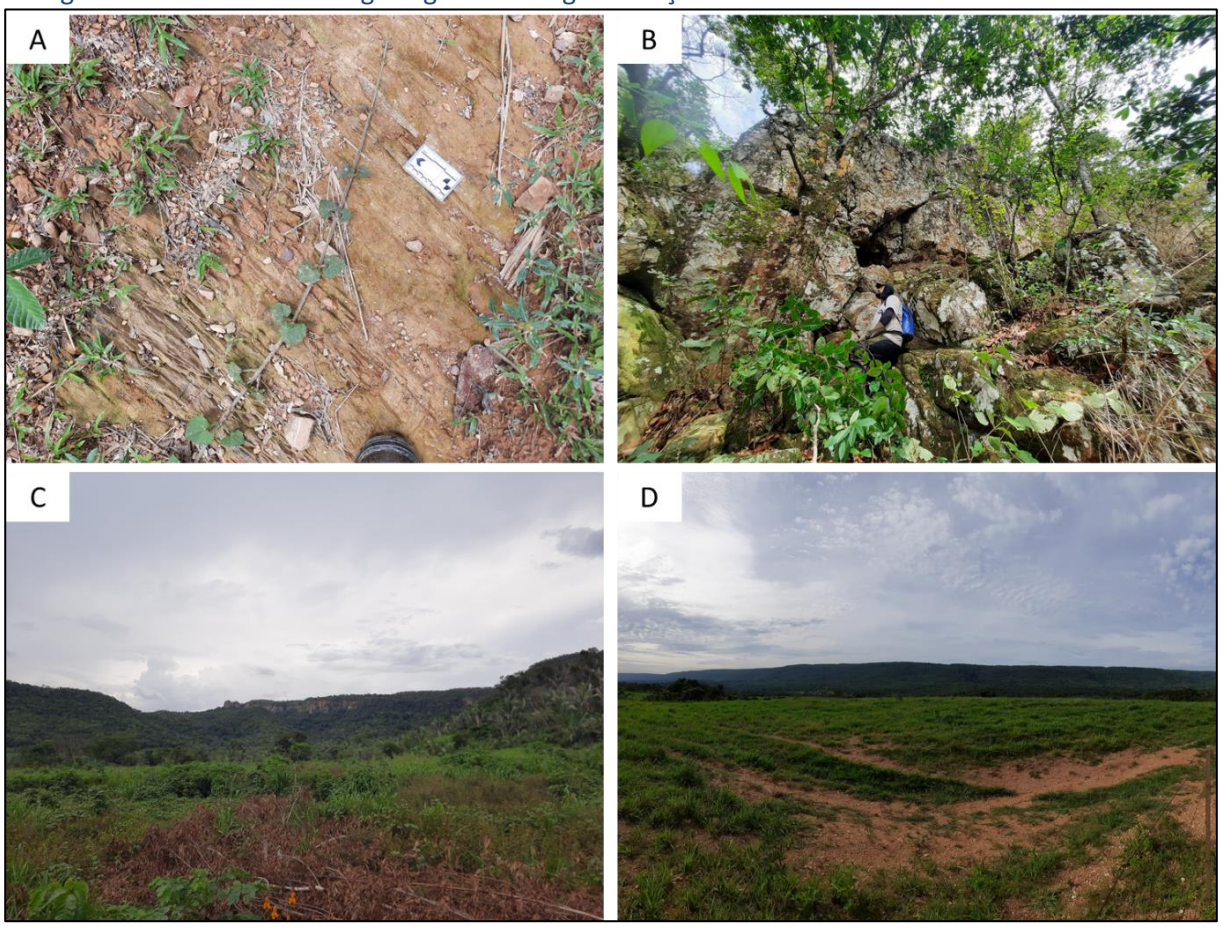
A Formação Furnas é exposta na Serra São Lourenço, principalmente na forma de blocos métricos a decamétricos podendo pontualmente formar pequenas escarpas descontínuas. A serra possui sua crista no formato plano ondulado, devido ao acamamento inclinado das camadas de arenito, e encosta com moderada a alta declividade, respectivamente em trechos de cones detríticos de blocos de arenitos ou de solos argilosos atribuídos ao Grupo Cuiabá. O arenito possui coloração esbranquiçada, grãos médios sub-angulosos regularmente selecionados, atribuídos à porção mais superior da formação.

A outra porção de exposição da Formação Furnas é observada na região do Morro Branco, entre as localidades de Bom Jardim e Água Fria. São paredões e grandes blocos formando escarpas verticais na porção mais elevada do terreno. São observadas fácies conglomeráticas monomíticas quartzosas intercaladas com fácies grossas a médias, interpretadas como porções mais basais da formação.

O Grupo Cuiabá, nesse trecho, é caracterizado por sequências de filitos e metarenitos finos, milimetricamente intercalados, com coloração bastante variada devido ao alto grau de intemperismo, desde cinza escuro e vermelho escuro a amarelo pálido e róseo. Constitui um relevo de colinas suaves, e caracterizado por ravinamentos com alta declividade, principalmente no sopé das serras e morros sustentados pelas outras unidades geológicas (Formação Furnas e Granito São Vicente).

O granito São Vicente ocorre no trecho da localidade Bom Jardim, perfazendo provavelmente o suporte do relevo de colinas mais acentuadas de topo aguçado. Suas exposições são descritas na forma de lajedos e campos de blocos, contudo no estudo foram apenas observados pequenos blocos de granito e hornblenda *hornfels* associadas em leito de rio, podendo essa unidade não ser diretamente interceptada pelo empreendimento. São caracterizados por rocha granitoide isotrópica, intrudido nos sedimentos do Grupo Cuiabá, constituídos principalmente pela textura porfirítica de feldspato potássico, plagioclásio, quartzo, biotita e minerais acessórios.

Figura 6.1.66. Geologia e geomorfologia na seção TBC-TCC



Legenda: A: Exposição de filitos do Grupo Cuiabá na base da Serra de São Lourenço (LRV-282, 05/04/21, 21L 665543 L 8262990 N); B: Blocos fraturados da Formação Furnas em cota elevada da Serra de São Lourenço (Ponto: LRV-277,Data: 07/04/21,Coordenada: 21L 667584 L 8263766 N); C: Geomorfologia próxima ao Morro Branco (ao fundo), com colinas de elevada declividade relacionadas a solo argiloso gerado pelo Grupo Cuiabá e escarpas livres de arenito esbranquiçado da Formação Furnas (Data:05/04/21, Coordenada:21L 647812 L 8257411 N); D: Geomorfologia da Serra de São Lourenço, ao fundo, com a serra sendo sustentada pela presença de arenito da Formação Furnas e a planície adjacente gerada nos sedimentos do Grupo Cuiabá (Ponto:LRV-268 a LRV-282,Data: 05/04/21,Coordenada: 664744 L 8254757 N).
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

A outra unidade geo-ambiental individualizada no trecho corresponde aos sedimentos do Grupo Pantanal, perfazendo o relevo plano a suave ondulado, ocorrendo no trecho final desde o cruzamento da linha do projeto com a BR-163 próximo ao Morro Branco. São sedimentos pouco consolidados a inconsolidados arenosos a silte-argilosos esbranquiçados, amarelados a acinzentados, podendo ocorrer cascalho quartzoso disperso e descontínuo. São interpretados como planícies e terraços aluviais antigos (Figura 6.1.67).

Figura 6.1.67. Geologia e geomorfologia do Grupo Pantanal na seção TBC-TCC



Legenda: Solo siltoso acinzentado a amarelado em relevo plano relacionado ao Grupo Pantanal, com uso para atividades pecuárias (Ponto:LRV-303,Data:08/04/21,Coordenada: 21L 606676 L 8263108 N).
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

6.1.3.3.5.2 Aspectos geológicos-geotécnicos

A respeito das características geotécnicas no trecho TCB-TCC, ressalta-se os principais aspectos das unidades geológicas-ambientais previamente descritas. A unidade que corresponde aos relevos mais dissecados na porção oeste que compõe as exposições da Formação Furnas e do Grupo Cuiabá. A alta declividade do terreno, com solos argilosos pouco profundos e presença de blocos ao longo do trajeto planejado compõem dificuldades geotécnicas ao implemento da malha férrea que devem ter atenção acentuada, devido a alta susceptibilidade à erosão e possíveis movimentos de massa, apesar de não ter sido observados processos ativos ou pretéritos (Figura 6.1.68).

Figura 6.1.68. Exemplos de aspectos geotécnicos presentes na seção TBC-TCC



Legenda: A: Fraturas verticais em escarpas livres do Morro Branco que apresentam a possibilidade do desplacamento de blocos (Ponto: LRV-291,Data: 09/04/21,Coordenada: 21L 648060 L 8258369 N). Ressalta-se que tais escarpas se encontram a uma distância de no mínimo de 200m do eixo do traçado; B: Declividade acentuada na encosta da Serra São Lourenço (Ponto: LRV-268, Data:10/04/21, Coordenada: 21L 670411 L 8265180 N); C: Área antropizada com exposição do lençol freático, denotando seu nível raso (Ponto: LRV-301, Data: 08/04/21, Coordenada: 21L 614240 L 8263603 N).
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

A unidade referente ao Grupo Pantanal possui como principal aspecto geotécnico o lençol freático raso, podendo ocasionalmente ocorrer trechos alagáveis.

6.1.3.3.5.3 Potencial mineral

Os principais potenciais minerais observados no trecho são as pedreiras exploradas no domínio do Granito São Vicente, às margens da BR-163, principalmente para a produção de cascalho granítico (Figura 6.1.69).

Ressalta-se também a exploração de areia para construção civil ao longo do curso do rio Cuiabá, que abastece parte da demanda da capital do estado e vizinhança. De forma mais pontual, cascalho laterítico e quartzoso também é explorado para cobertura de estradas de terra na forma de caixas de empréstimo.

Outra principal exploração mineral é associada à exploração de água mineral na porção oeste do trecho, em nascentes e cursos associados à Serra de São Lourenço e nas imediações do Morro Branco, em Bom Jardim.

Figura 6.1.69. Extração de cascalho quartzoso na seção TBC-TCC



Legenda: Área com expressiva possível retirada de material mineral, próximo a localidade de Celma, município de Santo Antônio do Leverger (Ponto: LRV-300, Data:08/04/21,Coordenada: 620194 L 8260955 N).
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

6.1.3.3.6 Seção TMS-TPS

A Seção TMS-TPS compreende o trecho nos municípios de Primavera do Leste, Campo Verde, Nova Brasilândia e Planalto da Serra, desde o Chapadão de Primavera do Leste à Depressão Interplanáltica de Paranatinga.

6.1.3.3.6.1 Aspectos geológico-ambientais

A Seção é definida pelas regiões do Chapadão de Primavera do Leste e da Faixa Paraguai. Devido à grande distinção dos aspectos geoambientais presentes na seção, esta é apresentada em dois trechos diferentes: trecho Chapadão de Primavera do Leste e trecho Planalto da Serra.

Trecho Chapadão de Primavera do Leste

O Chapadão de Primavera do Leste possui relevo essencialmente plano a suave ondulado, típico de topos de chapadas e platôs, exceto nos eixos dos vales (Figura 6.1.70).

Figura 6.1.70. Relevo aplainado com intenso uso de solo para agricultura



Ponto: LRV-67, Data: 04/07/20, Coordenada: 21L 764760 L 829574 N.
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Geologicamente, a seção é individualizada pelos sedimentos pouco coesos de areia, argila e cascalho da Formação Marília. Essa unidade apresenta processo de laterização em sua superfície, de forma irregular e dispersa. Sobre esses sedimentos, desenvolveram-se solos espessos, latossólicos, de matiz variando de vermelho-escuro a vermelho-amarelo, e são utilizados amplamente para uso agrícola.

Seu padrão de drenagem dendrítica possui baixos graus de densidade e de entalhamento, apresentando formas retilíneas a meandriformes, devido à baixa coesão do substrato rochoso, argilo-arenoso. Dessa forma, são observados de forma constante áreas de saturação de solos orgânicos a gleissólicos próximos aos cursos d'água, em possíveis terraços e planícies fluviais com deposição aluvionar de sedimentos inconsolidados.

Trecho Planalto da Serra

A Faixa Alto Paraguai constitui um cinturão dobrado Neoproterozoico constituído por rochas metassedimentares de baixo a médio grau metamórfico, depositadas na borda sul do Cráton Amazônico entre 600-540 Ma e deformadas durante os estágios finais da Orogenia Brasiliana/Pan-

Africana, entre 550-500 Ma, com metamorfismo diminuindo gradativamente em direção à zona cratônica.

A compartimentação deste orógeno é baseada nos aspectos de ambiente deposicionais e estruturais, podendo ser dividida em: (i) Zona interna dobrada, metamórfica e com intrusões graníticas; (ii) Zona Externa dobrada, com pouco ou sem metamorfismo e; (iii) Cobertura sedimentar de plataforma. A Zona Interna é composta por sedimentos pelito-carbonáticos de margem passiva pertencentes ao Grupo Cuiabá, enquanto a Zona Externa é representada por rochas metassedimentares siliciclásticas de bacia de ante-país (Fm. Bauxi e Puga e Gr. Araras) e a Cobertura sedimentar de plataforma é representada pelo Grupo Paraguai (Fm. Serra Azul, Raizama e Diamantino).

Grupo Cuiabá – Fácies marinha-turbidítica

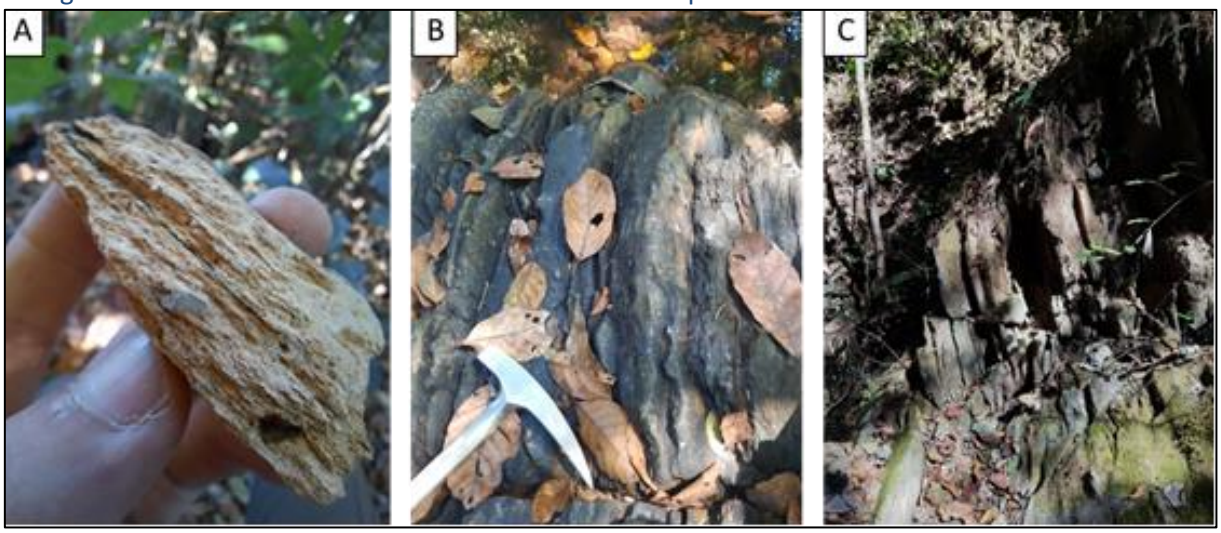
A base dessa estratigrafia configura-se por intercalações de folhelhos, metassiltitos e metarenitos intensamente dobrados e truncados por falhas inversas. As dobras são apertadas as isoclinais de vergência aproximada E-W, e com caimento de charneira levemente para oeste. O intenso tectonismo e intemperismo tornam difícil a delimitação das camadas aflorantes e a interpretação da sua real estratigrafia é dificultada.

Aflorando restritamente nos leitos de córregos e cursos d'água, ocorrem filitos sericíticos de textura silto-argilosa, de coloração cinza esverdeados e brilho sedoso, finamente foliados. Quando frescos, apresentam aspecto maciço, e coloração avermelhada quando intemperizados. Devido a sua natureza dúctil-rúptil, são observadas dobras em escala de afloramento, além de falhas e fraturas associadas ou não a essas dobras. Ocorrem intercalados aos filitos em aparente contato transicional, metarenitos de coloração cinza, bege a arroxeados, com textura fina a média. Podem apresentar mineralogia ortoquartizítica à levemente micácea. Ocorrem também na forma maciça, amarelados de textura média a grossa com foliação incipiente e grãos de quartzo estirados sigmoidais e também com foliação proeminente de textura fina a média, de cor avermelhada. A sua variação composicional e textural denota uma deposição descontínua, tanto verticalmente quanto lateralmente. O seu processo deposicional é interpretado como turbidítico (Figura 6.1.71).

Nesse contexto, ocorrem também um espesso pacote de metassiltitos, intensamente dobrados, fraturados e intemperizados. Quando frescos, apresentam cor acinzentada a esverdeada de foliação aparentemente mais espaçada. Quando intemperizados possuem coloração amarelada a avermelhada, com foliação mais proeminente e de fácil desagregação.

Essa sequência, essencialmente de sedimentos siliciclásticos marinhos, aflora na porção de cotas mais elevadas da seção, e também apresenta a maior dissecação do relevo, com destaque para as vertentes íngremes e profundas com declividades entre até 30 e 45º.

Figura 6.1.71. Fácies marinha-turbidítica do Grupo Cuiabá



A - Metarenito grosso com clastos angulosos de quartzito (Data: 07/07/20, Coordenada: 21L 747696 L 8348829 N); B - Filito sericítico (Data: 07/07/20, Coordenada: 21L 747298 L 8349234 N); C - Metassiltito esverdeado com família de fraturas (08/07/20, 21L 744959 L 8351532 N).
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

Grupo Cuiabá – Fácies Marinha-glacial

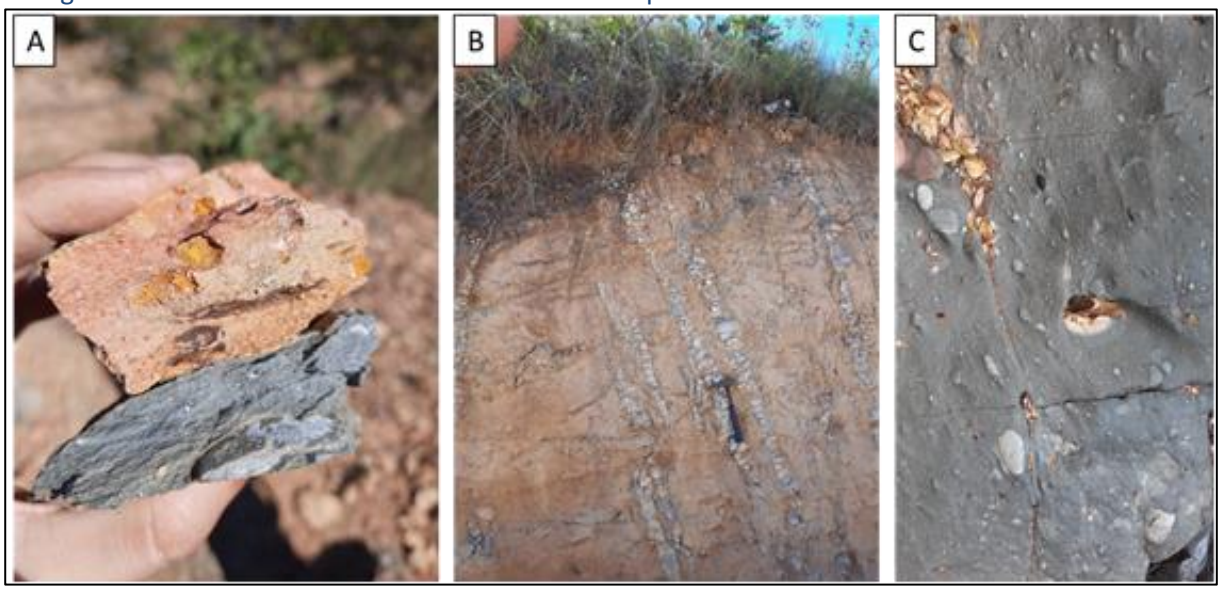
Em contato por falha, outra sequência atribuída ao Grupo Cuiabá aflora na seção, sendo definida e individualizada por sedimentos atribuídos ao período de glaciogênese (diamictitos, metarenitos conglomeráticos e quartzo xistos com óxidos).

A base dessa sequência é atribuída a afloramentos de metaparaconglomerados petromíticos, de coloração cinza-escuro, observados nas cotas mais baixas nos leitos dos principais cursos d'água. Possui matriz fina argilo-arenosa suportando clastos, seixos e matacões de quartzo, quartzitos, rochas máficas, graníticas e calcários.

São observados metarenitos avermelhados, conglomeráticos, sobre os metadiamictitos. Possuem clastos e seixos de quartzito, filito e arenito, mal selecionados e subangulosos. Ocorrem também xistos de textura média a fina com característica principal a presença de minerais e clastos alterados de feldspatos e óxidos de ferro limonitizados (magnetita, hematita, pirita). Possuem coloração cinza escuro quando frescos e dureza proeminente, ocorrendo na forma de lentes métricas.

O topo da sequência é caracterizado por intercalação de metassiltitos e metarenitos, de coloração amarela, cinza a rosados. Com o predomínio de litotipo arenoso com camadas milimétricas a centimétrica siltosas, é a litologia mais abundante dessa sequência em distribuição de área, intensamente fraturada e intemperizada. É a unidade litoestratigráfica que melhor resiste ao intemperismo e erosão na configuração geomorfológica atual, sendo caracterizada por um menor fator de dissecação quando comparado às litologias aflorantes próximas, representando colinas e morros baixos, de topo mais convexo (Figura 6.1.72).

Figura 6.1.72. Fácies Marinha-Glacial do Grupo Cuiabá



A - Xisto com óxidos limonitizados (Data:09/07/20, Coordenada:21L 749418 L 8357368 N); B - Metassiltitos, cortados por veios de quartzo (Data: 09/07/20, Coordenada: 21L 749568 L 8357685 N); C - Metadiamictico polimítico (Data: 15/07/20, Coordenada: 21L 748285 L 8356980 N).
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

Grupo Araras

Estratigraficamente acima do Grupo Cuiabá em contato erosivo, afloram estreitas faixas das formações atribuídas à porção superior do Grupo Araras. Apesar de serem descritas como unidades carbonáticas, há a dominância dos litotipos pelíticos aflorando ao longo do traçado do projeto, sendo apenas localizadas e restritas ocorrências carbonáticas na região. São reconhecido argilitos avermelhados (Fm. Pacu) (Figura 6.1.73) e folhelhos calcíferos cinzentos (Fm. Nobres), de textura fina, bastante intemperizados.

Figura 6.1.73. Calcissiltitos da Fm. Pacu, Grupo Araras



Ponto: LRV-91, Data: 09/07/20, Coordenada: 21L 744660 L 8368984 N.
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

Grupo Alto Paraguai

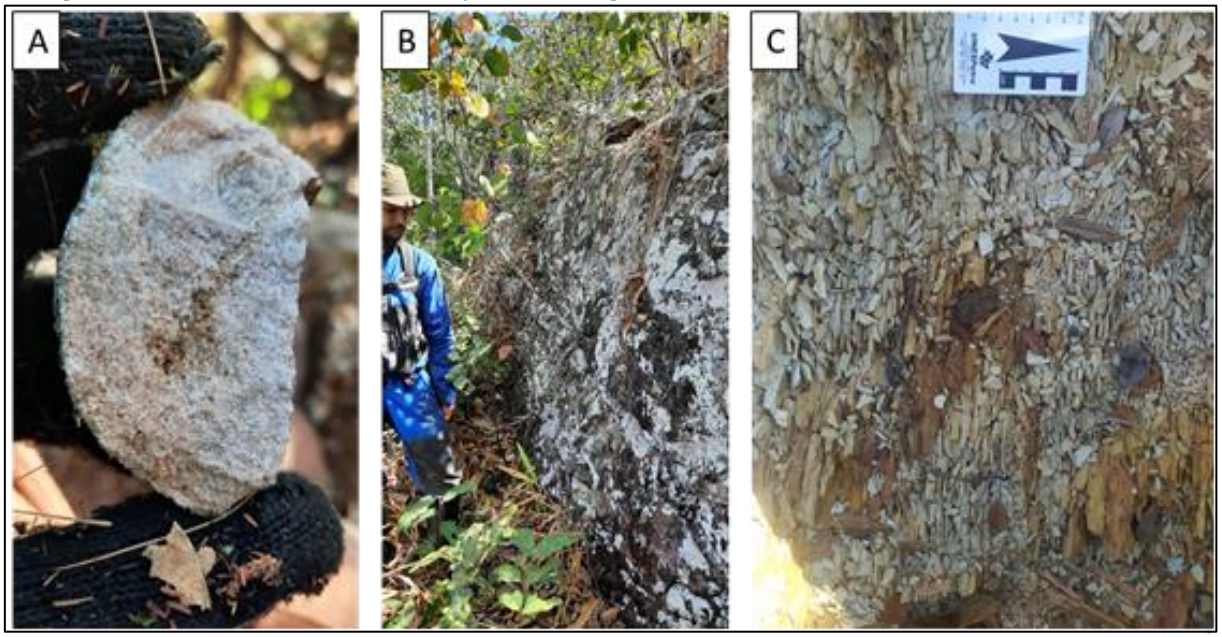
Também separado por contato erosivo, as rochas do Grupo Alto Paraguai (Figura 6.1.74) apresentam uma unidade terrígena de sedimentos depositados na inversão tectônica da bacia, numa configuração de bacia de *foreland* nos estágios finais da colisão continental neoproterozoica. Suas formações geológicas presentes nessa seção são as Formações Serra Azul, Raizama, Sepotuba e Diamantino.

A Formação Serra Azul ocorre restritamente em pequena faixa na borda sul da Serra Azul, e é representada por diacmititos maciços sobrepostos por siltitos que gradam intercalados a arenitos e conglomerados. Essa formação é geomorfologicamente arrasada, formando relevo aplainado com grandes blocos esparsos de quartzito e granito que resistiram à erosão dos diamictitos.

A Formação Raizama é composta por espessos bancos de arenitos grossos maciços intercalados com pelitos e arenitos finos a médios, ortoquartzíticos a arcoseanos, que sustentam as maiores elevações: serras baixas na região central e norte (Serra Azul) da seção.

A Formação Sepotuba ocorre como uma breve faixa após o flanco sul da Serra Azul, na forma de siltitos finamente foliados, de coloração esbranquiçada, amarelada a róseos. Pela sua fácil erodibilidade geram relevo plano a suave ondulado.

Figura 6.1.74. Rochas do Grupo Alto Paraguai



A e B - Arenitos grossos feldspáticos da Formação Raizama (LRV-142, 18/07/20, 21L 741736 L 8384593 N); C - Siltito da Fm. Sepotuba, com padrão de fissibilidade na forma de pequenas pastilhas (Ponto: LRV-155, Data: 20/07/20, Coordenada: 740988 L 8385747 N).
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

A Formação Diamantino ocorre na forma de uma extensa área plana a suave ondulada, desde o seu contato inferior com a Formação Sepotuba e seu contato superior com os sedimentos da Bacia do

Parecis. É caracterizada por solos latossólicos areno-argilosos de coloração avermelhada a amarelada desenvolvidos sob arenitos arcoseanos de textura média a grossa, com grande aporte de óxidos de ferro. Ocorrem também lentes e camadas maciças argilitos esverdeados a avermelhados. Devido ao seu relevo aplainado e solos argilosos, ocorrem em algumas áreas o desenvolvimento de solos hidromórficos.

6.1.3.3.6.2 Aspectos geológico-geotécnicos

Trecho Chapadão de Primavera do Leste

O trecho de Chapadão de Primavera do Leste apresenta aspectos favoráveis para a implantação do trecho do projeto, principalmente devido à configuração de solos de boa manuseabilidade e de seu relevo aplainado.

As áreas de travessia e próximas a cursos d'água devem ter uma maior atenção pela saturação hídrica do solo, composto por solos hidromórficos que possuem uma alta compressibilidade (Figura 6.1.75).

Figura 6.1.75. Exemplo de Solo Hidromórfico no Trecho Chapadão de Primavera do Leste



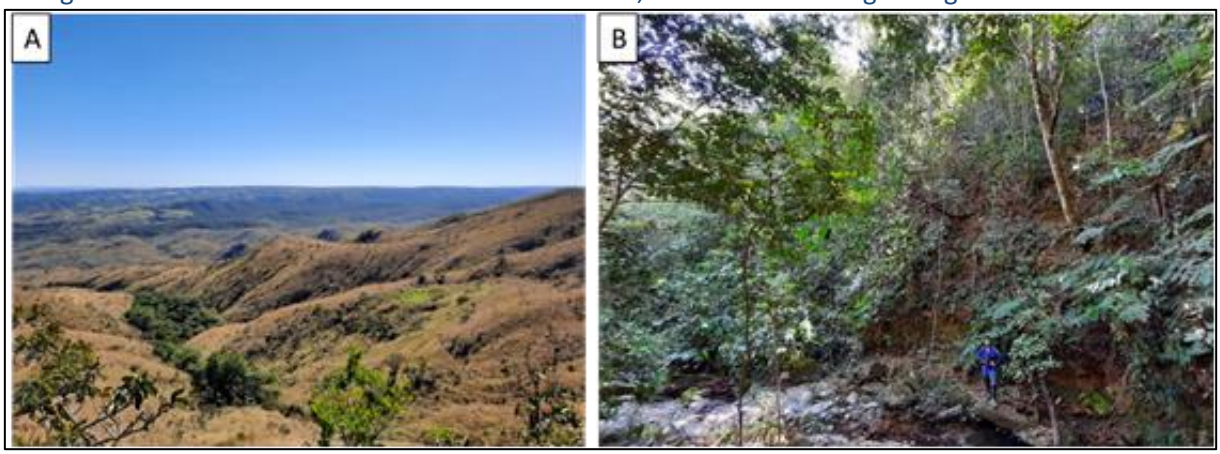
Data: 07/04/20, Coordenada: 21L 766334 L 8295277 N.
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Trecho Planalto da Serra

O trecho Planalto da Serra é a seção na qual a dissecação do relevo é mais acentuada, principalmente nas unidades litoestratigráficas do Grupo Cuiabá. Suas vertentes chegam a ter declividade maior que 45° e amplitudes de até 80 a 120 m de profundidade em alguns pontos (Figura 6.1.76).

A forte influência tectônica e metamórfica nas rochas, principalmente no Grupo Cuiabá, gera planos de fraqueza. Famílias distintas de fraturas e juntas são observadas, além de foliação metamórfica e camadas subverticalizadas. Tais estruturas podem causar instabilidades de talude e queda de blocos, apesar de exemplos de movimentação de massas não terem sido observados em campo.

Figura 6.1.76. A - Vista do Relevo Dissecado; B - Vista de Drenagem Íngreme e Profunda



A: Ponto: LRV-70,Data: 06/07/20, Coordenada: 21L 746200 L 8345137 N; Ponto: B: LRV-140, Data:17/07/20,Coordenada: 21L 749824 L 8364660 N.
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

A combinação entre elevada declividade, solos pouco coesos, pouco espessos e pedregosos; e rochas intemperizadas com elevada fissibilidade pode gerar processos erosivos concentrados, principalmente quando o terreno se encontra exposto. Foram observados exemplos de processos erosivos tanto em escala de afloramento quanto em imagem de satélite (Figura 6.1.77).

Figura 6.1.77. Exemplo de Erosão em Metarritmitos e Metassiltitos



Ponto: LRV-76, Data: 07/07/20, Coordenada: 21L 747302 L 8349838 N.
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Os trechos próximos a serra Azul, onde se encontram rochas pelíticas e relevo plano tem a tendência de geração de solos hidromórficos relacionados às drenagens, ocasionando áreas com alagadiço sazonal com solos de alta compressibilidade.

6.1.3.3.6.3 Potencial mineral

Trecho Chapadão de Primavera do Leste

O trecho de Chapadão de Primavera do Leste apresenta uma baixa potencialidade mineral, sendo apenas representada por possíveis depósitos aluvionares de areia ao longo dos cursos d'água, e o solo sendo utilizado de forma indiscriminada para conserto e aterro de vias (Figura 6.1.78).

Figura 6.1.78. Uso do Solo para Obras de Aterramento



Data: 04/07/20, Coordenada: 21L 765516 L 8295277 N.
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

Trecho Planalto da Serra

O potencial da área para material de construção se relacionam às ocorrências calcárias relacionadas ao Grupo Araras. Foi observada uma lavra de calcário calcítico na área, próxima a cidade de Planalto da Serra. Ocorre também afloramento de calcário dolomítico, porém sem indicativo de lavra. As britas utilizadas na cidade são tanto de natureza calcária quanto granítica. As fácies siliciclásticas de textura grossa, como arenitos grossos e conglomeráticos, serem fonte de areia e cascalho sob uma ótica previsional.

O uso de solo e horizonte saprolítico para aterro foi observado, de forma indiscriminada, na reforma da MT-130 e em pequenas barragens criadas pelos fazendeiros locais (Figura 6.1.79).

Figura 6.1.79. Caixa de empréstimo à beira da MT-130; solo utilizado para reforma da via



Data: 06/07/20, Coordenada: 21L 748012 L 8345977 N.
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

6.1.3.3.7 Seção TPS-TTP

A Seção TPS-TTP é definida pelo trecho entre a Depressão Interplanáltica de Paranatinga e o rebordo erosivo da Chapada dos Parecis.

6.1.3.3.7.1 Aspectos geológico-ambientais

A seção é definida por cobertura relacionada a rochas do Grupo Alto Paraguai representado pela Formação Diamantino, e Grupo Parecis com a Formação Uiatiri, estes sedimentos associados à Bacia do Parecis.

A Formação Diamantino do Grupo Alto Paraguai é caracterizada por intercalações decimétricas de arenitos médios a finos, siltitos e argilitos, com estratificação plano-paralela e de coloração cinza avermelhada a arroxeada. Suas principais exposições ao longo do traçado se encontram na Anticlinal Rio Novo, localidade pertencente à parte da nascente do rio Cuiabá da Larga, no município de Rosário Oeste próximo à divisa municipal com Santa Rita do Trivelato. A anticlinal apresenta uma mudança de direção das camadas de acordo com o dobramento na qual se insere, apresentando mergulhos entre 17 a 22° em direção oposta ao vale do rio. As camadas expostas de arenito apresentam feições sedimentares de marcas de ondas e estruturais de fraturamento. A Formação Diamantino gera solos pouco espessos, cambissólicos areno-siltosos (Figura 6.1.80).

Figura 6.1.80. Exposições de rocha da Formação Diamantino na seção TPS-TTP



Legenda: A: Padrão de fraturamento em topo de camada de arenito médio (Ponto:LRV-317, Data: 15/04/21, Coordenada: 21L 707838 L 8427539 N); B: Intercalação de camadas decimétricas de arenito e camadas de argilito e siltito finamente estratificados (Ponto: LRV-317, Data: 15/04/21, Corodenada: 21L 707838 L 8427539 N); C: Marcas de onda em arenito da Formação Diamantino (Ponto: LRV-319, Data: 15/04/21, Coordenada: 21L 707387 L 8427057 N).
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

A Formação Uitirati do Grupo Parecis compõe, no traçado, essencialmente relevo plano a colinas suaves onduladas com baixa dissecação, e recoberto por solo. São essencialmente solos cambissólicos a latossólicos vermelho-amarelos silte-arenosos a arenosos de textura fina a média, amarelados a avermelhados, pouco coesos. Ocorrem horizontes laterizados, que localmente geram pequenos morros sustentadas por concreções ferruginosas. Solos hidromórficos são observados próximos a cursos d'água (Rio Teles Pires, Ribeirão Beija-Flor e córrego Pontinha), além de depósitos aluvionares.

As exposições de rocha se restrigem à área próxima ao rebordo da chapada dos Parecis, e apresentam uma sucessão de siltitos e arenitos finos micáceos de coloração branca, rosa e avermelhada, em acamamento horizontalizado, da Formação Uitirati (Figura 6.1.81).

Figura 6.1.81. Intercalação de siltitos e arenitos finos da Fm. Uitirati



Data: 20/07/20, Coordenada: 21L 747469 L 8457201 N.
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

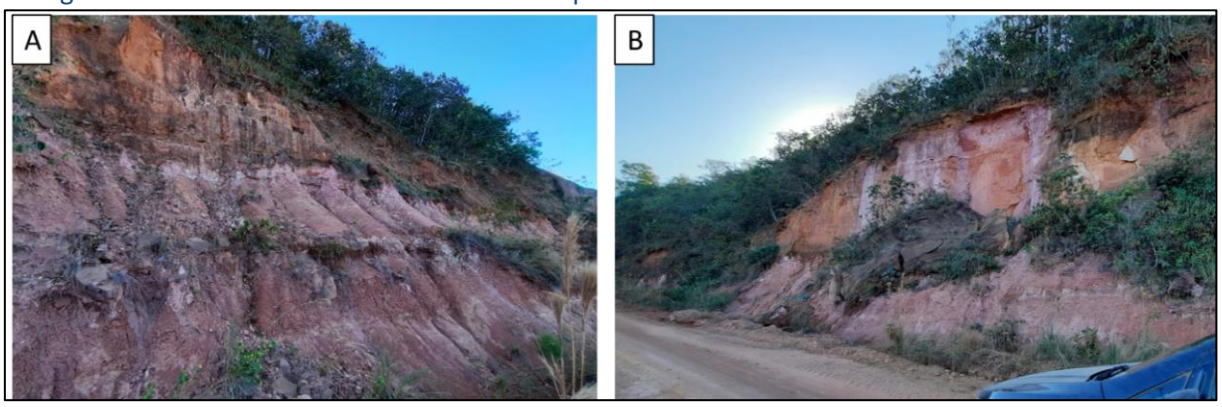
6.1.3.3.7.2 Aspectos geológico-geotécnicos

A ocorrência de solos saturados de água em depósitos aluvionares pouco coesos podem gerar solos compressíveis. Os solos arenosos também têm a tendência de arenização, gerando espessas camadas de areais em superfície.

A natureza de sedimentos pouco consolidados e arenosos da Formação Uitirati apresenta uma maior susceptibilidade erosiva, associada, dentre outros fatores, a por ação pluvial. Este processo é nas exposições em cortes, estradas e áreas com baixa cobertura vegetal, sendo necessária a estabilização do terreno (Figura 6.1.82).

Em relação à Formação Diamantino, o trecho do vale do rio Cuiabá da Larga demanda uma maior atenção geotécnica devido principalmente pela travessia de diversas drenagens no trecho, além da atenção à estruturação geológica ocasionada pelo dobramento tectônico e fatores associados.

Figura 6.1.82. Rebordo erosivo da Chapada dos Parecis



A - Erosão diferencial em patamares (Ponto: LRV-169, Data: 21/07/20, Coordenada: 21L 693575 L 8459932 N); B - Movimento de massa decorrente de erosão acentuada (Ponto: LRV-169, Data: 21/07/20, Coordenada: 21L 693575 L 8459932 N).
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

6.1.3.3.7.3 Potencial mineral

O potencial mineral para a seção TPS-TTP se restringe aos depósitos aluvionares de areia retrabalhada presente aos maiores cursos d'água e os depósitos concrecionários ferruginosos de laterita, os quais foram observadas locais de extração não-comercial (Figura 6.1.83).

Figura 6.1.83. Área de Extração de Laterita da Seção Santa Rita do Trivelato



Ponto: LRV-172, Data: 21/07/20,Coordenada: 689741 L 8461998 N.
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

6.1.3.3.8 Seções TTP-TNM E TNM-TLV

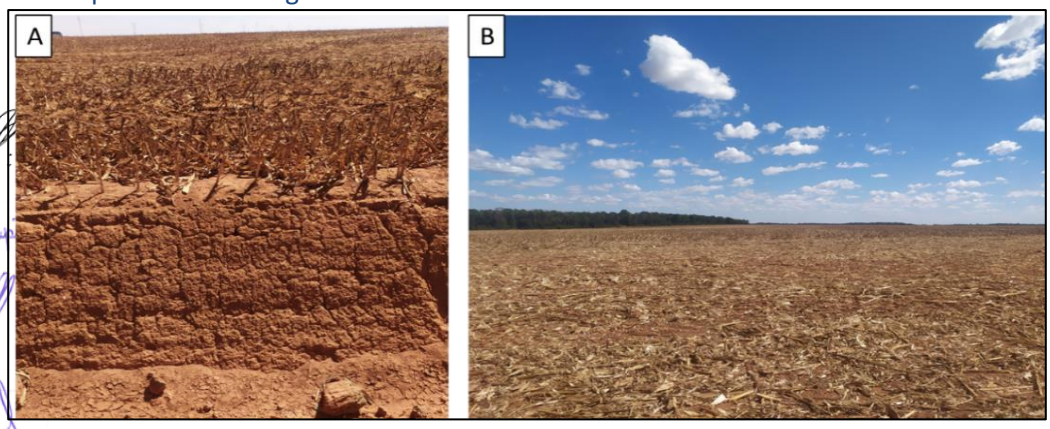
As Seções TTP-TNM e TNM-TLV são individualizadas pelos trechos localizados na chapada da Bacia dos Parecis, e são apresentadas em conjunto devido à semelhança de seus aspectos naturais e técnicos.

6.1.3.3.8.1 Aspectos geológico-ambientais

As Seções TTP-TNM e TNM-TLV são projetadas sobre solo desenvolvido em substrato proveniente de rochas relacionadas à Bacia dos Parecis. Sua característica geomorfológica que a individualiza é o relevo plano a suave ondulado, de topo tabular de chapadas e platôs.

Os solos são argilo-arenosos a silto-arenosos, latossólicos de coloração avermelhada a amarelo, com horizonte laterítico desmantelado. Os solos próximos às drenagens apresentam elevada saturação de água, caracterizando solos hidromórficos e vegetação de veredas (Figura 6.1.84).

Figura 6.1.84. A - Latossolo compactado pela agricultura intensa e mecanizada; B - relevo plano com uso agrícola



A: Ponto: LRV-214,Data: 24/07/20,Coordenada: 21L 604687 L 8485752 N; B:Ponto: LRV-205, Data:24/07/20,Coordenada: 21L 614429 L 8475734 N.
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2020).

6.1.3.3.8.2 Aspectos geológico-geotécnicos

O principal aspecto geotécnico da seção é relacionado às áreas de saturação hídrica do solo, que juntamente com solos com textura areno-argilosas, geram áreas com alta compressibilidade (Figura 6.1.85). Nos demais trechos, o relevo plano e solo estruturado compõem um cenário favorável para a instalação de obras de engenharia.

Figura 6.1.85. Exemplos de área alagadiços sazonal e solos hidromórficos na seção



Ponto: LRV-180, Data: 24/07/20, Coordenada: 21L 666650 L 8465662 N;Ponto: LRV 182,Data: 24/07/20, Coordenada:21L 662021 L 8464878 N; Ponto: LRV-195, Data: 24/07/20, Coordenada: 21L 629235 L 8472380 N; Ponto:LRV-201, Data:24/07/20, Coordenada:21L 620684 L 8473585 N.
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

6.1.3.3.8.3 Potencial mineral

O potencial mineral da seção se restringe às ocorrências de horizontes lateríticos, que podem ser utilizados como cascalho.

6.1.3.3.9 Condições geotécnicas da ADA

No projeto básico de engenharia da Ferrovia de Integração Estadual do Mato Grosso, as empesas contratadas pela RUMO, ENGEMAP e ENEFER, realizaram os ensaio geotécnicos. A ENGEMAP analisou o fator de homogeneização do solo, em conjunto com o ensaio de densidade e do teor de

umidade, para os trechos TNM-TLV, TPF-TNM, TPS-TPF e TMS-TPF, sendo que para esses dois últimos trechos foi realizado a análise de expansão do solo. O levantamento desses dados teve com objetivo caracterizar as áreas de talude e de aterro das seções, porém, ressalta-se que estudos mais detalhados serão elaboradas no projeto executivo.

As seções TNM-TLV e TPF-TNM apresentam áreas planas e textura de solo laterítico com variabilidade argilo-silto-arenosa,os cortes serão relativamente baixos, não superior a 8 metros de altura. No entanto, este solo apresenta baixa capacidade de suporte de carga e é pouco consolidado, sendo suscetível ao carreamento por escoamento superficial quando submetido a precipitações pluviométricas. Além de que quando submetidos a pesos elevados em condição de saturação, é provável que ocorra à suscetibilidade ao movimento gravitacional de massa. Quanto ao índice de expansão do material, não foram observados valores que podem condicionar instabilidade.

O norte do trecho TPS-TPF é caracterizado pela presença do solo laterítico com variabilidade granulométrica argilo-arenosa. Estes solos ocorrem em áreas planascom cortes relativamente baixos, não superiores a 7 metros de altura. Ressalta-se que esses solos apresentam baixa capacidade de suporte e são pouco consolidados, portanto, suscetíveis ao carreamento superficial quando submetido a precipitações pluviométricas. Além de que quando submetidos a pesos elevados em condição de saturação, os taludes ficam suscetíveis ao movimento gravitacional de massa. Quanto ao índice de expansão do material, não foram observados valores que podem condicionar instabilidade.

Na maior parte do trecho as rochas estão próximas à superfície e são constituídas por metassedimentos fraturados que podem apresentam clivagem acentuada em diferentes direções conforme sistema geotectônico. Esta estruturação condiciona planos de rompimento, superfícies preferenciais de deslizamento. Em cortes, se os planos preferenciais de rompimento se encontram concordantes à inclinação do talude, este fica suscetível ao movimento gravitacional de massa pelo cisalhamento da rocha. Em fraturas e foliações subverticais, há potencial de ocorrência de desplacamento e queda de blocos.

No trecho TMS-TPS, onde predominam as rochas metassedimentares próximas à superfície com material de granulação variada, além de serem duras e poderem apresentar clivagem acentuada em diferentes direções conforme sistema geotectônico. Esta estruturação condiciona planos de rompimento, superfícies preferenciais de deslizamento. Em cortes, se os planos preferenciais de rompimento se encontram concordantes à inclinação do talude, este fica suscetível ao movimento gravitacional de massa pelo cisalhamento da rocha. Em fraturas e foliações subverticais, há potencial de ocorrência de desplacamento e queda de bloco. No extremo sul do trecho, o material predominante é o solo laterítico que ocorre em áreas aplainadas, onde os cortes são relativamente baixos, usualmente innferiores a 5 metros de altura. Estes solos apresentam baixa capacidade de suporte e são pouco consolidados, portanto, suscetíveis ao carreamento por escoamento superficial quando submetido a precipitações pluviométricas. Além de que quando submetidos a pesos elevados em condição de saturação, os taludes ficam suscetíveis ao movimento gravitacional de massa. Em relação ao índice de expansão do material, não foram observados valores que podem condicionar instabilidade, visto que a média é equivalente a 0,38%.

Nos trechos sob-responsabilidade da empresa ENEFER – TRO-TEL, TEL-TMS, TEL-TCB e TCB-TCC - foram realizadas as análises de talude nas seções consideradas como mais críticas, para as quais em todos os trechos foram consideradas como estáveis, com execção do trecho TCB-TCC, onde as sondagens à percussão executadas ao longo do eixo não são suficientes para a análise, já que foram superficiais quando comparadas as alturas, atingindo o impenetrável nos primeiros metros. Ressalta-se que para os trechos considerados estáveis a necessidade de estudos mais detalhados durante o projeto executivo.

6.1.3.3.10 Descrição dos locais para construção de túneis e demais obras de artes especiais

As obras de artes especiais foram definidas pela ENGEMAP e ENEFER para cada um dos trechos, a partir do levantamento das interseções com rodovias estaduais e federais e dos prováveis locais de cruzamentos com cursos de águas de grande porte. Desta forma, são contempladas dentro desse item as seguintes obras: Ponte, Passagem Inferior, Viaduto Rodoviário e Túnel. A Tabela 6.1.9 apresenta a descrição de cada uma das obras de arte especiais, exceto o túnel, em cada trecho. A Figura 6.1.86 apresenta a localização das obras.

Tabela 6.1.9. Descrição e localização das obras de artes especiais.

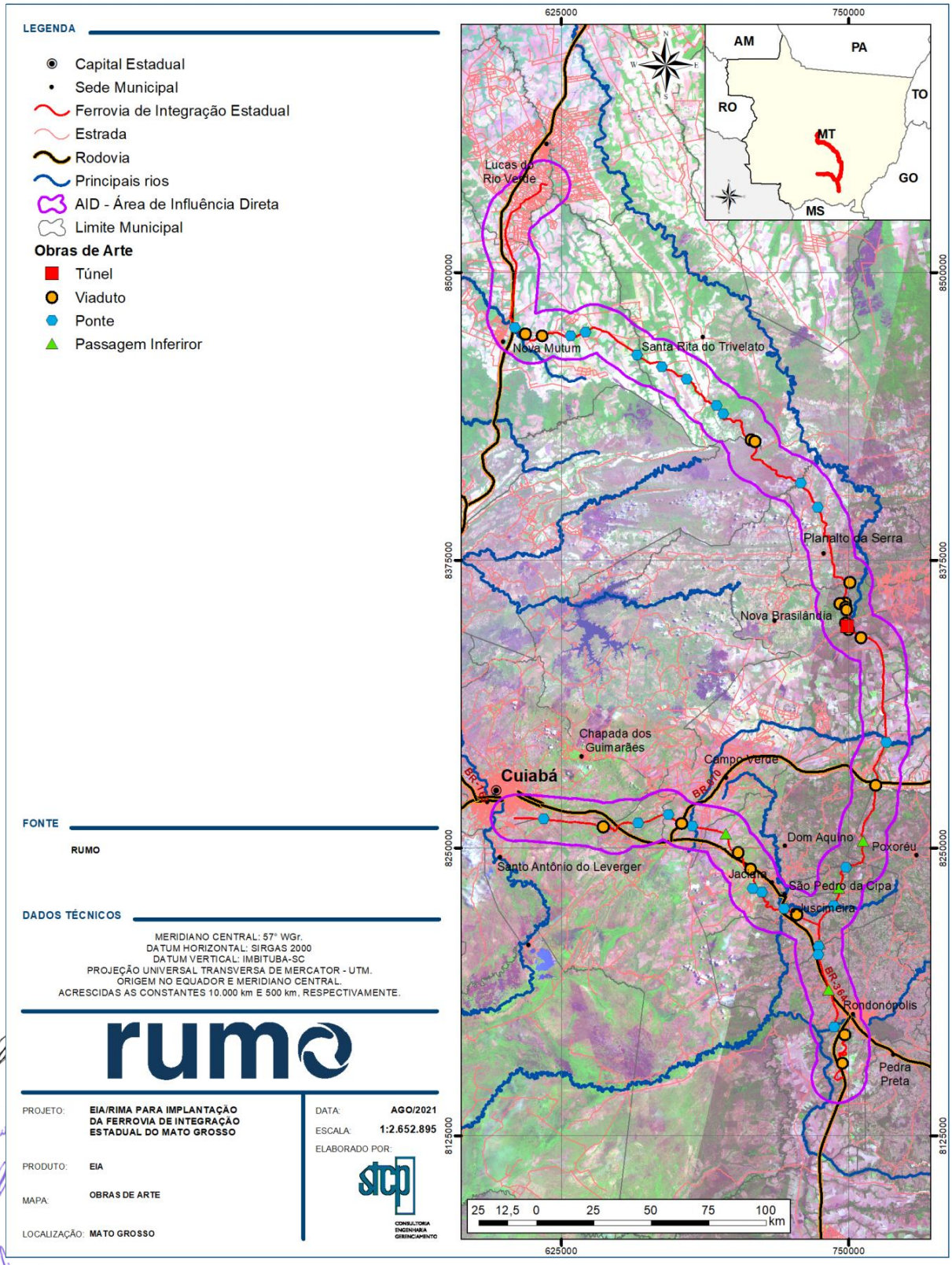
TRECHO	OAE	DESCRIÇÃO	INÍCIO (KM)	FINAL (KM)	EXTENSÃO (M)	ALTURA (M)	TIPO ESTRUTURAL	TRAÇADO HORIZONTAL
TRO-TEL	Viaduto Ferroviário	BR-163	11,78	11,90	120,05	16	Isostático	Transição/Tangente
TRO-TEL	Viaduto Ferroviário	BR-163	35,60	35,70	100,05	11	Isostático	Curva horizontal
TRO-TEL	Ponte	Rio Vermelho	40,40	42,54	2.139.85	92	Balanço sucessivo	Curva/Transição/ Tangente
TRO-TEL	Passagem inferior	MT-270	59,13	59,17	43,22	9	Galeria	Curva horizontal
TRO-TEL	Ponte	Vereda Grande	75,22	75,34	120,05	20	Isostático	Tangente
TRO-TEL	Ponte/Viaduto	BR-364/ BR-163	79,94	79,13	190,05	20	Isostático	Tangente/ Transição
TRO-TEL	Passagem Inferior	MT-466	90,01	90,06	43,19	9	Galeria	Tangente
TEL -TMS	Ponte	Rio Areial	99,45	99,58	160	15	Isostático	Transição/Curva
TEL -TMS	Passagem Inferior	MT-454	107,80	-	48	9	Galeria (aberta/fechada)	Curva horizontal
TEL -TMS	Ponte	Rio (sem nome)	118,48	118,74	260	35	Balanço sucessivo	Tangente/Curva
TEL -TMS	Passagem Inferior	Vicinial	135,79	-	43	9	Galeria (aberta/fechada)	Curva horizontal
TEL -TMS	Viaduto Rodoviário	BR-070	162,35	-	85	23	Isostático	Tangente
TEL -TMS	Ponte	Rio Mortes	182,76	182,87	110	15	Balanço sucessivo	Curva horizontal

TRECHO	OAE	DESCRIÇÃO	INÍCIO (KM)	FINAL (KM)	EXTENSÃO (M)	ALTURA (M)	TIPO ESTRUTURAL	TRAÇADO HORIZONTAL
TMS-TPS	Viaduto 1		215,39	215,579	179,10	-	-	Curva
TMS-TPS	Viaduto 2		226,23	226,38	140,10	-	-	Curva
TMS-TPS	Viaduto 3		228,50	228,86	359,10	-	-	Tangente
TMS-TPS	Viaduto 4		234,10	234,25	149,10	-	-	Curva
TMS-TPS	Viaduto 5		235,18	235,36	179,10	-	-	Curva
TMS-TPS	Viaduto 6		242,00	242,33	329,10	-	-	Tangente
TMS-TPS	Viaduto 7		245,24	245,54	299,10	-	-	Tangente/Curva/ Circular
TMS-TPS	Ponte Ribeirão Claro		251,86	252,40	539,10	-	-	Tangente
TPS-TPF	Ponte Ribeirão Beija-Flor		97,21	97,69	479,1	-	-	Tangente
TPS-TPF	Ponte Córrego (sem nome)		102,27	102,51	239,1	-	-	Tangente
TPS-TPF	Viaduto 1		123,88	124,03	149,1	-	-	Tangente
TPS-TPF	Viaduto 2		125,65	125,83	179,1	-	-	Curva
TPS-TPF	Ponte Ribeirão Piabas		160,08	160,29	209,1	-	-	Tangente
TPS-TPF	Ponte Ribeirão Poção		173,49	173,64	149,1	-	-	Tangente
TPF-TNM	Ponte Córrego Lobinho		18,40	18,61	209,1	-	-	Tangente
TPF-TNM	Ponte Ribeirão Ranchão		25,49	25,73	239,1	-	-	Tangente
TPF-TNM	Ponte Ribeirão Alegre		52,45	25,66	209,1	-	-	Tangente
TPF-TNM	Ponte Rio Verde		65,91	66,15	239,1	-	-	Tangente
TPF-TNM	Ponte Riberirão Moderno		78,15	78,30	149,1	-	-	Tangente
TPF-TNM	Viaduto Rodoviário	MT-235	5,19		-	-	-	Tangente
TNM-TLV	Viaduto Ferroviária MT 235		3,97	4,91	120	-	-	Curva

TRECHO	OAE	DESCRIÇÃO	INÍCIO (KM)	FINAL (KM)	EXTENSÃO (M)	ALTURA (M)	TIPO ESTRUTURAL	TRAÇADO HORIZONTAL
TNM-TLV	Ponte Ribeirão Carandá		9,72	9,95	180	-	-	Tangente
TEL-TCB	Viaduto ferroviário	BR-163	13,89	14,01	120	-	Isostático	Curva Horizontal
TEL-TCB	Ponte	Rio São Lourenço	20,26	20,92	660	-	Balanço sucessiv	Transição/Tangente
TEL-TCB	Ponte	Rio sem nome	37,00	37,40	400	-	Isostático	Tangente
TEL-TCB	Ponte	Tenente Amaral	42,11	42,69	580	-	Balanço/isostático	Tangente/Transição
TEL-TCB	2x Viaduto Rodoviário	BR-364 e BR-163	52,04	52,07	160	-	Isostático	Tangente
TEL-TCB	Viaduto Rodoviário	MT-260	61,68		90	-	Isostático	Tangente
TEL-TCB	Passagem inferior	MT-453	72,42		43	-	Galeria (aberta/fechada)	Curva horizontal
TEL-TCB	Ponte	Rio das Mortes	87,39	87,54	150	-	Isostático	Tangente
TCB-TCC	Viaduto rodoviário	BR-070	92,40		35	12	Isostático	-
TCB-TCC	Ponte	Córrego Aricá	99,31	99,61	300	34	Isostático	-
TCB-TCC	Ponte	Rio Aricá-Mirim	113,99	114,17	180	20	Balanço sucessivo	-
TCB-TCC	Viaduto Ferroviário	BR-070	133,08	133,23	150	14	Isostático	-
TCB-TCC	Ponte	Rio Aricá-Açu	159,24	159,35	105	7	Isostático	-

Fonte: ENEFER e ENGEMAP, adaptado por STCP Engenharia de Projetos LDTA (2021).

Figura 6.1.86. Localização das obras de arte especiais



Fonte: STCP Engenharia de Projetos LDTA (2021).

O Projeto básico de Engenharia prevê a construção de um túnel, no treho TMS-TPS (Figura 6.1.86), entre o Km 242+720 e 244+587, considerando seção da ferrovia para vagões duplos do tipo *Double-Stack*. Segundo o Projeto Básico, elaborado pela ENGEMAP, a necessidade da implantação do túnel decorreu principalmente devido ao equilíbrio entre as demandas técnica (geometria) e impactos sócio-ambientais.

As investigações de campo, para a definição do túnel, contaram com a realização de sondagens à percussão, rotativas com recuperação, além da Geofísica de Eletrorresistividade e Geofísica com Sísmica de Refração. Por meio dessas investigações foram determinadas as seguintes características geológico-geotécnicas dos maciços que serão atravessados pelo túnel: Argilito, Argilito com matriz arenosa, Argila Arenosa, Areia Média à Grossa, Silte Argilosos e Metargilito (Tabela 6.1.10 e Tabela 6.1.11)

Tabela 6.1.10. Características do tipo de solo

SONDAGEM	LOCAL	TIPO DE SOLO	N SPT	PROF. (m)
SP-MS-OS-062-A	n/a	Silte argiloso, amarelo claro e marrom escuro - solo de alteração de siltito - impenetrável em provável topo rochoso	35	5,61
SP-MS-OS-062-B	n/a	Silte argiloso, amarelo claro e marrom escuro - solo de alteração de siltito - impenetrável em provável topo rochoso	30	5,92
SP-MS-OS-062	n/a	Silte arenoso, amarelo claro e silte arenoso, amarelo claro - solo de alteração de siltito - provável topo rochoso	34	5,86
SP-MS-OS-064	n/a	Silte arenoso, vermelho escuro e amarelo escuro	27	15,45

Observação: não foi encontrado o nível da água.
Fonte: ENGEMAP (2021).

Tabela 6.1.11. Características do tipo de rocha

SONDAGEM	LOCAL	TIPO DE ROCHA	RECUPERAÇÃO (%)	RQD (%)
SM-TUNEL-NORTE-02	Norte	00,00 a 11,00: solo residual sr, argilito 11,00 a 11,50: solo de alteração de rocha sar, argila arenosa spt 50 11,50 a 40,00: rocha rc w1, argilito, medianamente resistente r3, muito fraturada f4, inclinada l	45 a 91 33 a 100	0 a 44 0 a 70
SM-TUNEL-SUL-02	Sul	00,00 a 1,70: solo sr silte arenoso, spt 15 1,70 a 7,00: rocha rc, alteração w2, metargilito, medianamente resistente r3muito fraturada f4, inclinada l 7,00 a 11,00: rocha rc, alteração w2, metargilito, medianamente resistente r3, medianamente fraturada f3, inclinada l 11,00 a 15,50: rocha rc, alteração w3, metargilito, rocha muito branda r1, extremamente fraturada f5, inclinada l 15,50 a 23,00: rocha rc, pouco alterada w2, metargilito, medianamente resistente r3, medianamente fraturada f3, inclinada l 23,00 a 29,50: rocha rc, pouco alterada w2, metargilito, medianamente resistente r3, muito fraturada f4, inclinada l 29,50 a 34,00: rocha rc, pouco alterada w2, metargilito, muito resistente r4, medianamente fraturada f3, inclinada l	33 a 95 95 a 100 53 a 90 100 47 a 100 82 a 100	14 a 75 21 a 85 0 a 33 0 a 93 9 a 35 16 a 97

Fonte: ENGEMAP (2021).

Desta forma, foram definidas três seções de escavação e revestimento (SER), previstos para a obra, sendo que cada seção corresponde a uma rocha, como apresentado na Tabela 6.1.12. Além de que para cada uma das seções de escavação foi realizada simulação numérica.

Para a seção de simulação numérica SSN01, que corresponde a Rocha 01, foi identificada que o fator preocupante é a baixa cobertura, a presença de intercalação de maciço no competente e a eventual presença de lençol freático. Apesar disso, as simulações indicaram que os parâmetros de resistência do solo e rocha atender o padrão mínimo do fator de segurança.

Em relação à Simulação Númerica SSN-02, Rocha 02, as escavações se dará em maciço rochoso, com qualidade baixa, mas como maior cobertura. Com base nessa configuração e de acordo com os elementos de suporte definidos, as simulações conduzem a resultados de plena segurança.

E por fim, a seção de simulação numérica 03, Rocha 03, a escavação se dará em maciço rochoso de melhor qualidade, deixando de se instalar treliças metálicas e passando a usar tirantes de aço, com instalação radial no teto e paredes. Com esta configuração, e de acordo com os elementos de suporte definidos, as simulações conduzem a resultados de plena segurança.

Tabela 6.1.12. Propriedades físicas das rochas.

	GSI	α_{oi}	*Ei*	α'	*C'(Mpa)*
Solo Cobertura			100	20	0,100
Argilito/Metargilio Emboques –Rocha 01	25	25	5.000	21,2	0,125
Argilito/Metargilio Região Intermediária – Rocha 02	35	35	9.000	31,9	0,222
Rocha – região central Rocha 03	45	45	11.250	38.3	0,338

Fonte: ENGEMAP (2021).

Desta forma, o túnel ferroviário terá toda a sua execução em rocha, com escavação a céu aberto, no entanto, por se tratar de um projeto básico e pelo alto grau de faturamento e baixo RQD, foi definido que os locais de menor cobertura e aquelas com previsão de interceptação de fraturas contará com implantação de enfilagens metálicas e cambotas metálicas.

Nos demais trechos, admitiu-se que o maciço irá ter condições melhores, partindo então para adoção de sistema de suporte com implantação de tirantes metálicos pós-tendidos, e sem a necessidade de cambotas metálicas e enfilagens.

6.1.3.3.11 Caracterização das áreas de apoio

6.1.3.3.11.1 Levantamento das possíveis áreas de exploração mapeadas junto a Agência Nacional de Mineração nos oito trechos da ferrovia

Ao longo do traçado da ferrovia foram mapeadas algumas potenciais áreas para suprimento de rochas e minerais industriais que auxiliarão na construção da ferrovia. A identificação de tais áreas

foi realizada pela empresa Enefer Consultoria Projetos Ltda contratada pela RUMO que elaborou o relatório de prospecção de insumos para construção da obra de infraestrutura ferroviária. Dessa forma, verificou-se junto à Agência Nacional de Mineração (ANM) a localização de potenciais áreas para fornecimento dos insumos a serem utilizados durante a execução do empreendimento com base no potencial mineral da região e nas poligonais de processos minerários de interesse como, por exemplo, calcário, rochas para brita, seixos, cascalho, concreções e areias existentes nos oito trechos ao longo da área de estudo. No entanto, constatou-se que em alguns trechos haverá a necessidade de importação de outras regiões de algum material para construção tendo em vista o contexto geológico no qual a área está inserida.

No primeiro trecho TRO-TEL, o relatório de prospecção de insumo constatou que o principal potencial mineral da região, mesmo que de forma pontual e restrita, encontra-se no domínio de solos com cascalho laterítico. E outra possível fonte mineral relaciona-se aos depósitos aluvionares do Rio Vermelho, podendo conter depósitos de areia quartzosa e pontuais ocorrências de intrusões de Basalto na área do Município de São Lourenço de Fátima. Os materiais para fins de construção civil como, por exemplo, brita são escassos no trecho conforme observado nos dados da ANM (2018) com suas poligonais distantes do traçado da ferrovia. No entanto, estas poligonais estão em fase de pesquisa e/ou licenciamento sendo necessária a importação de materiais durante a fase de execução.

No segundo trecho TEL-TMS constatou-se que os principais potenciais minerais da região para construção são os depósitos de areia e cascalho quartzoso, relacionados às Formações Aquidauana e Botucatu e que no município de Poxoréu há depósito de calcário em exploração, entretanto seu consumo supre principalmente a demanda de insumo agrícola para a correção de solo. Entretanto, conforme observado nos dados da ANM (2018) os materiais para fins de construção civil como areia, cascalho e materiais para brita são escassos na área e suas poligonais distantes e restritas do traçado proposto, exceto, a ocorrência de areia localizadas nos distritos de Pombas e Irenopólis. Porém, estas poligonais estão em fase de pesquisa e/ou licenciamento sendo necessária a importação de materiais durante a fase de execução.

Já no terceiro trecho TMS-TPS, que contempla os municípios de Planalto da Serra, Nova Brasilândia, Primavera do Leste e Campo Verde, a região apresenta um baixo potencial mineral, sendo apenas representada por possíveis depósitos aluvionares de areia ao longo dos cursos d'água e ocorrência de calcário nas proximidades do município de Planalto da Serra e Paranatinga.

No quarto trecho TPS-TPF segundo dados apresentados no relatório de prospecção de insumo, a área possui ocorrências calcárias relacionadas ao Grupo Araras e observou-se uma lavra de calcário calcítico próxima a cidade de Planalto da Serra. Destacando-se que o trecho em questão possui baixa disponibilidade de recursos, especialmente devido às suas características geológicas e geomorfológicas. Dessa forma, os recursos com finalidade ao uso na construção civil como, por exemplo, areia e cascalho são bastante restritos na área de estudo, ocorrendo próximo ao Rio Teles Pires, na porção norte da área de estudo e os materiais disponíveis para brita, tal como o calcário, são igualmente restritos. Entretanto, as poligonais destes recursos não conferem concessão à lavra, sendo necessária a importação destes materiais durante a fase de execução.

No quinto trecho TPF-TNM o relatório de prospecção de insumo descreve que o potencial mineral da área se restringe aos depósitos aluvionares de areia retrabalhada presente nos maiores cursos d'água com extração comercial próximo a cidade de Nova Mutum e os depósitos concrecionários ferruginosos de laterita, nos quais não foram observados locais de extração comercial. Dessa forma, os recursos com finalidade ao uso na construção civil como, por exemplo, areia e cascalho ocorrem em áreas restritas próximas aos rios dos Patos e Teles Pires nas proximidades da cidade de Nova Mutum. Já o Calcário e o Basalto, materiais com finalidade para brita, tem suas jazidas mais próximas em cerca de 80 km e 110 km do empreendimento respectivamente. No entanto, são poucas as poligonais destes recursos que estão em fase de concessão de lavra, sendo necessária a importação destes materiais durante a fase de execução.

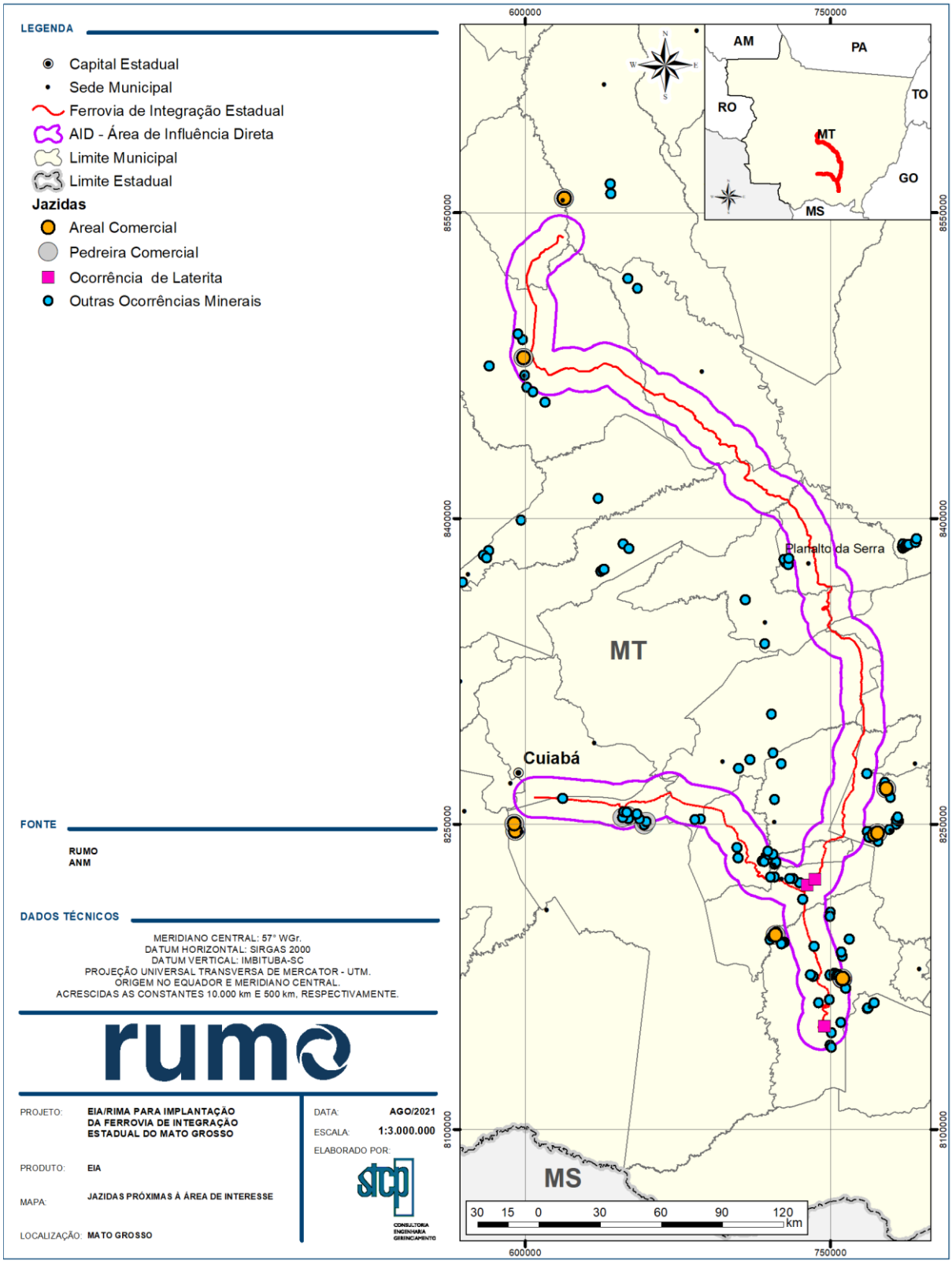
Já no sexto trecho TNM-TLV, o potencial mineral da seção é restrito às ocorrências de horizontes lateríticos que podem ser utilizados como cascalho e aos depósitos aluvionares de areia retrabalhada presente nos maiores cursos d'água com extração comercial próximo a cidade de Nova Mutum. Entretanto, para a construção civil, os recursos de areia e cascalho são mais escassos e menos explorados, não havendo interceptação dessas áreas de exploração com o traçado, as quais estão localizadas em um raio de aproximadamente 40 km e nas proximidades da cidade de Nova Mutum. Já o Calcário e o Basalto, materiais com finalidade para brita, tem suas jazidas mais próximas em cerca de 80 km e 110 km do empreendimento respectivamente. Contudo, nenhuma destas áreas estão em fase de concessão de lavra, sendo necessária a importação de alguns materiais para implantação do traçado.

No sétimo trecho TEL-TCB, o potencial mineral da seção para construção são os depósitos de areia e cascalho quartzoso, relacionados aos depósitos aluvionares nos rios da região, que podem apresentar depósitos de areia quartzosa ao longo de seu curso devido ao predomínio de unidades geológicas arenosas às Formações Cachoerinha e Furnas. Os materiais para fins da construção civil, tais como Areia e Cascalho, e materiais para brita são escassos na área conforme observado nos dados da ANM (2018) e suas poligonais distantes, exceto, a ocorrências de areia localizadas nas proximidades dos distritos de Jaciara e Irenopólis. Já o Calcário, material com finalidade para brita, tem suas jazidas mais próximas em cerca de 80 km localizadas em Poxoréu e as jazidas de exploração de Granito estão a cerca de 50 km do empreendimento, localizadas em Santo Antônio do Leverger e a grande Cuiabá. Dessa forma, torna-se necessária a importação de materiais durante a fase de execução.

E por fim, no trecho TCB-TCC , segundo o relatório de prospecção de insumo descreve que tal seção possui várias poligonais de recursos como areia, cascalho e granito em concessão à lavra evitando a necessidade de importação destes materiais durante a fase de execução do empreendimento.

Ao longo da área de estudo, o relatório de prospecção de insumo relata que há disponibilidade de 159 poligonais que apresentam materiais com interesse à construção de empreendimentos ferroviários, distribuídas nos municípios do estado do Mato Grosso num raio de até 200km a partir do eixo do traçado proposto, com predomínio de calcário e areia. Conforme demonstrado na Figura 6.1.87.

Figura 6.1.87. Localização das jazidas próximas a área de interesse conforme disponibilizado pela Agência Nacional de Mineração – ANM



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

6.1.3.3.11.2 Jazidas e áreas de empréstimos selecionadas

A partir dos relatórios de projeto básico de terraplanagem, elaborados pela empresa Engemap contratada pela RUMO, obteve-se o levantamento do mapeamento de possíveis áreas de empréstimo para a obtenção de materiais destinados à complementação de volumes necessários para aterros e jazidas que auxiliarão na construção da ferrovia.

Para o projeto básico foram considerados dois tipos de empréstimo os laterais e os concentrados. Os laterais são aqueles caracterizados por escavações efetuadas próximas ao corpo estradal, dentro do limite da faixa de domínio, sendo que a sua utilização é definida a partir da qualidade do material e do volume. Já as áreas de empréstimos concentrados referem-se aqueles locais de empréstimos fora da faixa de domínio. Esse tipo de empréstimo ocorre quando não existem materiais adequados nas faixas laterais ao corte ou aterro.

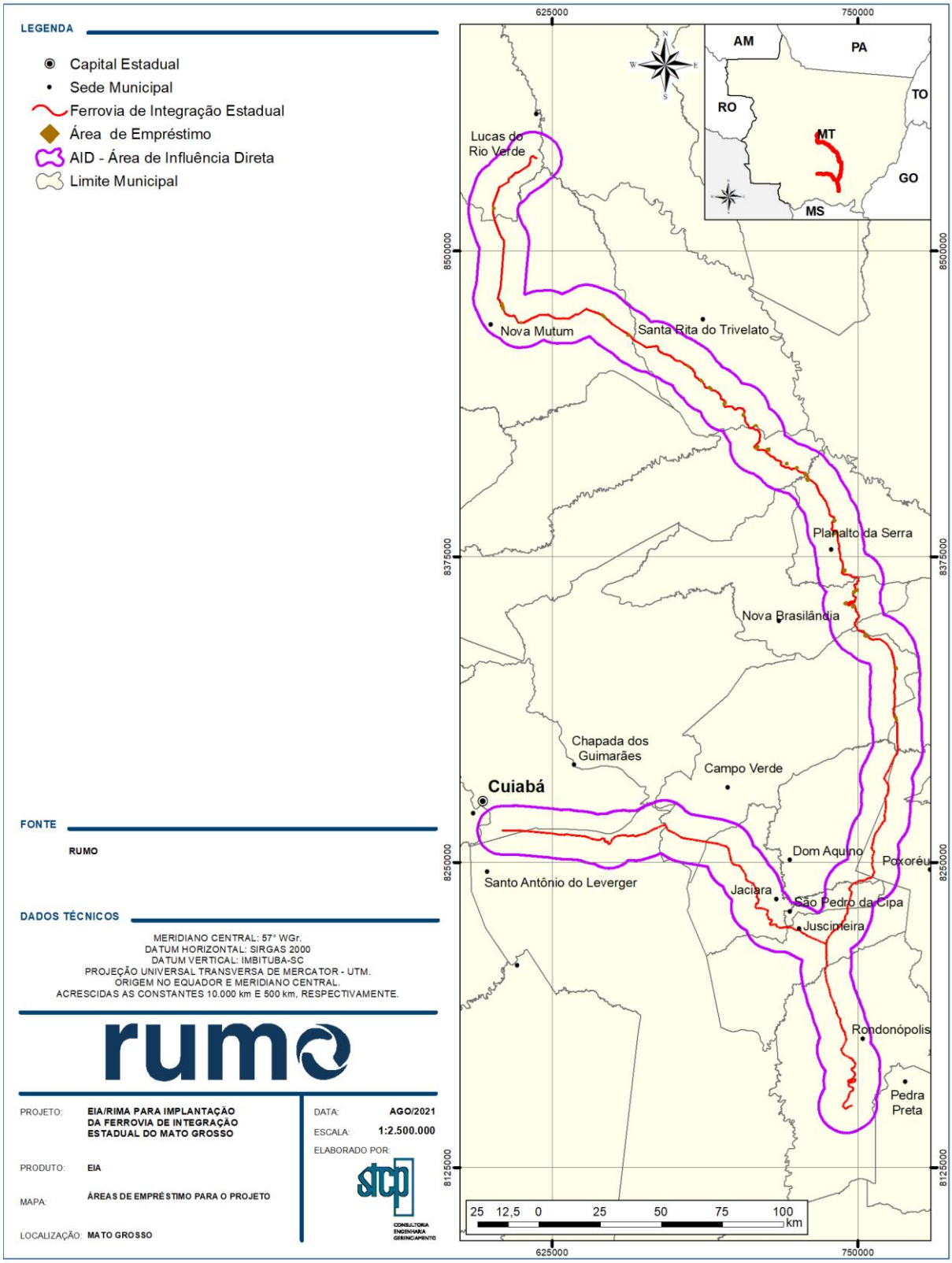
Além das jazidas e áreas de empréstimos para a complementação de corte e aterro, o projeto básico também prevê a utilização de jazidas para a composição do sublastro e revestimento primário. As localizações dessas jazidas encontram-se mais especificamente entre os trechos TMS-TPS/TNM-TVL conforme descrito na Tabela 6.1.13 e na Figura 6.1.88, vale salientar que, conforme representado nos croquis fornecidos pela RUMO, algumas jazidas e áreas de empréstimos coexistirão na mesma localidade. Destaca-se que possivelmente outras áreas ainda serão determinadas para estas finalidades em outros trechos.

Tabela 6.1.13. Localização das possíveis jazidas e áreas de empréstimo do sublastro.

TRECHO	JAZIDA	ÁREA DE JAZIDA (M²)	EMPRÉSTIMO	ÁREA DE EMPRÉSTIMO (M²)	ESTACA MAIS PRÓXIMA DA ÁREA	
					INICIAL	FINAL
TMS-TPS	A	349.025,37	A	349.025,37	205+600	206+500
	-	-	B	522.173,28	220+100	220+700
	-	-	C	458.404,85	220+900	221+700
	-	-	D	330.265,30	-	229+400
	-	-	E	522.159,70	233+600	234+400
	-	-	F	904.065,67	269+400	270+000
	B	312.353,73	G	312.353,73	289+900	291+500
			H	349.398,51	248+700	249+700
TPS-TPF	A	178.384,34	A	178.384,34	87+800	88+800
	B	129.806,66	B	129.806,66	94+300	95+100
	-	-	C	279.942,63	103+200	103+900
	D	95.849,29	D	95.849,29	123+800	-
	E	193.660,89	E	193.660,89	182+900	183+500
TPF-TNM	J01	56.075,24	-	-	-	-
	J02	79.428,27	-	-	-	-
	J03	48.285,75	-	-	-	-
TNM-TLV	J01	735.866,973	-	-	-	-
	J02	122.487,313	-	-	-	-

Fonte: ENEFER e ENGEMAP, Adaptado por STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.88. Localização das áreas de empréstimo e jazidas selecionadas para o projeto



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

6.1.3.3.11.3 Bota fora/ Deposição de material excedente

A partir dos relatórios de projeto básico de terraplanagem, elaborados pela empresa ENGEMAP, contratada pela RUMO, obteve-se o levantamento de outras áreas de apoio previstas, os bota fora e áreas de deposição de materiais excedentes que auxiliarão a construção da ferrovia. Estas áreas deverão receber tratamento de proteção contra a erosão, além de serviços de recomposição da vegetação natural.

A localização e os volumes previstos para as áreas de bota fora e de deposição de materiais excedentes foram descritos nos croquis de diagrama linear de terraplanagem disponibilizados pela RUMO. Tais áreas estão caracterizadas em alguns subtrechos, mais especificamente entre TEL-TMS/TNM-TLV conforme descrito na Tabela 6.1.14. Entretanto, vale ressaltar que possivelmente outras áreas ainda possam ser determinadas para estas finalidades em outros trechos.

Tabela 6.1.14. Localização e volume dos bota foras/ área de deposição de material excedente

TRECHO	BOTA FORA	VOLUME (M³)	ESTACA	
			INICIAL	FINAL
TEL-TMS	BF. 1	214.123,49	165+000	170+000
TMS - TPS	BF. 3	10.302,29	196+760	197+240
	BF. 6	142,95	199+100	199+160
	BF. 7	2.459,67	199+360	199+460
	BF. 8	12.952,04	200+920	201+160
	BF. 10	1.039,76	202+260	202+660
	BF. 5	1.039,76	202+260	202+660
	BF. 6	2.352,06	205+580	205+680
	BF. 4	7.152,35	200+920	201+180
	BF. 14	2.352,06	205+580	205+680
	BF. 15	297,13	206+060	206+120
	BF. 18	0,06	206+680	206+700
	BF. 25	26,87	208+620	208+800
	BF. 27	891,35	209+960	210+280
	BF. 29	4.362,04	211+900	212+120
	BF. 30	101,66	212+200	212+200
	BF. 38	7.084,86	213+760	214+100
	BF. 39	320,22	214+140	214+140
	BF. 40	12.959,2	214+680	214+860
	BF. 41	10.591,55	214+980	215+140
	BF. 42	4.237,65	215+280	215+420
	BF. 45	19,28	215+800	215+820
	BF. 48	33,43	216+460	216+520
	BF. 50	306,1	216+860	216+920
	BF. 52	600,15	217+280	217+360
	BF. 53	343,21	217+400	217+640
	BF. 54	159,87	217+800	218+320
	BF. 56	145,21	219+380	219+420
	BF. 58	876,40	219+820	219+880
	BF. 59	2.740,18	220+360	220+560

TRECHO	BOTA FORA	VOLUME (M³)	ESTACA	
			INICIAL	FINAL
	BF. 60	2.373,87	220+840	221+660
	BF. 61	4.226,92	222+640	222+740
	BF. 62	5.391,51	222+820	223+820
	BF. 23	876,40	219+820	219+880
	BF. 92	1.019,13	233+660	233+680
	BF. 67	1.821,82	225+280	225+320
	BF. 69	251,21	225+620	225+680
	BF. 70	176,50	226+140	226+220
	BF. 71	1.311,17	226+380	226+520
	BF. 73	472,35	227+240	227+360
	BF. 75	97,56	228+080	228+180
	BF. 76	240,96	228+260	228+440
	BF. 77	279,70	228+060	228+080
	BF. 77	279,70	229+100	229+180
	BF. 79	60,55	229+920	230+080
	BF. 82	780,39	230+740	230+860
	BF. 84	1.545,20	231+460	231+880
	BF. 86	2.200,94	232+660	232+720
	BF. 87	796,72	232+800	232+820
	BF. 88	382,12	233+000	233+040
	BF. 90	32,62	233+320	233+340
	BF. 91	1.517,05	233+560	233+580
	BF. 92	1.019,13	233+660	233+680
	BF. 93	1.741,49	233+780	233+840
	BF. 94	208,77	234+260	234+280
	BF. 97	286,06	235+380	235+400
	BF. 100	696,91	235+980	236+020
	BF. 101	536,01	236+260	236+280
	BF. 102	1.016,53	236+400	236+460
	BF. 105	789,30	236+760	236+780
	BF. 111	7,70	237+800	237+820
	BF. 113	4,02	238+120	238+180
	BF. 116	1.867,43	239+540	239+560
	BF. 117	827,20	239+700	239+720
	BF. 118	1.669,16	239+760	239+780
	BF. 119	206,79	240+080	240+360
	BF. 121	119,43	240+720	240+920
	BF. 128	1.594,34	242+520	242+600
	BF. 129	24,10	244+720	244+820
	BF. 133	2.302,96	245+560	245+620
	BF. 134	10.091,15	246+260	246+440
	BF. 136	10.267,84	247+860	248+080
	BF. 137	964,174	248+540	248+560
	BF. 138	2.994,04	248+860	249+020
	BF. 139	2.238,01	249+660	250+780
	BF. 140	7.570,07	251+500	251+660

TRECHO	BOTA FORA	VOLUME (M³)	ESTACA	
			INICIAL	FINAL
	BF. 141	8.677,85	252+800	252+800
	BF. 145	3.012,00	263+500	263+960
	BF. 146	17.382,29	264+920	265+240
	BF. 147	4.272,23	268+820	269+100
	BF. 149	8.809,78	270+540	270+540
	BF. 151	3.154,25	272+460	272+720
	BF. 153	9.325,18	276+300	276+520
	BF. 154	351,18	276+920	276+960
	BF. 156	2.129,39	277+960	277+960
	BF. 157	1,08	278+800	279+100
	BF. 157	1,08	279+100	281+060
	BF. 160	1.307,35	287+660	288+340
	BF. 162	72,62	291+220	292+220
TPS - TPF	BF. 7	777,66	89+700	89+800
	BF. 7	777,66	89+800	91+780
	BF. 8	60,61	93+540	93+920
	BF. 10	5.120,09	96+820	97+020
	BF. 11	22,70	97+720	98+020
	BF. 13	9.639,99	100+860	101+040
	BF. 14	8.648,48	101+600	101+780
	BF. 36	60,79	115+660	115+740
	BF. 45	531,63	122+140	122+260
	BF. 50	12,29	123+660	123+880
	BF. 51	39,22	129+240	129+260
	BF. 55	5.596,19	131+800	132+020
	BF. 59	11.432,16	134+800	134+980
	BF. 93	9.420,77	171+220	171+860
	BF. 94	13.890,77	173+220	173+500
	BF. 101	3,06	181+720	182+260
	BF. 102	38,24	183+000	183+520
	BF. 110	32,34	190+520	190+920
TPF-TNM	BF. 1	422,15	0+000	0+340
	BF. 3	630,05	3+260	3+520
	BF. 5	686,03	9+660	9+720
	BF. 6	3.168,45	12+960	13+640
	BF. 7	29,33	17+080	18+220
	BF. 8	73,66	19+160	19+840
	BF. 9	129,41	22+800	23+660
	BF. 10	16,22	23+960	25+000
	BF. 10	16,22	25+000	25+300
	BF. 11	66,27	26+280	27+080
	BF. 19	315,84	41+060	42+180
	BF. 20	54,96	45+000	45+960
	BF. 21	1.029,67	47+200	47+340
	BF. 22	315,11	50+960	51+740
	BF. 23	23,94	52+060	52+280

TRECHO	BOTA FORA	VOLUME (M³)	ESTACA	
			INICIAL	FINAL
	BF. 29	569,20	66+280	66+780
	BF. 35	820,68	81+800	82+120
TNM-TLV	BF. 5	193,06	6+600	9+320
	BF. 10	32,27	14+040	14+500
	BF. 48	18.372,84	60+000	9+320
	BF. 53	8.365,84	64+240	64+540
	BF. 55	157,21	65+420	65+580
	BF. 57	14,673,24	67+920	68+080
	BF. 58	26,120	69+200	69+220

Fonte: ENFER e ENGEMAP, Adaptado por STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021)

6.1.4 Solos

6.1.4.1 Objetivos

- Mapear as classes de solo na área de estudo, com indicação do grau de erodibilidade, permitindo relacionar os processos pedológicos com as alterações nos solos provocadas pelo empreendimento.
- Apresentar a caracterização da pedologia da ADA por meio de perfis representativos, com análise e descrição dos seguintes atributos físicas do solo: textura, estrutura, plasticidade, permeabilidade e profundidade dos horizontes.

6.1.4.2 Metodologia

O levantamento do estudo pedológico da área de estudo foi dividido em três etapas, descritas a seguir: análise de dados secundários por meio de bibliografia, vistoria em campo e sondagens.

Análise Bibliográfica e Cartográfica

Consistiu na pesquisa de materiais de interesse e utilidade para o estudo pedológico da região do estudo. Estudos pedológicos prévios, em especial os executados pela EMBRAPA e IBGE, disponíveis em artigos científicos, mapas, imagens de satélite, relatórios técnicos e base de dados oficiais, foram consultados para determinar os pontos de interesse para a vistoria de campo.

Vistoria de Campo

Os pontos de interesse definidos na etapa anterior foram visitados e registrados, seguindo as recomendações do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) e passaram por uma inspeção tátil-visual de suas características. Os solos foram analisados de acordo com sua textura, estruturas e composição nos horizontes expostos, primeiramente, sem o auxílio de trincheiras ou campanha de sondagem, priorizando as características distintivas de cada solo, bem como às condições intempéricas e de exposição do solo. A campanha de campo foi devidamente registrada por meio de tracklogs de GPS portátil, registro fotográfico e anotações das estruturas e feições observadas relacionadas à pedogênese

Sondagem de solo

As sondagens de solo foram realizadas pelas empresas ENEFER e ENGEMAP, contratadas da RUMO, para a elaboração do Projeto Básico de Engenharia. Foram utilizadas sondagens manuais e mecânicas – sondagem a trado, percussão e mista. Cada empresa apresentou o plano de trabalho, sendo que a ENEFER priorizou que as sondagens abrangessem o segmento inicial, intermediário e final de cada corte, sempre atingindo 1,5 m abaixo da cota do greide.

Nos casos de aterros com alturas superiores a 8,00 m, a ENEFER utilizou sondagens de percussão. Já a ENGEMAP, utilizou sondagens mistas, sondagem de percussão e sondagem a trado, sendo que a sondagem à percussão atingiu em média 2,2 metros de profundidade, NSPT atingiu valores superiores a 15, o horizonte de impenetrabilidade encontra-se em torno de 1,5 metros, e as sondagens a trado foram executadas até 2,0m.

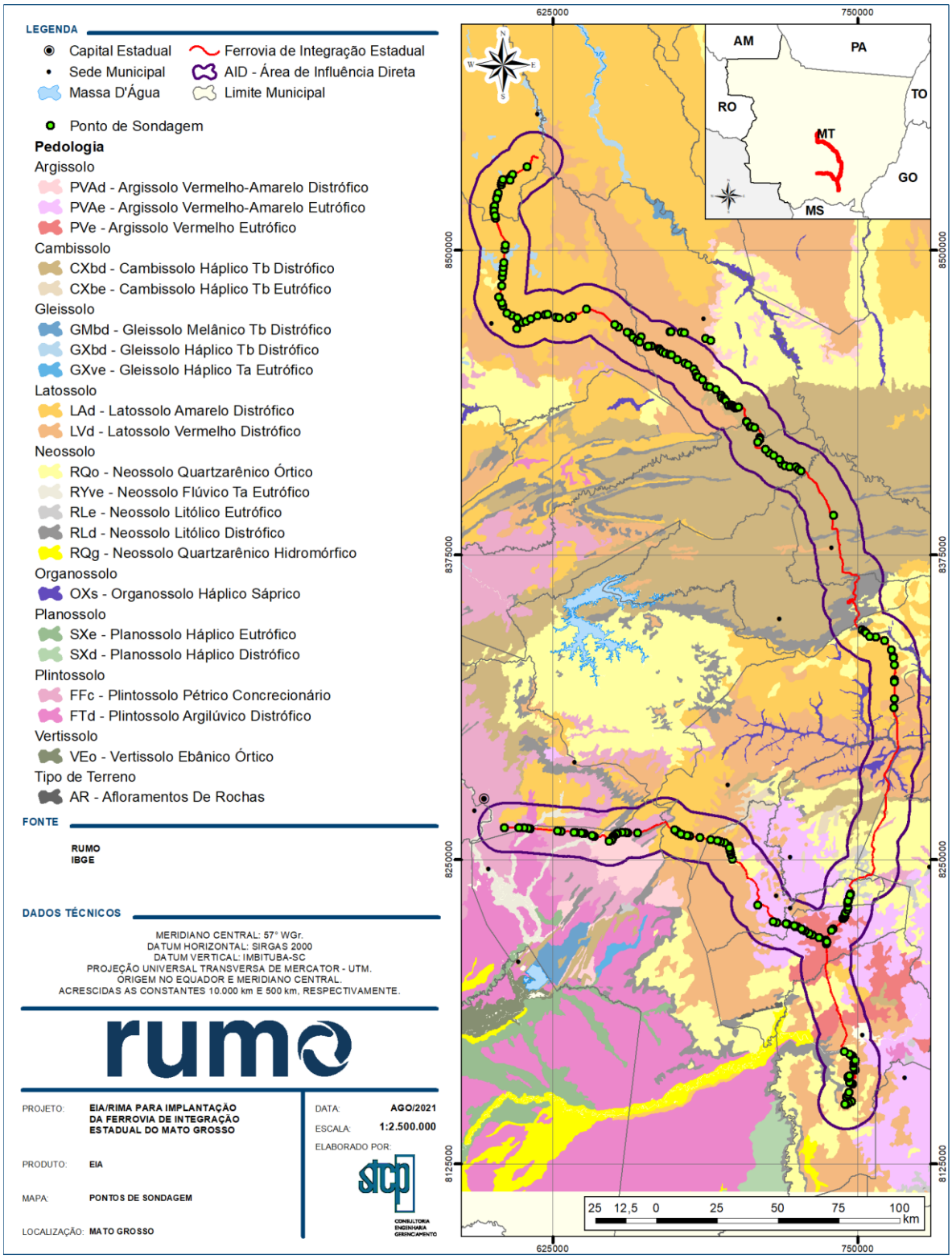
Em relação às análises foram realizadas por ambas as empresas: limite de plasticidade, limite de liquidez, granulometria por peneiramento. A ENEFER realizou ainda os ensaios de massa especifica dos grãos, granulometria por sedimentação, ensaio de compactação, ensaio de CBR e expansão. Enquanto, a ENGEMAP: índice de plasticidade, umidade natural, densidade real dos grãos, peso específico aparente, compactação proctor intermediário, índice de suporte Califórnia, cisalhamento direto e ensaio de adensamento (Tabela 6.1.15 e Figura 6.1.89).

Tabela 6.1.15. Trechos e empresas responsáveis pela sondagem

TRECHO	EMPRESA RESPONSÁVEL
TRO-TEL	ENEFER
TEL-TMS	ENEFER
TMS-TPS	ENGEMAP
TPS-TPF	ENGEMAP
TPF-TNM	ENGEMAP
TNM-TLV	ENGEMAP
TEL-TCB	ENEFER
TCB-TCC	ENEFER

Fonte: STCP Engenharia de projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.89. Localização das sondagens realizadas na área de estudo



Fonte: STCP Engenharia de projetos Ltda (2021).

6.1.4.3 Resultados

6.1.4.3.1 Descrição e mapeamento das classes de solo na área de estudo

Na área de estudo, os solos aflorantes são resultados do intemperismo das unidades geológicas da Bacia do Paraná, Faixa de Dobramentos Paraguai e Bacia do Parecis. Nestas unidades, as ocorrências de rochas quartzosas e pelíticas resultam em Argissolos, Neossolos, Latossolos, Cambissolos e Organossolos individualizados pelas distintas condições intempéricas e fatores geomorfológicos (Tabela 6.1.16). Há a dominância de horizontes com textura média e granulometria areia média a fina sem, ou com pouca, contribuição de silte e argila, assim, de modo geral, os solos são muito susceptíveis à erosão por conta de sua baixa coesão.

Segundo IBGE (2015), os processos erosivos dependem de fatores intrínsecos ao clima, posição geográfica e cobertura vegetal do local, mas também pode ser modificada por ações antrópicas de atividades econômicas e de urbanização, aumentando o fluxo hídrico por impermeabilização dos solos, modificação da declividade e mudanças das condições físicas e químicas da água e do solo (SOUZA *et al*. 2017).

Um dos principais parâmetros para analisar a suscetibilidade à erosão é o fator erodibilidade do solo (K), que pode ser correlacionado com a textura de solo, sendo expressa pela quantidade de solo desprendido por unidade de energia cinética acumulada da chuva. Raimo *et al.* (2018) estimou o fator de K para o estado do Mato Grosso a partir de 427 perfis de solo que foram espacializados por meio de geoestatistica e krigagem. Ainda, segundo Raimo *et al.* (2018) o Mato Grosso possui 98% do seu território caracterizando como solos de baixa a média erodibilidade (Tabela 6.1.17).

A partir dos dados levantados pelo Raimo *et.* al (2018), foi elaborado o mapa de erodibilidade para a área de estudo conforme é apresentado na Figura 6.1.91 e na Tabela 6.1.18. Destaca-se que Raimo *et al*. (2018) não caracterizou o fator de erodibilidade para os Organossolos, assim foi utilizado como base complementar o estudo realizado por Silva e Alvares (2005).

A área estudo seguindo o padrão apresentado no estado, possui 51,68% da sua área caracterizada como fator baixo a médio, e 1,17% como fator alto de erodibilidade, com destaque para a região de Campo Verde onde foi identificada a presença do Organossolo. Esses fatores, em conjunto com as variações na declividade do relevo, os quais indicam que áreas com declividade moderada e forte irão privilegiar a remoção dos horizontes de solo menos coesos, enquanto as áreas de declividade fraca a muito fraca têm menor transporte. Portanto, os estudos de estabilidade e mitigação da erosão devem ser feitos com foco nas camadas mais arenosas e pouco coesas dos Latossolos, Neossolos de areias quartzosas e Cambissolos.

Deve-se destacar a ocorrência de Organossolos ao longo da área de estudo. Esses solos ocorrem restritos às margens de cursos de água intermitentes, de qualquer tamanho, que não escavam muito o terreno ou área com nascentes, formando assim uma superfície de inundação. Essas áreas compreendem risco de inundações ocasionais em períodos de maior pluviosidade.

Na Tabela 6.1.16 é apresentada a descrição das principais texturas de solos identificadas na área de estudo em conjunto com a análise de erodibilidade, apresentada na Tabela 6.1.18 e Figura 6.1.91.

Tabela 6.1.16. Tipos de solo presente na ADA e AID do empreendimento

SOLO	ÁREA (ha)		PERCENTUAL (%)	
	ADA	AID	ADA	AID
Corpo d'água continental	1,34	706,6	0,02%	0,06%
CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico	946,62	212007,01	14,33%	17,54%
CXbe - Cambissolo Háplico Tb Eutrófico	347,72	3733,5	5,26%	0,31%
FFc - Plintossolo Pétrico Concrecionário	61,38	71558,2	0,93%	5,92%
FTd - Plintossolo Argilúvico Distrófico	1530,89	14051,57	23,17%	1,16%
GXbd - Gleissolo Háplico Tb Distrófico	1429,12	5831,45	21,63%	0,48%
LAd - Latossolo Amarelo Distrófico	55,84	355699,89	0,85%	29,43%
LVd - Latossolo Vermelho Distrófico	133	301581,24	2,01%	24,95%
OXs - Organossolo Háplico Sáprico	478,79	16528,62	7,25%	1,37%
PVAd - Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico	390,24	25221,09	5,91%	2,09%
PVAe - Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico	368,95	90417,43	5,59%	7,48%
PVe - Argissolo Vermelho Eutrófico	115,45	57841,71	1,75%	4,79%
RLd - Neossolo Litólico Distrófico	746,58	53549,94	11,30%	4,43%

Fonte:IBGE, STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021)

Tabela 6.1.17. Classes de erodibilidade considerada no Mato Grosso

FATOR DE ERODIBILIDADE (K) MG MJ^{-1} MM^{-1}	CLASSIFICAÇÃO
<0,013	Muito Baixa
0,013 a 0,032	Baixa
0,032 – 0,046	Média
0,046-0,065	Alta

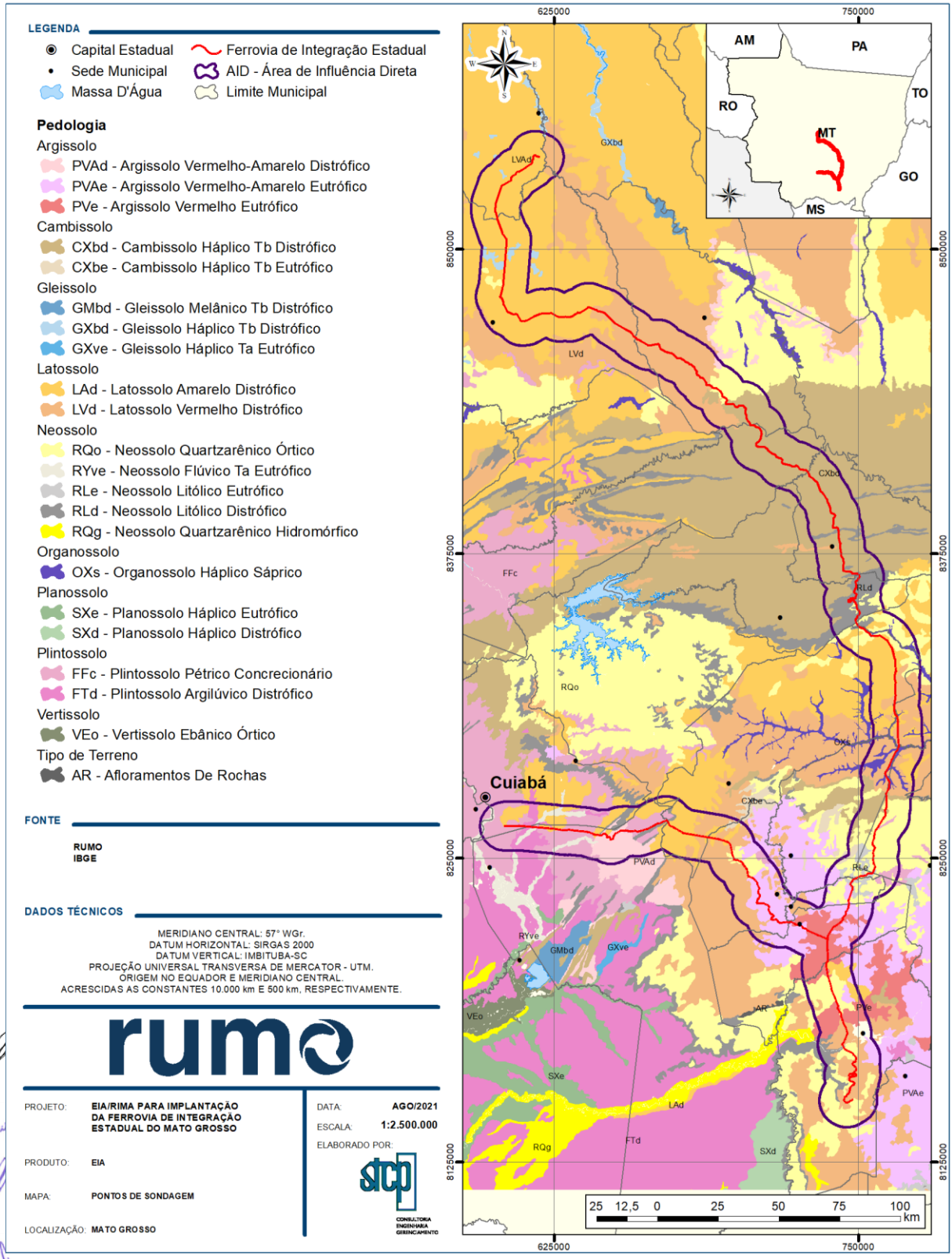
Fonte: Raimo *et al.* (2018)

Tabela 6.1.18. Fator de erodibilidade do solo no Mato Grosso

GRUPO	FATOR DE ERODIBILIDADE (K) MG MJ^{-1} MM^{-1}		
	MÍN	MÉD	MÁX
Argissolo Vermelho	0,004	0,0192	0,034
Argissolo Vermelho – Amarelo	0,004	0,0262	0,055
Cambissolo	0,0115	0,0311	0,0508
Glesolo	0	0,018	0,036
Latossolo Vermelho	0,0019	0,0094	0,026
Latossolo Vermelho-amarelo	0,002	0,0156	0,034
Neossolo	0,0296	0,0296	0,0296
Plintossolo	0,017	0,0170	0,017

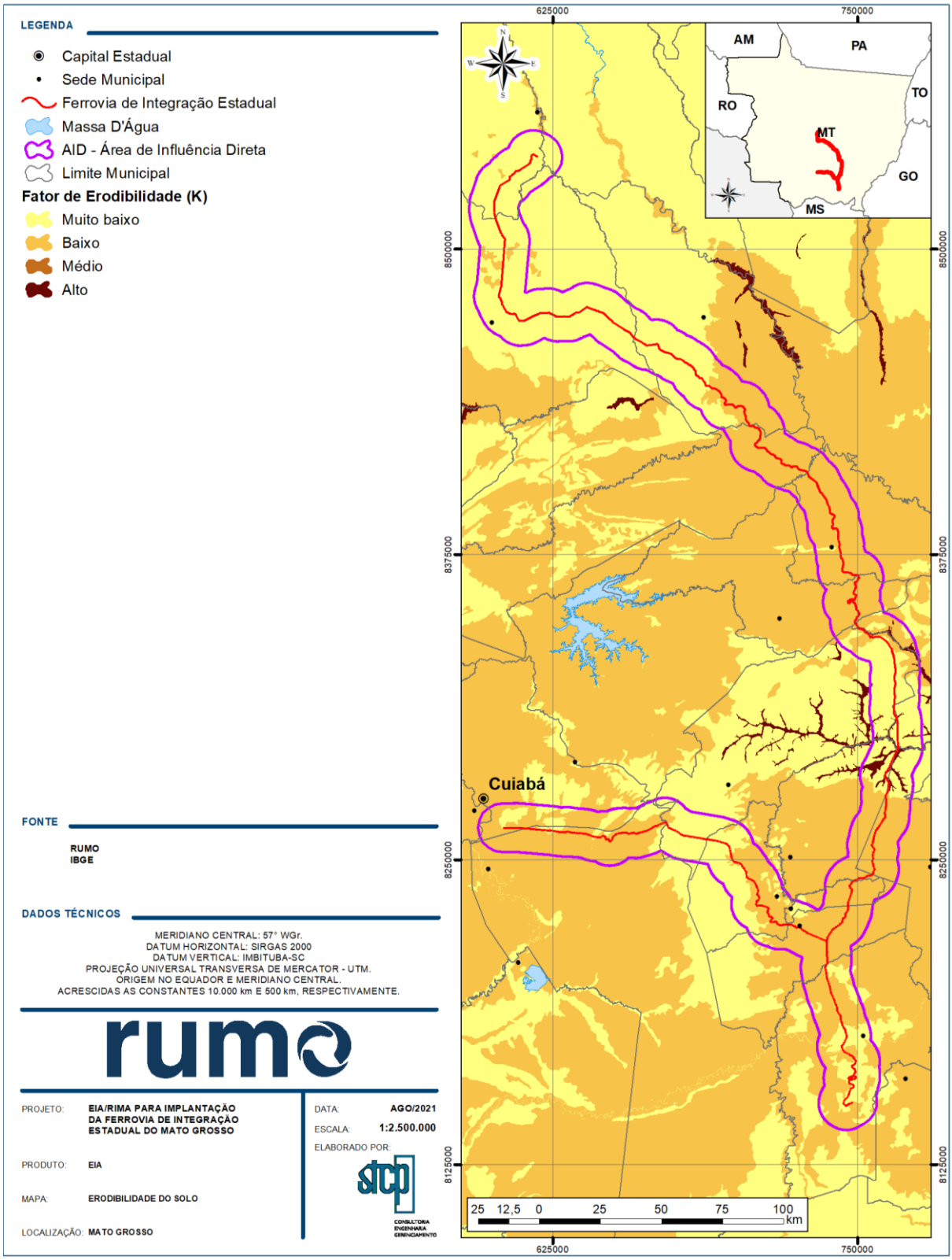
Fonte: Raimo *et al.* (2018)

Figura 6.1.90. Pedologia na área de interesse



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

Figura 6.1.91. Erodibilidade do solo na área de estudo



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

6.1.4.3.1.1 Argissolos

Os Argissolos são solos profundos a medianamente profundos, moderamente drenados e desenvolvem-se em áreas de relevo plano a montanhoso. Apresentam horizonte B textural, logo após abaixo de um horizonte A e E, sendo que essa transição é usualmente clara, abrupta ou gradual, destacam-se ainda por apresentar elevado teor de argila em profundidade, podendo apresentar teores de solos arenosos com textura média no horizonte mais superficial (EMBRAPA, 2021).

Solos argilosos são desenvolvidos na área principalmente sobre as rochas das formações Ponta Grossa e Rio Ivaí do Grupo Paraná, que apresentam níveis estratificados de areia, silte e argila. Devido à variação lateral presente nas unidades geológicas, o que influencia na variação textural e de matizes nos argissolos observados.

Os Argissolos apesentam tendência a processos erosivos devido às diferenças de infiltração dos horizontes superficiais e subsuperficiais, evidenciado principalmente em áreas de solo exposto.

Figura 6.1.92. Argissolo desenvolvido sob ritmito da Formação Ponta Grossa



LRV-246, 01/04/21, 720859 L 8223321 S.
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

6.1.4.3.1.2 Neossolo de Areias Quartzosas

Os neossolos compõem a classe de solos que abrangem produtos oriundos de processos pedogênicos pouco desenvolvidos, sem horizonte B diagnóstico. Na área de estudo, estão associados às áreas de relevo plano a ondulado, nos quais há a predominância de afloramentos de arenitos e quartzitos das unidades geológicas.

O horizonte A é incipiente, com cor esbranquiçada à amarelada, textura média a grossa, textura ora planar ora maciça, cerosidade ausente, baixa coesão e com transição abrupta para o horizonte C. É composto por material mineral e essencialmente por quartzo. O horizonte A é pouco compactado, muito poroso e bem a fortemente drenado. O horizonte C é predominante nos perfis analisados e mostram poucos indícios de intemperismo químico e físico (Figura 6.1.93).

Figura 6.1.93. Perfil de neossolo mostrando horizonte a composto por areias quartzosas com transição abrupta para o horizonte C. O horizonte C preserva as estruturas da rocha-mãe



LRV-128, 21/07/20, 21K 728501 L 8410430 S
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

São solos pouco coesos compostos por grãos de tamanho areia média a fina, desta forma, e devido à ausência de minerais resistentes ao intemperismo físico, mostram alta erodibilidade quando há remoção da camada vegetal sobrejacente (Figura 6.1.94). Nos locais em que a declividade é fraca, é possível notar a formação de sulcos rasos com a remoção do horizonte A. Esses solos são bem drenados e infiltram rapidamente para a zona saturada.

Figura 6.1.94. Erosão do horizonte A do neossolo causada pela remoção da vegetação



LRV-155, 20/07/20, 21L 740988 L 8385747 S
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

6.1.4.3.1.3 Latossolos

Os latossolos afloram nas porções de relevos planos e suave-ondulados, principalmente, associados às porções das unidades geológicas com maior teor de siltitos e argilitos, em especial, das bacias do Paraná e Parecis.

Podem ser distinguidos de acordo com sua cor, sendo vermelho escuro, vermelho e vermelho amarelo. Sua distribuição geográfica é dependente da rocha-mãe e dos processos pedogênicos. Apesar de mostrar essas variações, não é possível determiná-las na escala de mapeamento do projeto, de forma que são apresentadas apenas como Latossolos. Os perfis de solo mostram profundidade variável de acordo com o tipo de rocha mãe e dos processos pedogênicos.

O latossolo mostra horizonte A com textura média a média-fina, composto por grãos de quartzo de granulometria areia fina a média. A estrutura é maciça, sem cerosidade, pouco coesa e pouco enraizado. Por vezes, pode mostrar grânulos e seixos de fragmentos líticos e concreções lateríticas. A transição para o horizonte B é ondulada e normalmente marcada por um nível com maior ocorrência de concreções lateríticas (Figura 6.1.95).

Figura 6.1.95. Horizonte A do latossolo vermelho, mostra textura média e estrutura granular maciça. A transição para o horizonte B é gradual e marcada por níveis lateríticos concrecionários



25/06/20, 21K 748590 L 8156529 S
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

O horizonte B mostra textura média a fina, composto por grãos de quartzo e óxi/hidróxidos de ferro e alumínio de granulometria areia média, por vezes com silte. Localmente há um nível concrecionário laterítico de espessura variável, entre 1 e 5 m, e ocorre com profundidade de 50 cm a 3 m. O horizonte B é pouco coeso e muito poroso (Figura 6.1.96).

Figura 6.1.96. Concreções lateríticas esféricas compostas por hematita, goethita e nódulos de argilominerais



LRV-01, 25/06/20, 21K 747355 L 8151008 S
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

O horizonte C é o horizonte mais comum entre os perfis de solo analisados e mostram variações de acordo com o tipo de rocha-mãe. Normalmente apresenta fragmentos líticos de tamanhos variados e matriz arenosa, por vezes pode conter nódulos de argilominerais.

A erodibilidade dos latossolos identificados na campanha de campo varia de acordo com sua posição geográfica, de acordo com o relevo. De forma geral, são solos pouco coesos e de alta erodibilidade, por causa da textura média, com conteúdo visualmente baixo de argilominerais e matriz arenosa. Nas porções do relevo em que a declividade é moderada, há evidências de erosão moderada a forte, com perda significativa do horizonte A e parte do horizonte B. Essa relação é facilmente identificada em taludes de cortes de estrada que não receberam as devidas medidas preventivas de contenção de erosão. Nas porções do relevo com declividade fraca a muito fraca, nota-se que a erosão do solo é classificada como fraca, mas pode evoluir para uma perda substancial do solo nas áreas em que houve a retirada da vegetação nativa e não ocorreu a realização de medidas mitigadoras de erosão.

6.1.4.3.1.4 Cambissolo

O cambissolo é identificado nas porções em que o relevo é ondulado à fortemente ondulado, predominantemente entre a Serra do Finca Faca e as margens do Rio Teles Pires. Está associado às unidades geológicas neoproterozóicas da Faixa de Dobramentos Paraguai e compreende o produto de intemperismo de rochas quartzíticas e silticas. Resultando solos poucos profundos com textura arenosa predominante.

O horizonte A mostra cores cinza claros à marrom acinzentado, com espessuras variáveis de até 2 m no topo do relevo e nas áreas de vale em que não foram removidas pelos cursos de água. Mostram textura média, compostos por grãos de quartzo, micas detríticas, argilominerais e óxidos de ferro e alumínio, de tamanho areia média à silte, por vezes pedregoso e cascalhento, com estrutura normalmente granular. Esse horizonte é moderadamente coeso e apresenta algum grau de

resistência à erosão devido ao enraizamento. A transição para o horizonte B é gradual e de distinção visual difícil.

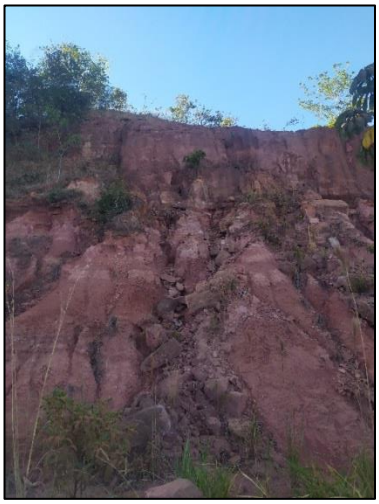
O horizonte B é pouco expressivo em alguns perfis de solo, porém é marcado pelo acúmulo de material siltico-argiloso na porosidade do solo. A cor tende a mostrar tons um pouco mais escuros do que o horizonte A sobrejacente, e a textura se torna levemente mais fina. É composto por grãos de quartzo e argilominerais em estrutura maciça a laminar fraca. A transição para o horizonte C é gradual e pode mostrar um nível mosqueado difuso (Figura 6.1.97). A maior parte da área de ocorrência deste solo é em zonas de relevo forte ondulado a ondulado, o que contribui para a alta suscetibilidade à erosão deste solo. A fração arenosa do solo é facilmente erodida quando a vegetação é removida (Figura 6.1.98).

Figura 6.1.97. Cambissolo arenoso composto predominantemente pelo horizonte C



20/07/20, 21K 725438 L 8411331 S
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.98. Erosão dos horizontes A e B do cambissolo devido a exposição e falta de medidas mitigadoras de impacto



LRV-169, 21/07/20, 21L 694168 L 8460096 S
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

6.1.4.3.1.5 Organossolo

O organossolo é identificado nas áreas de Chapada associadas a todas as unidades geológicas e geomorfológicas da área de estudo, correlacionados aos cursos de água com superfície de inundação ampla, resultando em solos hidromórficos. Os solos não apresentam boas exposições e perfis que permitissem analisar os horizontes mais profundos, nem determinar sua profundidade média.

O horizonte H superficial compreende a camada superficial do organossolo, tem cor preta a cinza escura e mostra textura heterogênea, média a muito argilosa. Este horizonte é mal a muito mal drenado, com porções constantemente encharcadas ou úmidas, forma estrutura granular com formação de grumos. São solos moderadamente coesos com argilominerais e matéria orgânica úmidos preenchendo a porosidade do solo (Figura 6.1.99).

Figura 6.1.99. Porção superficial do organossolo saturado



LRV-25, 29/06/20, 21K 736291 L 8206020 S
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

São solos resistentes à erosão por ocorrerem em áreas com declividade fraca a muito fraca, constantemente úmidos, que mantém as partículas do solo coesas, e o conteúdo de argilominerais. Entretanto, esses solos também compreendem locais com nível do lençol freático relativamente alto e abrange áreas susceptíveis a inundações nos períodos de maior pluviosidade.

6.1.4.3.1.6 Plintossolos

Segundo a EMRAPA (2021), os Plintossolos são constituídos por material mineral, apresentando horizonte plíntico, litoplíntico ou concessionário em uma das seguintes condições:

a) Iniciado dentro de 40 cm da superfície; ou
b) Iniciando dentro de 200 cm da superfície quando precedidos de horizonte glei ou imediatamente abaixo do horizonte A, E ou de outro horizonte que apresente cores pálidas.

Os Plintossolos ocorrem normalmente em zonas quentes e úmidas, com estação de seca bem definida. Segunda a EMBRAPA, devido às suas condições de formação são solos, normalmente, mal drenados, sendo que a ocorrência está relacionada a terrenos de várzea, áreas como relevo plano ou suavemente onduladas. Enquanto solos com predomínio de horizonte concrecionários apresentam melhor drenagem e ocupação posições mais elevadas, podendo ser encontrados em bordas de plantôs e áreas de chapadas na região central do Brasil. Destaca-se que um dos pincipais cuidados com esse tipo de solo é em relação à drenagem do solo.

Os plintossolos ocorrem predominantemente de forma disseminada e restrita, com crosta laterítica ferruginosa concrecionária desagregada e desmantelada em superfície ou em horizonte em subsuperfície raso. Sua principal área de ocorrência está relacionada à Baixada Cuiabana, devido ao nível freático elevado e à má drenagem do terreno (Figura 6.1.100).

Figura 6.1.100. Ocorrência de plintossolos, com elevado nível freático e má drenagem do solo



LRV-301, 08/04/21, 21L 614239 L 8263603 S
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2020).

6.1.4.3.1.7 Caracterização pedológica da ADA por meio das sondagens

Para a caracterização do solo na ADA foram realizadas 272 sondagens, com profundidade média de 2,61 m, no eixo da ferrovia, que contemplam a análise dos seguintes atributos físicos: textura, profundidade dos horizontes, limite de liquidez, limite de plasticidade e índice de plasticidade, índice de grupo e classificação HRB. Destaca-se que esses dados são melhores explorados no projeto básico, sendo que aqui é apresentada uma caracterização geral da área com base nos resultados obtidos por meio das análises realizadas.

A textura do solo é definida a partir da dimensão das partículas de solo, sendo que há três grandes classes: argila, silte a areia. A diferença entre essas é definida pelo tamanho da partícula, sendo que as argilas são representadas pelas menores partículas, e consequentemente maiores superfícies específicas, enquanto a areia são as partículas de maiores dimensões e menores superfícies

específicas. Desta forma, a textura do solo é formada por uma combinação dessas classes, variando por horizontes. A classificação da textura do solo pode ser realizada por meio de análise granulométrica ou por meio da descrição do material (táctil-visual). No entanto, para a caracterização da ADA foi considerada a análise obtida por meio da descrição do material (táctil-visual), onde foi constada a textura variando desde areia (fina-média) até argila. Devido à extensão da área de estudo, cada trecho apresenta a suas singularidades, destacando-se a predominância da textura areia fino-média na seção TPF-TNM, região classificada como Latossolo (Figura 6.1.90). Em paralelo, as sondagens realizadas na seção TCB-TCC apresentaram, predominantemente, a textura argila, variando entre argilo-siltosa e argilo-arenosa, região a qual é caracterizada como Plintossolo. A Tabela 6.1.19 apresenta o resumo das texturas de solos predominante em cada seção, em conjunto, com a análise de pedologia apresentada com maior descrição na Figura 6.1.90.

Tabela 6.1.19. Resumo das texturas de solos predominantes em cada secção.

TRECHO	SOLO PREDOMINANTE	PEDOLOGIA
TRO-TEL	Areia (fina-média)	Argissolo/Latossolo
TEL-TMS	Areia (Fina-Média)/Silte Areno-Argiloso	Argissolo/Neossolo
TMS-TPS	Areia (fina-média)	Latossolo
TPS-TPF	Silte Areno-Argiloso/Areia Fina-Média	Cambissolo
TPF-TNM	Areia (fina-média)	Latossolo
TNM-TLV	Areia (fina-média)	Latossolo
TEL-TCB	Silte Areno-Argiloso/Areia Fina-Média	Latossolo/Argissolo
TCB-TCC	Argila arenosa/Argila-Siltosa	Plintossolo

Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Em conjunto com a identificação das texturas foram realizadas as análises de índice de plasticidade, a partir da diferença entre o limite de liquidez e o limite de plasticidade. O índice de plasticidade representa a capacidade do solo em sofrer deformações permanentes sem sofrer ruptura, podendo ser classificado, segundo DAS (2011), em até seis classes (Tabela 6.1.20). De acordo com os resultados apresentados a ADA apresentou plasticidade variando entre ligeiramente plástico e plasticidade baixa, indicando a baixa resistência a deformações (0).

Tabela 6.1.20. Classificação dos índices de plasticidade

IP (%)	DESCRIÇÃO
0	Não Plástico
1-5	Ligeiramente Plástico
5-10	Plasticidade baixa
10-20	Plasticidade média
20-40	Plasticidade alta
>40	Plasticidade muito alta

Fonte: DAS (2011)

Tabela 6.1.21. Índice de plasticidade por seção.

SEÇÃO	MÉDIA	MÁXIMO	MÍNIMO
TCB-TCC	8,62	19,00	0
TEL-TCB	9,48	29,00	0
TEL-TMS	6,02	27,00	0
TMS-TPS	4,58	23,00	0
TNM-TLV	8,47	19,00	0
TPF-TNM	7,02	21,00	0
TPS-TPF	7,15	23,00	0
TRO-TEL	4,64	13,00	0

Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

A partir da análise granulométrica e da plasticidade, a ENEFER e a ENGEMAP determinaram o índice de grupo (IG) e a classificação HRB. O índice de grupo define a capacidade de suporte de terreno, sendo que valores de IG iguais a 0 indicam solos ótimos enquanto IG equivalentes a 20 não são recomendados (Tabela 6.1.22).

Tabela 6.1.22. Índice de grupo por secção

SEÇÃO	MÉDIA	MÁXIMO	MÍNIMO
TCB-TCC	4,14	12	0
TEL-TCB	5,02	12,32	0
TEL-TMS	3,43	18	0
TMS-TPS	1,84	13,80	0
TNM-TLV	4,82	13,40	0
TPF-TNM	3,64	11,20	0
TPS-TPF	5,53	14,00	0
TRO-TEL	1,46	6,54	0

Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

A partir do índice de grupo e das demais análises, os solos analisados também foram classificados segundo a *Highway Research Broad* – HRB, atualmente conhecido como *Transportation Research Broad* (TRB). Essa classificação divide o solo em oito (08) grupos (A-1 a A-8), sendo que deste total, a ADA apresentou características equivalente a seis grupos (A-1,A-2,A-3,A-4,A-5, A-6 e A-7) e seus subgrupos, conforme é apresentado na Tabela 6.1.23. O grupo predominante foi o A-2-4, seguido pelo A-4 e A-6, a seguir é apresentada a descrição dos grupos, segundo DNIT, encontrados na ADA.:

- Grupo A-1: O material típico deste grupo é constituído de mistura bem graduada de fragmentos de pedra ou pedregulho, areia grossa, areia fina e um aglutinante de solos não plástico ou fracamente plástico. No entanto, este grupo inclui fragmentos de pedra, pedregulho, areia grossa, cinzas vulcânicas, que não contêm aglutinantes de solo.
    - Subgrupo A-1a: Inclui os materiais contendo, principalmente, fragmentos de pedra ou pedregulho, com ou sem material fino bem graduado, funcionando como aglutinante.

- Subgrupo A-1b: Inclui os materiais constituídos, principalmente, de areia grossa, com ou sem aglutinante de solo bem graduado.

- Grupo A-2: Este grupo inclui grande variedade de materiais que se situam entre os grupos A-1 e A-3 e também entre os materiais constituídos de mistura silte-argila dos grupos A-4,A-5, A-6 e A-7. Inclui todos os solos com 35% ou menos passando na peneira nº 200, mas que não podem ser classificados como A-1 ou A-3 devido ao teor de finos que contêm, ou a plasticidade, ou ambos excedendo os limites estabelecido para os citados grupos
  - Subgrupo A-2-4 e A-2-5: Incluem solos contendo 35% ou menos, passando na peneira nº200, com uma porção menor retida na peneira nº40, possuindo as características dos grupos A-4 ou A-5. Estes grupos abrangem os materiais tais como pedregulho e areia grossa, em que o teor de silte e o índice de plasticidade ultrapassem os limites estabelecidos para o Grupo A-1, e ainda areia fina com silte não plástico excedendo os limites do Grupo A-3.
  - Subgrupo A-2-6 e A-2-7: Incluem solos semelhantes aos descritos nos subgrupos A-2-4 e A-2-5, exceção feita da porção de finos que contém argila plástica com características dos grupos A-6 e A-7. Os efeitos combinados dos índices de plasticidade maiores que 10 e percentagem passando na peneira º200, maiores que 15, estão refletidos nos valores dos índices do grupo de 0 a 4.
- Grupo A-3: O material típico deste grupo é areia fina de praia ou de deserto, sem silte ou argila ou possuindo pequena quantidade de silte não plástico. O grupo inclui também misturas de areia fina mal graduada e quantidade limitadas de areia grossa e pedregulho depositadas pelas correntes.
- Grupo A-4: O solo típico deste grupo é siltoso não plástico, ou moderadamente plástico, possuindo, geralmente, 5% ou mais passando na peneira nº200. Inclui também mistura de solo fino siltoso com até 64% de areia e pedregulho retidos na peneira nº200. Os valores dos índices de grupo vão de 1 a 8, as percentagens crescentes de material grosso, dado origem a valores decrescentes para os índices de grupos.
- Grupo A-5: O solo é semelhante ao A-4, exceto que ele é, geralmente, de caráter diatomáceo ou micáceo, altamente elástico, conforme indica seu elevado limite de liquidez. Os valores dos índices do grupo vão de 1 a 12, e esses valores crescentes revelam o efeito combinado do aumento dos limites de liquidez e das percentagens decrescentes do material grosso.
- Grupo A-6: O solo típico este grupo é argiloso, plástico, tendo geralmente, 75% ou mais de matéria passando na peneira nº200. O grupo inclui também misturas de solos finos argilosos, podendo conter até 64% de areia e pedregulho retidos na peneira nº200. Os solos deste grupo comumente sofrem elevada mudança de volume entre os estados seco e úmido. Os valores dos índices do grupo vão de 1 a 16, esses valores crescentes mostram o efeito combinado do aumento dos índices de plasticidade e diminuição dos materiais grossos.
- Grupo A-7: O solo típico deste grupo é semelhante ao grupo A-6, com a diferença que possui as características de alto limite de liquidez do grupo A-5, podendo ainda ser elástico e estar sujeito à elevada mudança de volume. Os valores dos índices dos grupos vão de 1 a 20; este aumento indica o efeito combinado de crescimento dos limites de liquidez e dos índices de plasticidade, bem como a diminuição dos materiais grossos.

- Subgrupo A-7-5: Encerra materiais com índices de plasticidade moderado em relação ao limite de liquidez, podendo ser altamente elástico e sujeito a elevada mudança de volume.
- Subgrupo A-7-6: Inclui matérias com índice de plasticidade moderado em relação aos limites de liquidez, estando sujeitos as elevadas mudança de volume.

Tabela 6.1.23. Classificação HRB nos pontos analisados.

CLASSIFICAÇÃO HRB										
Seções	A-1a	A-1b	A-2-4	A-2-6	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7-5	A-7-6
TCB-TCC	3	4	12	4		4	2	8	1	7
TEL-TCB		1	7			11		10	1	7
TEL-TMS	1		21		7	10		8	3	5
TMS-TPS			4		6				1	1
TNM-TLC			12			1	3	2	18	4
TPF-TNM			18		1	9		9		3
TPS-TPF			10			13		15		1
TRO-TEL			12		2	12		6		
TOTAL	**4**	**5**	**96**	**4**	**16**	**60**	**5**	**58**	**24**	**28**

Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

6.1.5 Espeleologia

A espeleologia é a ciência que se dedica ao estudo das cavidades naturais subterrâneas ou cavernas. Ela utiliza conhecimentos de outras áreas, como topografia, geologia, geografia, biologia, ecologia, arqueologia e paleontologia, a fim de entender como foi a evolução das cavernas e do meio ambiente onde estão inseridas. Desta forma, essa ciência busca conhecer e entender as interações que circundam as cavernas, como: sua forma e as condições geológicas existentes, as formas de vida que as habitaram e habitam, o potencial turístico existente, as variações nos climas do passado, o uso sustentável de recursos e a influência que os seres humanos exercem sobre elas.

De acordo com o Decreto Nacional nº 6.640, de 07 de novembro de 2008, entende-se por cavidade natural subterrânea todo e qualquer espaço subterrâneo acessível pelo ser humano, com ou sem abertura identificada, popularmente conhecida como caverna, gruta, lapa, toca, abismo, furna ou buraco, incluindo seu ambiente, conteúdo mineral e hídrico, a fauna e a flora ali encontrados e o corpo rochoso onde os mesmos se inserem desde que tenham sido formados por processos naturais, independentemente de suas dimensões ou tipo de rocha encaixante.

6.1.5.1 Objetivos

- Levantamento e caracterização das cavidades naturais existentes na área de estudo.

6.1.5.2 Metodologia

A metodologia aplicada para este trabalho visou o inventário do patrimônio espeleológico da área delimitada de forma sistemática e especializada, a fim de contemplar as diretrizes e instruções presentes na legislação vigente que dispõe sobre o estudo e a proteção do Patrimônio Espeleológico

Nacional (Decretos nº 99.556/1990 e nº 6.640/2008, Resolução CONAMA nº 347/04, e Instrução Normativa MMA nº 2 de 20/08/2009).

As informações obtidas nas etapas (apresentadas abaixo) foram organizadas, analisadas e processadas, a fim de se obter resultados claros e objetivos concernentes do inventário espeleológico da área de interesse.

Para fins de facilitar e melhorar a compreensão dos dados adquiridos e tratados, o diagnóstico espeleológico foi dividido de acordo com sua posição geográfica e similaridade geológico e geomorfológico, sendo elas (Figura 6.1.101):

- Seção TCC-TCB;
- Seção TCB-TEL;
- Seção TRO-TEL;
- Seção TEL-TMS;
- Seção TMS-TPS;
- Seção TPS-TTP;
- Seção TTP-TNM.
- Seção TNM-TLV.

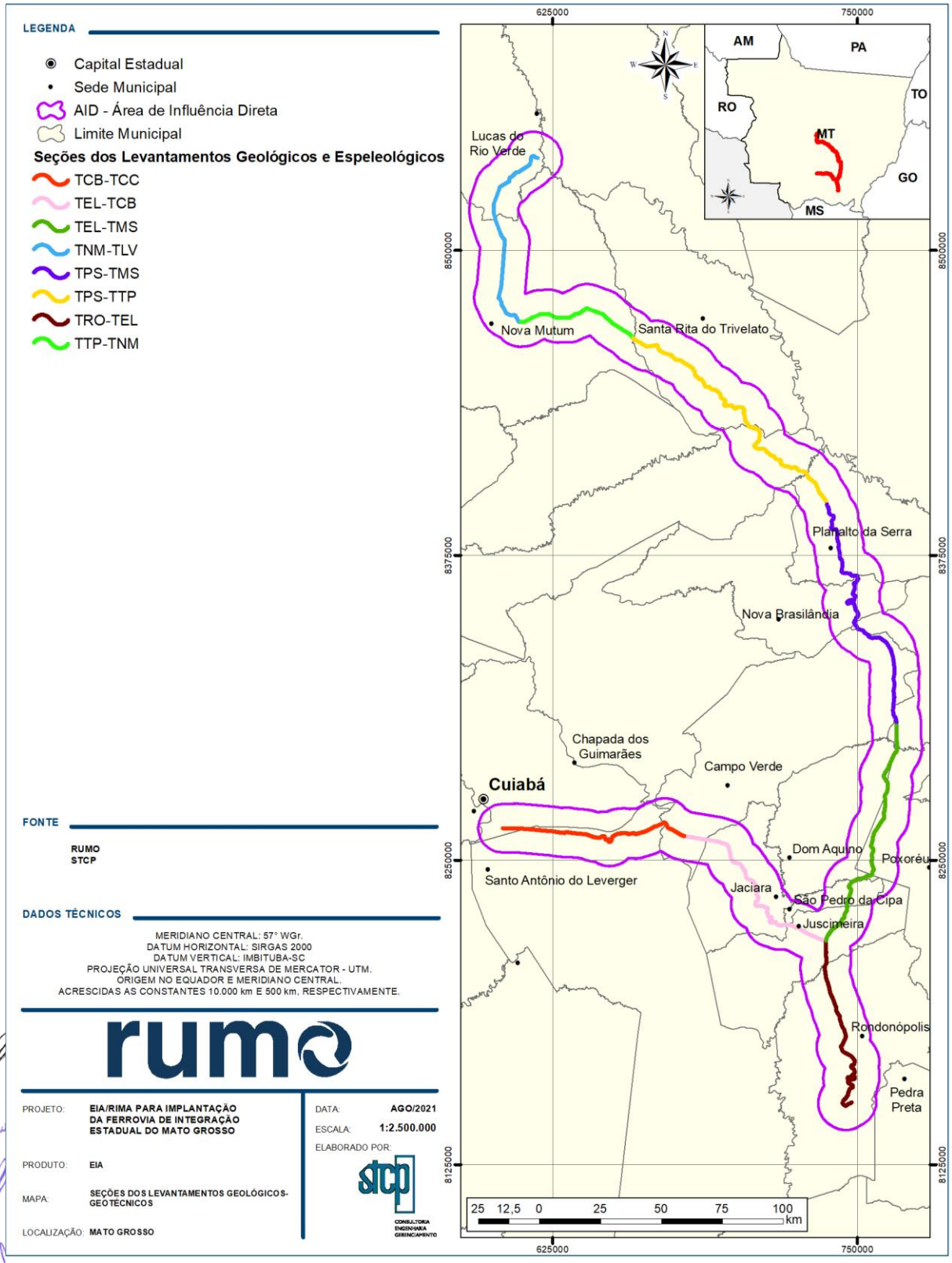
Análise Bibliográfica e Cartográfica

Consistiu na pesquisa de materiais de interesse e utilidade para o estudo espeleológico da região do estudo. Aspectos do meio físico (geologia, geomorfologia, topografia, pedologia, hidrogeologia, clima) foram consultados a partir de artigos científicos, mapas, imagens de satélite, relatórios técnicos e base de dados oficiais (incluindo as bases de dados espeleológicos CANIE/CECAV, Cadastro Nacional de Cavernas/SBE, CODEX/Redespeleo), dentre outros recursos disponíveis para melhor e mais eficiente planejamento e execução das etapas seguintes do levantamento espeleológico. Para o estudo, levou-se em conta a área diretamente afetada pelo empreendimento, além de um *buffer* de 250 m ao redor da demarcação.

Avaliação do Potencial Espeleológico

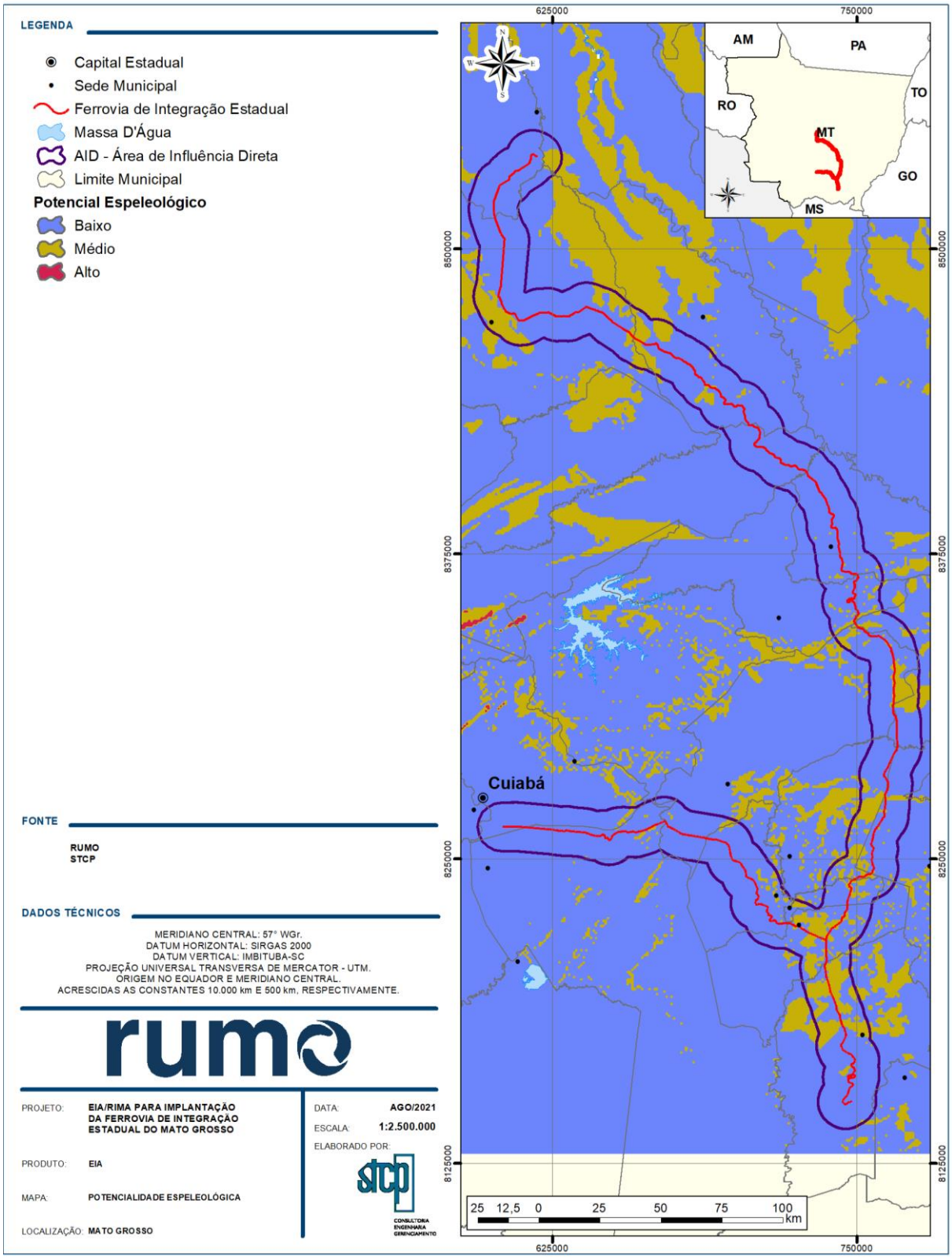
Essa etapa pré-campo foi composta pela análise multicritério de aspectos do meio físico levantadas na etapa anterior, relacionados à gênese de cavidades naturais da área de interesse de forma preliminar e remota. As características geológicas-ambientais são consideradas para a valoração dos pesos relativos aplicados para a gênese das cavernas, sendo que os parâmetros têm por base os valores de referência de Jansen *et al.* (2012). Com a interpolação dos dados, foi gerado um novo mapa de potencialidade espeleológica local, de acordo com as particularidades da área de estudo (Figura 6.1.102). O objetivo dessa etapa foi desenvolver uma malha de caminhamentos de acordo com o potencial espeleológico para cada área a ser estudada, com o enfoque em áreas com maior potencial de ocorrências, levando a uma maior eficiência e confiabilidade no estudo realizado, além da segurança na etapa prospectiva de campo.

Figura 6.1.101. Seções dos levantamentos espeleológicos



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

Figura 6.1.102. Potencialidade Espeleológica



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

Desenvolvimento de caminhamentos inseridos na área de interesse previstos na etapa anterior, de acordo com a averiguação do potencial espeleológico. O objetivo dessa etapa foi o levantamento de quaisquer ocorrências de cavidades e/ou feições espeleológicas presentes na área de interesse.

Como a área de estudo apresenta apenas áreas de médio, baixo potencial ou improvável ocorrência, essas foram percorridas de forma mais extensiva e amostral, como sugerido pelo CECAV. Para toda a área, foi utilizada prospecção passiva, com entrevista aos superficiários sobre a ocorrência de cavidades na região. Essa abordagem se mostrou muito eficiente devido à criação extensiva de caprinos, os quais utilizam as cavidades e estruturas rochosas como proteção nos períodos chuvosos e quando enfermos.

Para áreas de médio potencial e em estruturas potenciais para ocorrência de cavernas foi realizada a prospecção direta, com caminhamentos de identificação, descrição e avaliação do real potencial espeleológica local. A campanha de campo foi devidamente registrada por meio de *tracklogs* de GPS portátil, registro fotográfico e anotações das estruturas e feições observadas relacionadas a espeleogênese. As cavidades naturais identificadas nas linhas de caminhamento foram caracterizadas de acordo com suas feições espeleogênicas e espeleogenéticas. Em adição a descrição, foram realizados o registro fotográfico e a sinalização dos fatores bióticos e abióticos.

6.1.5.3 Resultados

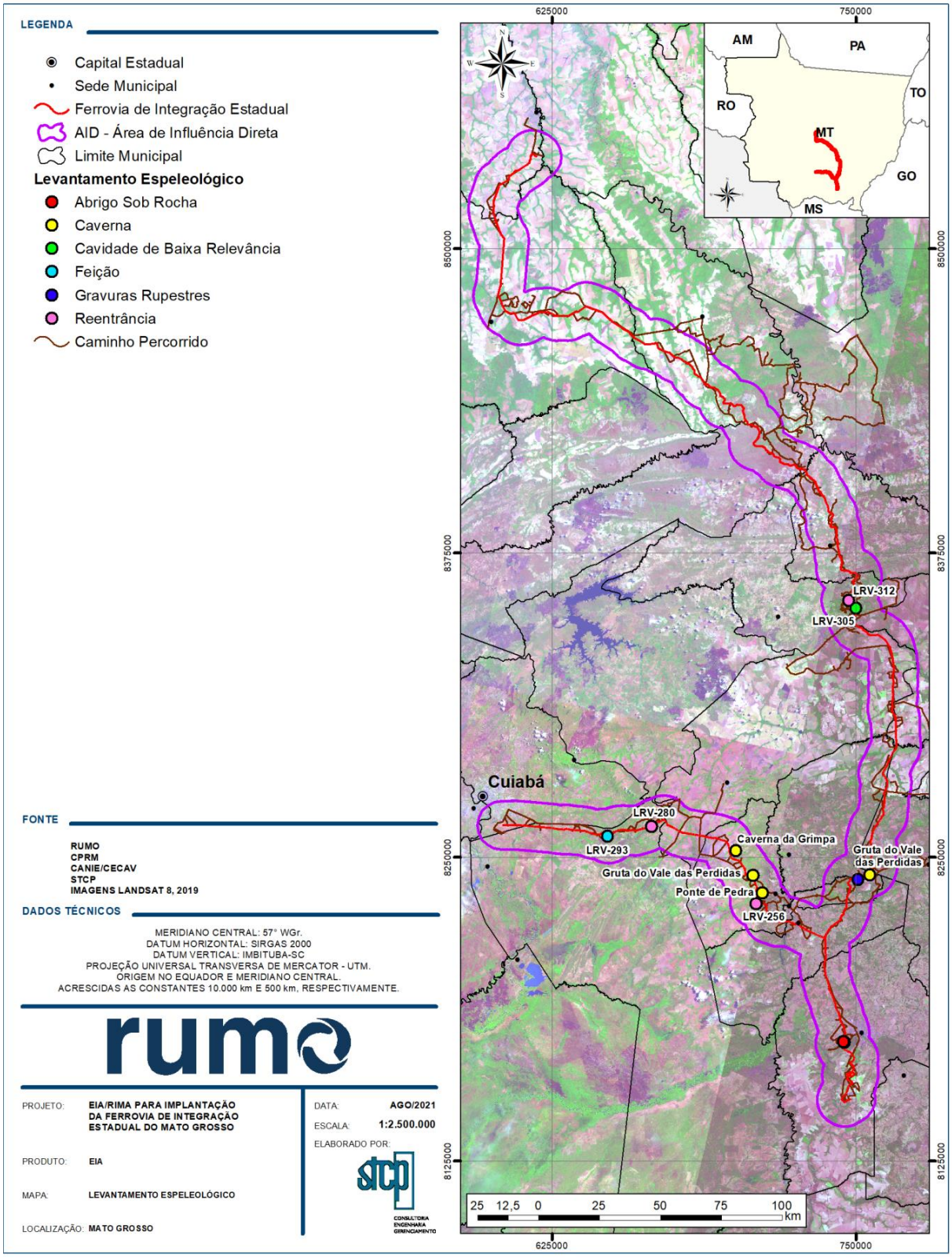
Neste tópico são apresentadas as principais ocorrências de cavidades naturais, separadas por região e semelhança. Cada região tem uma descrição de suas principais feições, e as ocorrências são apresentadas com sua localidade (coordenadas UTM em datum SIRGAS 2000), uma breve descrição do aspecto geral e espeleogênese, além do levantamento de atributos relevantes observados.

As cavidades naturais identificadas foram classificadas de acordo com os parâmetros espeleométricos e feições espeleogenéticas, seguindo a recomendação de CECAV (2012):

- Abrigo: a altura da entrada é maior do que o seu desenvolvimento linear, as paredes são descontínuas ou ausentes. Normalmente não apresenta zona afótica;
- Caverna: a altura da entrada é menor do que seu desenvolvimento linear, presença de zona de penumbra e zona afótica, mesmo que restrita.
- Reentrâncias não são consideradas feições espeleológicas, porém fornecem importantes informações sobre a gênese de cavidades, já que Gunn (2004) e Ford & Williams (2007) mostram que essas fisionomias podem representar processos de carstificação em estágios inicias.

A Figura 6.1.103 apresenta as cavidades levantadas com relação à malha ferroviária, dentro da Área de Influência Direta do empreendimento, os caminhamentos realizados, além das principais ocorrências próximas a título de contextualização e comparação com as feições observadas.

Figura 6.1.103. Cavidades levantadas na área do empreendimento e pontos de levantamento dos estudos geológicos, pedológicos e espeleológicos.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

6.1.5.3.1 Seções TRO-TEL E TEL-TMS

A porção entre os municípios de Rondonópolis e Primavera do Leste é caracterizada por uma sequência de áreas que pertencem aos domínios geomorfológicos do Planalto do Taquari-Itiquira, Planalto dos Parecis e Chapada dos Guimarães. Essa compreende as superfícies aplainadas e chapadões talhados pela ação dos cursos de água do Rio Vermelho, em Rondonópolis, e do Rio das Pombas, nos municípios de São Pedro da Cipa, Poxoréu e Dom Aquino, onde formam escarpas acentuadas. Nas partes planas, é comum aflorar as unidades mais resistentes à erosão da Bacia do Paraná, mas normalmente estão sobrepostas por solos latossolos e neossolos arenosos.

A espeleogênese está relacionada aos raros afloramentos de quartzito e arenito que ocorrem associados às escarpas de escavação, em especial aos trechos de travessia do Rio Vermelho no município de Rondonópolis pertencente à seção TRO-TEL, e os rebordos erosivos presentes nos municípios de São Pedro da Cipa, Dom Aquino e Poxoréu na seção TEL-TMS. Nesses locais, as cavidades identificadas mostram desenvolvimento linear de poucos metros e não formam zona afótica, com exceção da Caverna da Raizinha (Gruna do Garimpo do Sete), próximo ao povoado da Raizinha e fora da área de influência direta do empreendimento, no município de Dom Aquino.

6.1.5.3.1.1 Seção TRO-TEL

Nessa área, as cavidades identificadas estão restritas às proximidades aos cursos de água, nas escarpas acentuadas de erosão. São reentrâncias e abrigos formados pela escavação dos planos de acamamento sub-horizontais e as fraturas SW ortogonais às direções das escarpas. As escavações formam entalhes na base do paredão, porém não formam grande desenvolvimento linear, com exceção do abrigo LRV-020.

O abrigo LRV-020 forma linha de gotejamento, têm altura de 6 m e desenvolvimento de 2 m. O conduto formado é retilíneo e suas paredes são irregulares, mostrando erosão diferencial associada à composição mineral das camadas que compõem o abrigo. A maior erosão é observada nas camadas de arenitos feldspáticos, porém essas camadas não são muito expressivas no pacote de rochas e forma nível restrito entre unidades de arenitos quartzosos.

A espeleogênese está relacionada a aspectos estruturais (fraturas abertas em zonas de falha e/ou de dobras) e a ação erosiva de água meteórica infiltrando em tais estruturas. Desta forma, as cavidades identificadas localizam-se na base das escarpas e mostram desenvolvimento normalmente paralelo à direção das estruturas rúpteis, justapostas à parede da escarpa. Nessas condições, as cavidades formadas são estreitas e com teto elevado, e sua preservação é difícil devido à acomodação dos blocos, evolução do relevo e deposição de material proveniente das áreas elevadas.

- Abrigo LRV-015

Classificação: Abrigo
Localidade: 21KL 745262 m E / 8173908 m S
Descrição: Abrigo desenvolvido ao longo dos planos de acamamento da rocha (arenito médio) na base do morro. Desenvolve-se como um salão único semi-arredondado, de teto baixo e estreito. Suas paredes são rugosas e mostram erosão diferencial. A entrada e o chão do abrigo são entulhados de

areia oriunda da pedogênese. Mostra desenvolvimento linear de 2 m e altura de 0,5 m (Figura 6.1.104).

Atributos relevantes: É utilizado como local religioso.

Figura 6.1.104. Pequeno Abrigo que é utilizado como área para práticas religiosas



26/06/20, 21K 745262 m E / 8173908 m S
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

- Abrigo LRV-016

Classificação: Abrigo
Localidade: 21KL 745129 m E / 8174038 m S
Descrição: Abrigo desenvolvido ao longo dos planos de acamamento de arenito médio na base do morro. Desenvolve-se como um salão único cúbico, de teto baixo e estreito, limitado pelos planos de fraturamento. Suas paredes são rugosas e mostram erosão diferencial. A entrada e o chão do abrigo são entulhados de areia oriunda da pedogênese. Mostra desenvolvimento linear de 3 m e altura de 1,5 m (Figura 6.1.105).
Atributos relevantes: Foram identificadas colônias de morcegos.

Figura 6.1.105. Abrigo de Salão Único com Alguns Morcegos



26/06/20, 21K 745129 m E / 8174038 m S
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

- Abrigo LRV-017

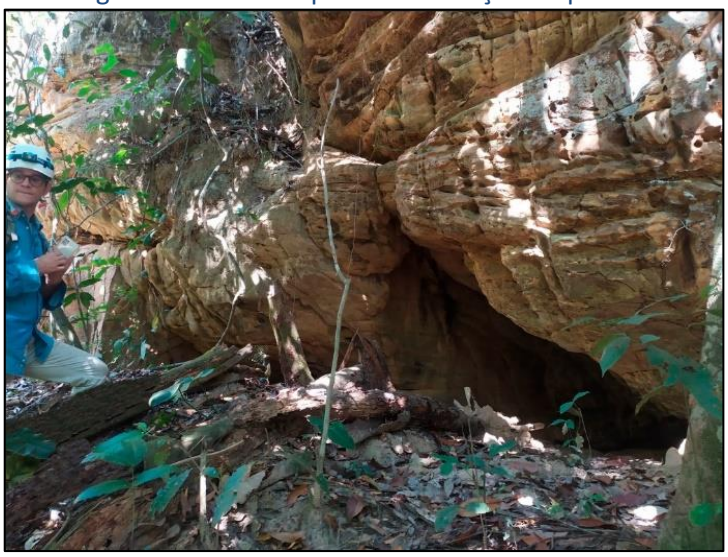
Classificação: Abrigo
Localidade: 21KL 745088 m E / 8174046 m S
Descrição: Sequência de dois abrigos próximos que se desenvolvem ao longo dos planos de acamamento do arenito médio na base do morro. Desenvolve-se como um salão único semi-arredondado, de teto baixo e estreito. Suas paredes são rugosas e mostram erosão diferencial. A entrada e o chão do abrigo são entulhados por areia oriunda da pedogênese e blocos de arenito que se desprenderam das paredes do abrigo. O maior abrigo mostra desenvolvimento linear de 3 m e altura de 1,5 m, já o menor apresenta desenvolvimento linear de 1,5 m e altura de 1 m (Figura 6.1.106 e Figura 6.1.107).

Figura 6.1.106. Abrigo alongado sem zona afótica



26/06/20, 21K 745088 m E / 8174046 m S
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.107. Abrigo de Salão único paralelo a direção do plano de fratura

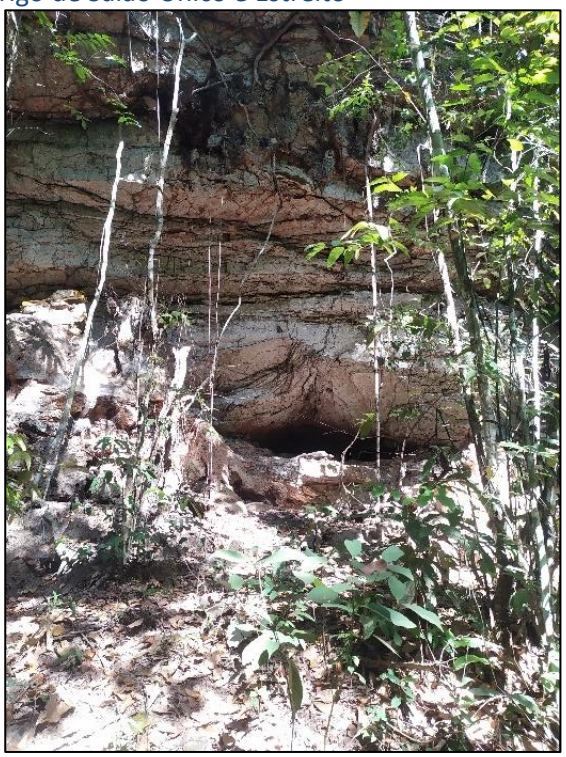


26/06/20, 21K 745088 m E / 8174046 m S
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

- Abrigo LRV-018

Classificação: Abrigo
Localidade: 21K 744906 m E / 8174266 m S
Descrição: Conjunto de três abrigos com propriedades semelhantes distantes cerca de 10 m entre si. Os abrigos mostram características em comum e se desenvolvem ao longo de uma fenda na base do morro. Desenvolve-se como uma cavidade de corredor único, retilíneo e estreito. Suas paredes são rugosas e mostram erosão diferencial. A entrada e o chão dos abrigos são entulhados por areia resultante da erosão do paredão rochoso. A cavidade de maior expressão mostra desenvolvimento linear de 2 m e altura de 1 m (Figura 6.1.108).

Figura 6.1.108. Abrigo de Salão Único e Estreito

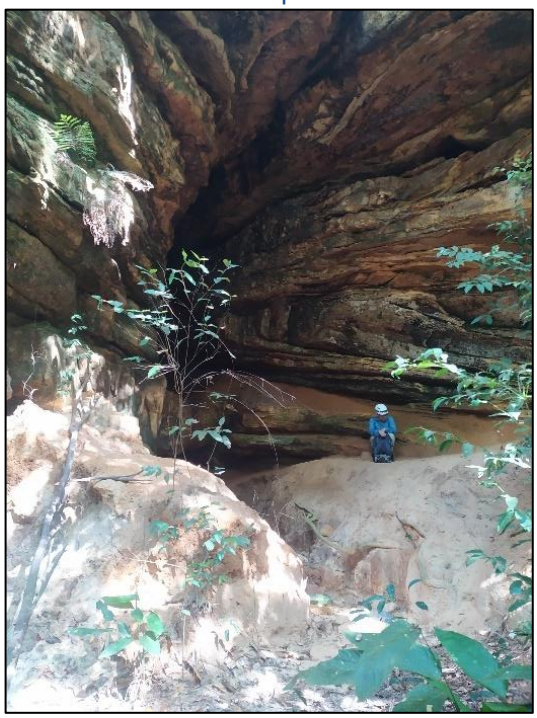


26/06/20, 21K 744906 m E / 8174266 m S
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

- Abrigo LRV-020

Classificação: Abrigo
Localidade: 21K 744704 m E / 8174410 m S
Descrição: Cavidade desenvolvida ao longo de uma fenda na base do morro. Desenvolve-se como uma cavidade de corredor único, retilíneo e estreito. Suas paredes são rugosas e mostram erosão diferencial. A entrada e o chão da cavidade são entulhados por blocos de arenito provenientes do teto da cavidade e da borda da escarpa. Mostra desenvolvimento linear de 2 m e altura de 6 m. Durante o monitoramento foram observados 6 morcegos (Figura 6.1.109).
Atributos relevantes: Cavidade mostra desenvolvimento paralelo à direção da escarpa e apresenta evidências de queda de blocos.

Figura 6.1.109. Abrigo formado pela desestabilização do maciço rochoso ao longo do plano de fratura. apresenta 6 m de altura e 2 m de profundidade



26/06/20, 21K 744704 m E / 8174410 m S
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

6.1.5.3.1.2 Seção TEL-TMS

Esse trecho compreende a borda de chapada do compartimento geomorfológico da Chapada dos Parecis, no qual afloram quartzitos e arenitos da Bacia do Paraná. As cavidades Casa de Pedra de São Paulo e Caverna da Raizinha constam no Cadastro Nacional de Cavernas (CANIE), do CECAV, e distam do traçado aproximadamente 1300 m e 950 m, respectivamente. Mostram características distintas entre si, bem como espeleogênese propiciada por fatores diferentes. Essas cavernas foram visitadas com o objetivo de entender as condições espeleogenéticas.

As cavidades não carbonáticas dessa região são formadas pela ação da água, na qual é necessária a atuação do intemperismo químico e físico nas camadas de arenitos feldspáticos para criar espaços significativos nas estruturas da rocha. Porém, ressalta-se também a importância dos processos erosivos para retirar o material detrítico formado pelo intemperismo, e assim, resultar em espaços vazios sem o entulhamento do solo ou de blocos resultantes da desestabilização do maciço. As duas cavidades de maior porte existentes na região possuem gênese incomum para a região, visto que dependem do fluxo de água constante para que o solo, muito suscetível à erosão, não entulhe os espaços formados pela espeleogênese.

- Casa de Pedra de São Paulo (Registro CANIE 018272.00001.51.07404)

Classificação: Abrigo
Localidade: 21K 750653 m E / 8240953 m S

Descrição: Abrigo desenvolvido ao longo da base da escarpa rochosa. Mostra 21 m de comprimento da boca e desenvolvimento linear máximo de 5 m. É formado pelo intemperismo físico das camadas de arenitos feldspáticos que vão sendo erodidas pela ação da água meteórica. Assim, formam entalhes (*notches*) na superfície do paredão que vão sendo alargados pela ação de cursos de água próximo. Nessas condições, a preservação de grandes cavidades é rara devido ao colapso do paredão rochoso, sendo assim, é improvável que os paredões de chapada formem cavidades por meio desse mecanismo (Figura 6.1.110 e Figura 6.1.111).

Atributos relevantes: Esse abrigo se destaca pelas gravuras rupestres identificadas nas paredes.

Figura 6.1.110. Abrigo na Base da Escarpa Íngreme e Paralela ao Plano de Acamamento. É Formado pelo Intemperismo dos Feldspatos e Erosão da Água



02/07/20, 21K 750653 m E / 8240953 m S
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.111. Gravuras Rupestres Identificadas no Abrigo



02/07/20, 21K 750653 m E / 8240953 m S
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

- Caverna da Raizinha (Registro CANIE 006062.00316.51.03601)

Classificação: Caverna
Localidade: 21K 755690 m E / 8242643 m S
Descrição: Caverna desenvolvida como ressurgência de um curso de água intermitente, barreado artificialmente para a captação de água. É a maior caverna da região e mostra desenvolvimento linear aproximado de 60 m e altura de até 3 m, em salões que se formam paralelos ao curso de água. Nota-se deposição de areia fluvial nas margens de meandros internos da caverna e os salões se ligam por condutos de pressão abandonados.
A caverna é utilizada de abrigo por centenas de morcegos, de diversas espécies, bem como anfíbios, aracnídeos e insetos que se alimentam do guano dos morcegos. Para a visitação, recomenda-se o uso de máscara de proteção devido à grande quantidade dessa substância na caverna (Figura 6.1.112, Figura 6.1.113 e Figura 6.1.114).
Atributos relevantes: Fauna composta por morcegos, anfíbios, insetos e aracnídeos.

Figura 6.1.112. Salão após a entrada na caverna da raizinha. Sua formação é controlada pelo fluxo de água fluvial



02/07/20, 21K 755690 m E / 8242643 m S
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.113. Amblipígio observado na caverna



02/07/20, 21K 755690 m E / 8242643 m S
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda(2021).

Figura 6.1.114. Uma das colônias de morcegos que habitam o primeiro salão da caverna



02/07/20, 21K 755690 m E / 8242643 m S
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

6.1.5.3.2 Seção TEL-TCB

A seção TEL-TCB está inserida no contexto de planalto da Chapada dos Guimarães, com o predomínio da exposição de rochas e solos associados à Bacia do Paraná. Os principais afloramentos de rocha são atribuídos às Formações Rio Ivaí e Furnas, com predomínio de espessos pacotes decamétricos de arenitos que variam entre conglomeráticos a finos, micáceos a feldspáticos, e em menor proporção intercalações com siltitos e argilitos finamente estratificados. Tais exposições de rocha ocorrem majoritariamente em unidades geomorfológicas de vales dissecados e serras baixas relacionadas ao rebordo erosivo a leste da Chapada de Campo Verde, influenciadas pela ação fluvial superficial e por estruturas geológicas rúpteis pré-existentes.

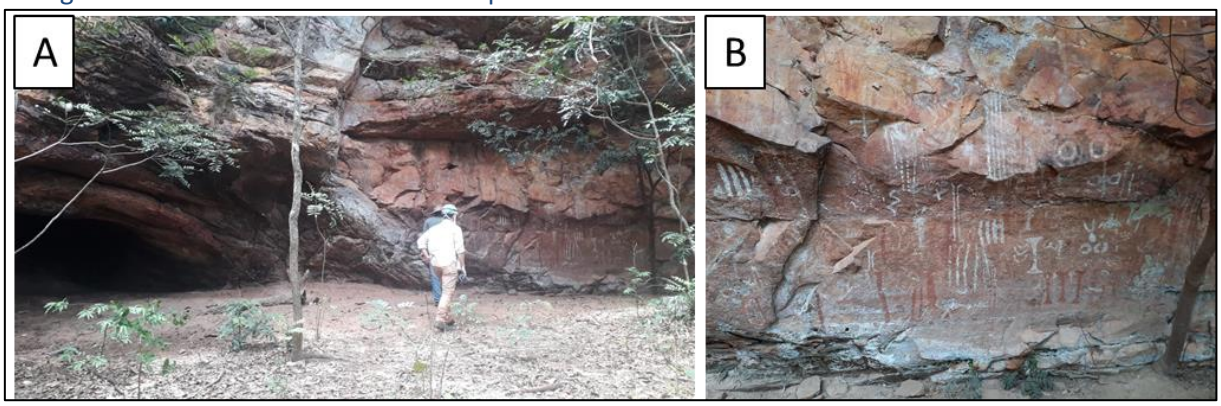
A espeleogênese nesta seção é caracterizada pela influência da sub-bacia hidrográfica do Alto São Lourenço, no município de Jaciara. As principais ocorrências são caracterizadas pela erosão de águas superficiais e percolantes por falhas e fraturas dos pacotes de arenito.

A região de Jaciara possui uma expressiva exploração turística e de lazer de algumas das suas ocorrências já conhecidas, que foram levantadas principalmente por dados secundários e que apenas uma possui o devido registro em banco de dados oficial. Apesar do empreendimento ser planejado afastado das feições geomorfológicas que abrigam tais ocorrências espeleológicas por questões geotécnicas, foram intensificadas as entrevistas aos moradores e trabalhadores rurais locais na área de influência do traçado, e poucas feições foram observadas dentro do buffer estudado. Serão apresentadas as principais cavidades já conhecidas e as feições observadas em campo, a título de comparação e da divulgação do patrimônio espeleológico sem cadastro nacional.

- Caverna da Grimpa (Registro CANIE 018278.00001.51.04807)

Classificação: Caverna
Localidade: 21L 700495 m E / 8252681 m S
Descrição: Caverna desenvolvida em zona de falha em escarpa vertical de arenito, gerada pela ação de água meteórica que percola a fratura e erode suas paredes. O fator hidrológico da espeleogênese ocorre de forma intermitente, sem a presença de água constante. A entrada da cavidade é caracterizada por uma abertura larga e salão cônico horizontal amplo, com as paredes adjacentes do afloramento rochoso preservando uma grande quantidade e variedade de pinturas rupestres. O salão principal não possui zona afótica, mas aparentemente possui dimensões suficientes para a mudança de temperatura e umidade do ambiente epígeo. No fundo do salão, há uma pequena entrada vertical que leva a um salão superior de pequenas dimensões, e que se afunila para o interior da fratura. A cavidade dista em torno de 2,6km do eixo do traçado (Figura 6.1.115).
Atributos relevantes: Pinturas rupestres; fauna composta por morcegos, insetos e aracnídeos.

Figura 6.1.115. Caverna da Grimpa



Legenda: A: Entrada da Caverna da Grimpa; B: Detalhe das pinturas rupestres da parede externa à Caverna da Grimpa. 03/04/21, 21L 700495 m E / 8252681 m S
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

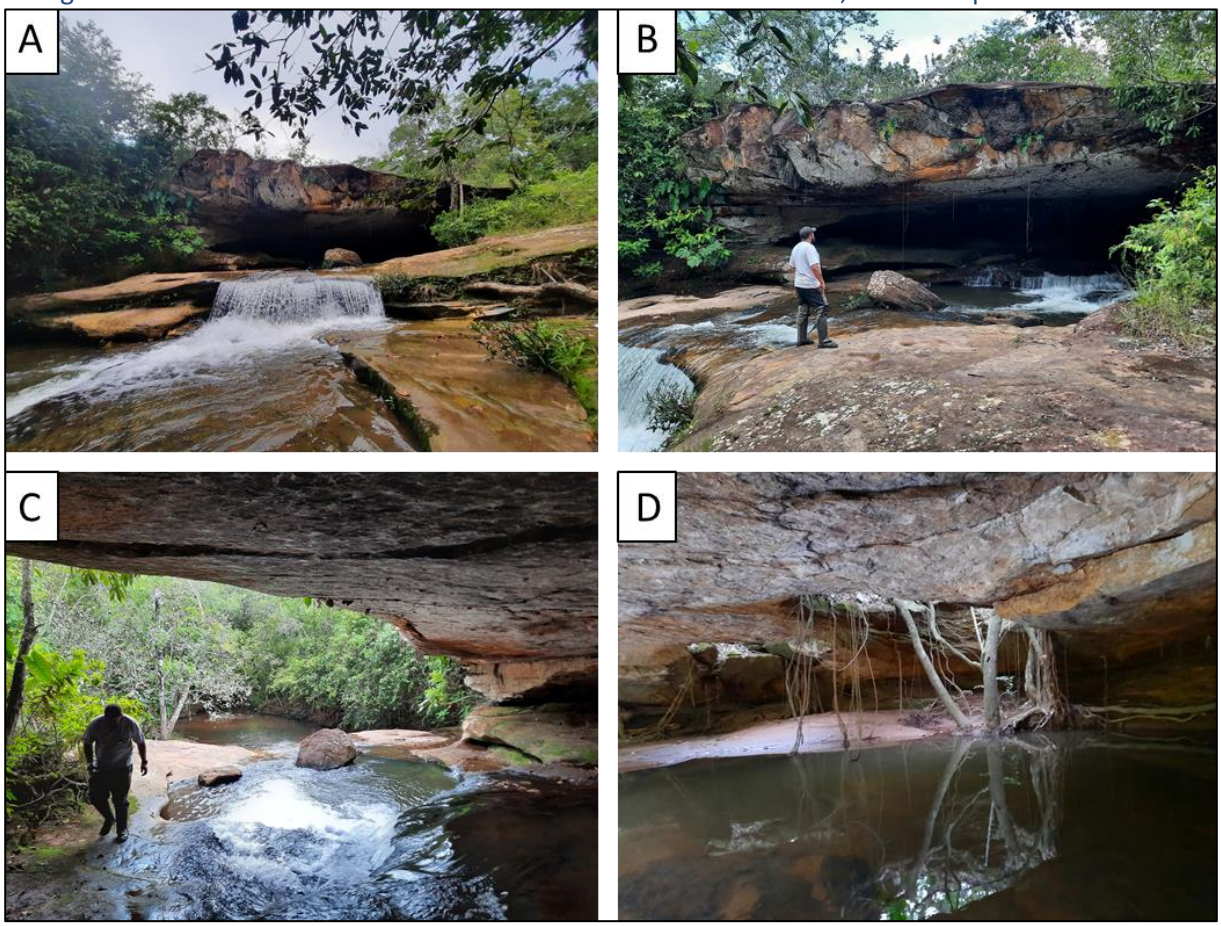
- Ponte de Pedra

Classificação: Caverna
Localidade: 21L 711409 m E / 8235284 m S
Descrição: Caverna do tipo "ponte de pedra", gerada a partir da erosão ativa no leito do rio Cachoeirinha, no qual a ação fluvial ocasionou erosão diferencial entre camadas intercaladas de arenito e siltito e argilito interpretadas como pertencentes ao Grupo Rio Ivaí. A espeleogênese é descrita pela camada de arenito estratificamente superior que apresenta uma maior resistência à erosão do curso d'água, onde este erodiu as camadas inferiores de siltito e argilito, preservando a camada superior de arenito e gerando a morfologia semelhante a uma ponte natural por cima do atual curso. Possui dimensões decamétricas e claraboia. Apesar de não apresentar zona afótica, a cavidade apresenta aspectos distintos do meio epígeo. Seu entorno apresenta uma grande atividade humana voltada ao lazer, com a pichação de gravuras e lixo disseminado ao longo do rio, principalmente a montante da cavidade. A Ponte de Pedra dista 2km do eixo do traçado (Figura 6.1.116).
Atributos relevantes: Beleza cênica.

- LRV-256

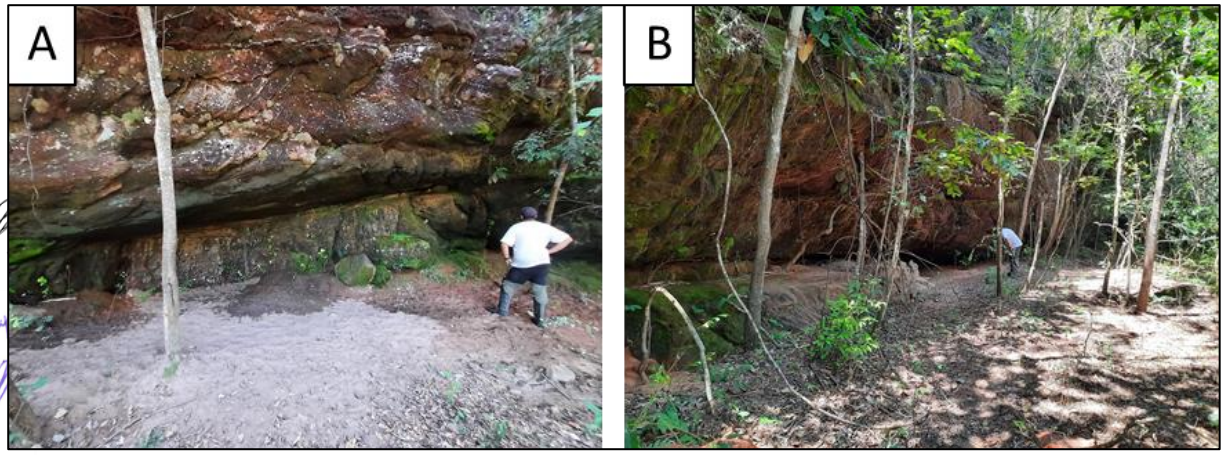
Classificação: Feição
Localidade: 21L 708942 m E / 8230897 m S
Descrição: Feição espeleológica na forma de abrigo em escarpa vertical de arenito da Formação Furnas. A feição possui aspecto arredondado, gerado na base do paredão, decorrente da presença de surgência de água disseminada provinda de sua infiltração meteórica no maciço rochoso. A feição não é classificada como cavidade natural devido à semelhança com o ambiente externo. A feição dista 300 metros do eixo do traçado (Figura 6.1.117).
Atributos relevantes: Hidrologia ativa.

Figura 6.1.116. Ponte de Pedra observada no rio Cachoeirinha, no município de Jaciara.



Legenda: A: Visão geral da cavidade; B: Visão externa de uma de suas entradas; C: visão interna de uma de suas entradas; D: claraboia com raízes da vegetação externa adentrando a cavidade.
02/04/21, 21L 711409 m E / 8235284 m S
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.117. Feição espeleológica LRV-256



02/04/21, 21L 708942 m E / 8230897 m S
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Demais ocorrências expressivas na seção

Neste item são evidenciadas demais ocorrências de cavidades naturais pertencentes à unidade espeleológica na qual a seção se insere: A Gruta das Perdidas, cavidade pertencente ao sítio arqueológico Vale das Perdidas, distante 1,15km do eixo do traçado; a Toca do Lobo, cavidade associada a uma zona de falha e queda d'água próximo às margens do rio Tenente Amaral, a jusante da Cachoeira da Fumaça e possui visitação de praticantes de rafting, distando mais de 1km do eixo do traçado; a Caverna Encantada na localidade do Assentamento Plano Piloto, e inserida no Cânion das Índias do córrego Chiquinha Maciel, a uma distância superior de 4km do eixo do traçado. Tais cavidades não puderam ser visitadas devido aos decretos municipais vigentes sobre a COVID-19, por se tratarem de locais turísticos (Figura 6.1.118).

Figura 6.1.118. Demais cavidades levantadas por dados secundários na seção TEL-TCB



Legenda: A: Paredão com cavidade no sítio arqueológico do Vale das Perdidas; B: Detalhe das pinturas rupestres do Vale das Perdidas; C: Visitação da Toca do Lobo durante a prática de rafting no Rio Tenente Amaral; C: Ressurgência do curso d'água na Caverna Encantada, no Cânion das Índias.
Fontes: Prefeitura de Jaciara – MT (A e B), Blog Dia a Dia no Vale (www.diaadianovale.com.br) (C), Instagram @caniondasindias (D).

6.1.5.3.3 Seção TCB-TCC

Essa seção é definida pelo rebordo erosivo a oeste da Chapada de Campo Verde em direção e ao longo das planícies da sub-bacia hidrográfica do Médio Cuiabá, entre os municípios de Campo Verde, Santo Antônio do Leverger e Cuiabá.

Geologicamente, a seção TCB-TCC percorre, no trecho de rebordo erosivo: a unidade geológica da Formação Furnas pertencente à Bacia do Paraná, com espessos pacotes de arenito micáceo a feldspático de texturas conglomeráticas a média; o Grupo Cuiabá, de forma indivisa, representada por finas intercalações de meta-siltitos e meta-argilitos de estratificação plano-paralela; e possivelmente a borda da suíte granítica São Vicente, apesar desta não ter sido observada de forma aflorante mas apenas em depósitos fluviais, com uma variedade de granitoides porfiríticos e rochas básicas associadas. Tais unidades apresentam uma geomorfologia de morros e serras baixas, com vales dissecados e solos argilo-arenosos pouco espessos.

Já no trecho de planície, são definidas as unidades geológicas pertencentes ao Grupo Cuiabá além de depósitos aluvionares arenosos de idades mais recentes. Devido ao relevo essencialmente plano a suave ondulado, os solos neste trecho são mais profundos, de textura variando de arenosos a silte-arenosos, com incipiente formação de crosta laterítica.

Do ponto de vista espeleológico, o trecho que atravessa o rebordo erosivo apresenta o maior potencial de geração de cavidades devido principalmente à presença dos arenitos da Formação Furnas em relevo acidentado, por vezes gerando escarpas verticais. Além disso, tal trecho possui ocorrências já catalogadas de expressiva importância, como é o caso do complexo de cavernas de Aroe-Jari, a aproximadamente 11 km do eixo do traçado. Apesar disso, devido aos fatores geotécnicos para a implantação do empreendimento, o traçado tende a evitar áreas de rebordo nas quais a potencialidade de espeleogênese é maior. Durante a prospecção de campo, foram observadas nessas áreas de maior potencial (Serra de São Lourenço e Morro Branco) apenas feições geradas pelo espaçamento de fraturas e entre blocos desprendidos, não sendo observada nenhuma feição que se enquadrasse como cavidades naturais. A espeleogênese nessa seção está ligada às nascentes de cursos d'água com maior fluxo (Rio Aricá-Açu no complexo de cavernas de Aroe-Jari e o córrego Cupim no caso da Caverna São Vicente/Gruta do Arquimedes) na Formação Furnas.

As áreas adjacentes às exposições dos arenitos da Formação Furnas, apesar de se inserirem no mesmo contexto geomorfológico, são representadas pelo Grupo Cuiabá no qual sua natureza silte-argilosa das rochas e solos associados apresentam baixo a improvável potencial espeleológico. As rochas ígneas da suíte São Vicente possuem baixo potencial, uma vez que sua morfologia côncava-convexa de morros e vales dificultam a ocorrência de cavidades do tipo tafone ou geradas por queda de blocos.

O trecho correspondente ao trecho de planície da bacia do rio Cuiabá possui improvável potencial espeleológico, uma vez que tanto sua litologia desfavorável quando relevo plano são fatores limitantes à espeleogênese.

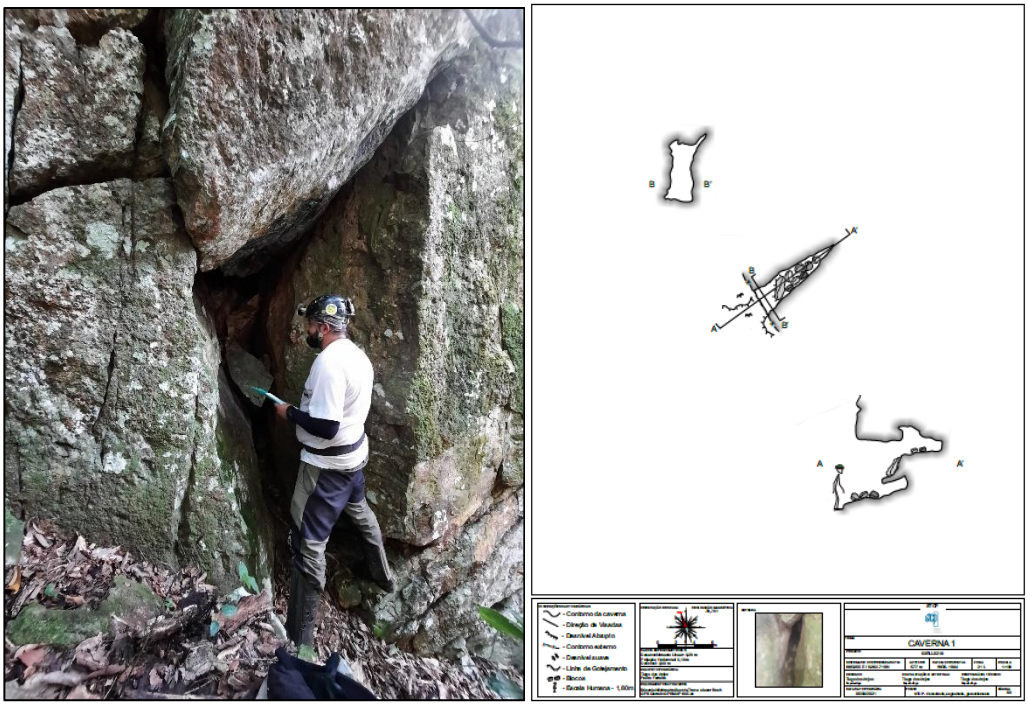
- LRV-280

Classificação: Feição
Localidade: 21L 665859 m E / 8262722 m S
Descrição: Feição espeleológica próxima à mina de água mineral explotada, em fratura exposta em pequena escarpa vertical parcialmente entulhada por blocos menores. Possui desenvolvimento linear de 3,29 metros. Não possui zona afótica. Sua espeleogênese é definida pela instabilidade gerada pela

fratura, que devido ao elevado declive gera o espaçamento da zona de fraqueza pré-existente. Não foram observadas feições relacionadas à ação hidrológica. Foram observados poucos indivíduos quirópteros habitando a feição. Tal feição não é considerada como cavidade natural devido à ausência de aspectos hipógeos e seu entulhamento acentuado por blocos. Sua distância é de 350 metros do eixo do traçado.

Atributos relevantes: Presença de quirópteros.

Figura 6.1.119. Feição espeleológica LRV-280



05/04/21, 21L 665859 m E / 8262722 m S

Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

- LRV-293

Classificação: Feição

Localidade: 21L 665859 m E / 8262722 m S

Descrição: Feição espeleológica em escarpa do Morro Branco, em fratura vertical exposta em escarpa vertical que espaça um bloco do maciço rochoso. A fratura atravessa o bloco em toda sua extensão e o teto é composto por entulhamento parcial de blocos menores, com fechamento de poligonal com comprimento de 1 metro. Não possui zona afótica. Sua espeleogênese é definida pela instabilidade gerada pela fratura, que devido ao elevado declive gera o espaçamento da zona de fraqueza pré-existente. Não foram observadas feições relacionadas à ação hidrológica. Tal feição não é considerada como cavidade natural devido à ausência de aspectos hipógeos. Sua distância do eixo do traçado é de 220 metros.

Atributos relevantes: -

Figura 6.1.120. Feição espeleológica LRV-293



09/04/21, 21L 665859 m E / 8262722 m S
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

6.1.5.3.4 Seção TMS-TPS

Essa seção compreende as compartimentações geomorfológicas da Chapada dos Guimarães e Província Serrana, as quais afloram as unidades geológicas neoproterozóicas da Faixa de Dobramentos Paraguai. São predominantemente quartzitos, xistos e filitos com contribuição local de rochas carbonáticas. Nessas condições, durante a vistoria de campo, nota-se que a região é caracterizada por relevo forte ondulado com cursos de água profundos que escavam as unidades metassedimentares e resultam em perfis topográficos de desnível muito acentuado. Essa área também é caracterizada pela ocorrência de cambissolos com horizonte A arenoso, muito suscetível à erosão, e que entulham as descontinuidades das rochas.

Dessa forma, a espeleogênese é improvável para a maior parte da área de estudo devido às poucas ocorrências de paredões rochosos nas encostas dos morros, relevo com desnível acentuado e encostas côncavo-convexas, bem como o predomínio de rochas pouco solúveis e o solo facilmente erodido contribuem para os fatores que inibem a formação de cavidades.

Excetua-se destas condições, à área da Serra Azul, a norte da cidade de Planalto da Serra, a qual é caracterizada por afloramentos de quartzitos com níveis feldspáticos em escarpas rochosas com desnível forte a muito forte. Nessa região, há pequenas cavidades formadas por depósitos de tálus, bem como reentrâncias de pequena amplitude. Apesar desses fatores, a vistoria de campo não identificou cavidades na área de influência direta do empreendimento.

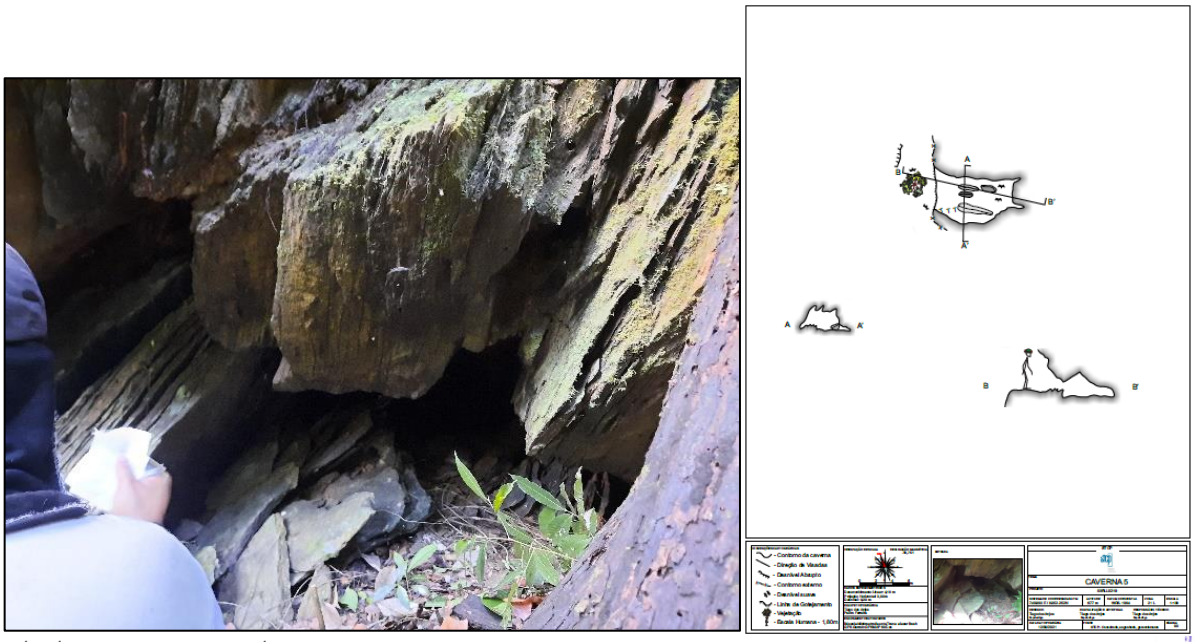
Outra área que demonstrou um potencial relativamente maior restringe-se ao leito dos maiores cursos d'água como o Córrego Palmital, na região serrana próxima à Serra do Finca-faca a sul de

Planalto da Serra no município de Nova Brasilândia. A junção de fatores como a maior atividade fluvial superficial em rochas expostas e a presença de falhas e fraturas que são atravessadas pelo curso d'água podem gerar pequenos cânions e cachoeiras nas quais pequenas feições puderam ser identificadas, servindo de abrigo para a fauna quiróptera. Apesar de esparsas ocorrências de feições, apenas a feição LRV-305 pode ser enquadrada como cavidade apesar desta não apresentar zona afótica e pequenas dimensões.

- LRV-305

Classificação: Cavidade
Localidade: 21L 750000 m E / 8352250 m S
Descrição: Conjunto de pequenas fendas e cavidades na lateral de cachoeira, sendo apenas uma cavidade acessível, com desenvolvimento linear de 4,10 metros. A espeleogênese interpretada está associada ao maciço rochoso fraturado pela presença de falha geológica, no qual ocorre o desplacamento de camadas de meta-siltito devido provavelmente à ação hidrológica de água tanto subterrânea quanto de possíveis trombas d'água durante o período de cheia do córrego Palmital. A cavidade possui zona de penumbra e possui pequena população de quirópteros. A feição está a uma distância de 220 metros do eixo do traçado planejado. E considerada uma cavidade de baixa relevância.
Atributos relevantes: População de quirópteros.

Figura 6.1.121. Cavidade LRV-305



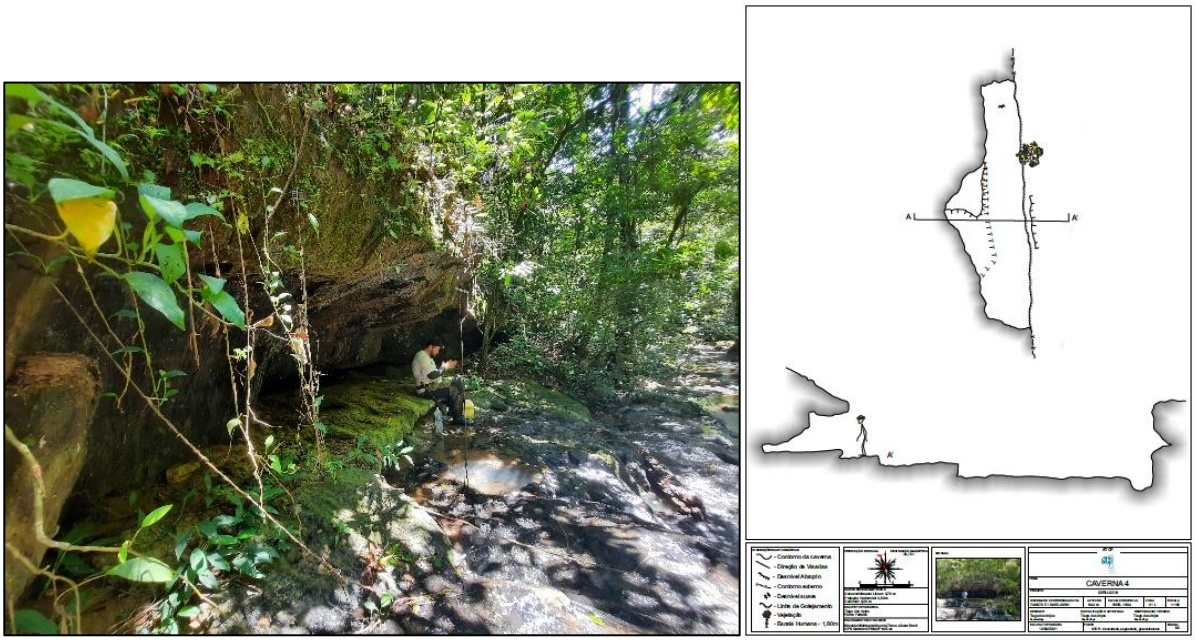
31/04/21, 21L 750000 m E / 8352250 m S
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

- LRV-312

Classificação: Feição
Localidade: 21L 746969 m E / 8355488 m S

Descrição: Feição espeleológica do tipo reentrância às margens de afluente do córrego Palmital, com desenvolvimento linear de 3,7 metros. Sua espeleogênese está associada ao desplacamento que ocorrem em planos de fratura perpendiculares à foliação de meta-siltitos, e pela erosão fluvial evidenciada pela morfologia côncava da parede. Possui características do ambiente epígeo, não sendo classificada como cavidade. Não foram observados vestígios de atividade de fauna na feição. A feição dista cerca de 30 metros do eixo planejado do traçado.
Atributos relevantes: -

Figura 6.1.122. Feição espeleológica LRV-312



12/04/21, 21L 746969 m E / 8355488 m S
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

6.1.5.3.5 Seções TPS-TTP, TTP-TNM e TNM-TLV

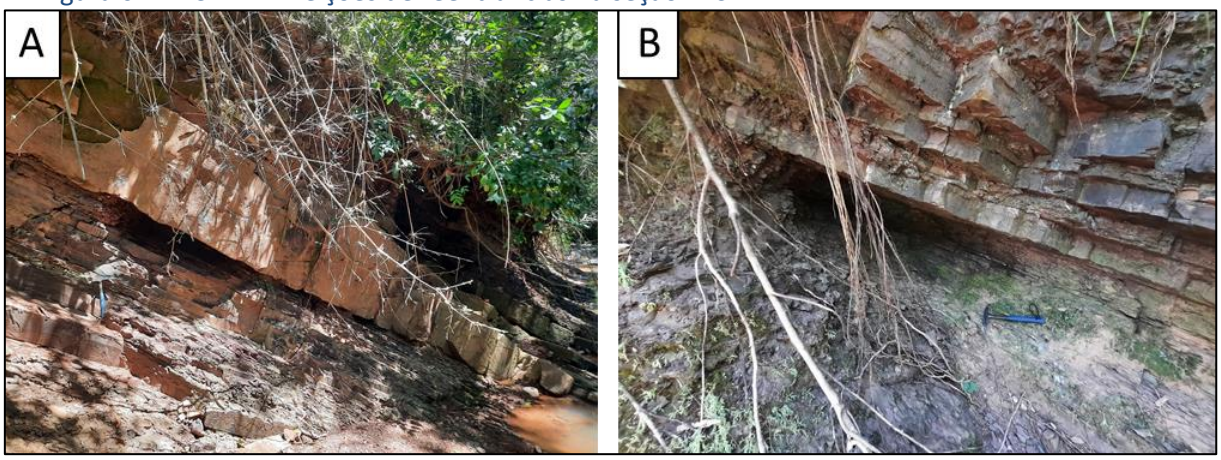
Essas seções estão inseridas no compartimento geomorfológico do Planalto de Parecis, o qual é caracterizado por relevo suave ondulado a plano, com declividade fraca a muito fraca. Afloram solos do tipo Latossolo e Neossolo de areias quartzosas, que são muito susceptíveis à erosão. Considera-se ainda que as rochas expostas nessa seção sejam arenitos, siltitos e argilitos da Bacia do Parecis e não há evidências de rochas solúveis.

Os componentes geológicos, pedológicos e geomorfológicos mostram que as características não privilegiam a formação de cavidades nessas seções, tendo em vista que são rochas resistentes ao intemperismo, à ausência de feições de relevo verticais e solos facilmente erodidos.

A área de maior potencial espeleológico para esses trechos – porém este considerado baixo – é representada na seção TPS-TPP no município de Rosário Oeste, e corresponde a região de Alto Cuiabá, nas nascentes do rio Cuiabá da Larga, mais especificamente no vale do Córrego Folgazona. O declive do vale expõe a intercalação de rochas areníticas e silte-argilosas da Formação Diamantino do Grupo Alto Paraguai. Contudo, a intercalação decimétrica e o alto grau de fraturamento dessas

rochas dificultam a evolução e conservação de cavidades ocasionadas principalmente pela ação de água superficial, uma vez que os espaços gerados são de pequenas dimensões (<1m) e tendem a desabar e/ou serem entulhados por solos e pequenos blocos (Figura 6.1.123).

Figura 6.1.123. Feições de reentrâncias na seção TPS-TTP



Legenda: A: Feições em margem de pequeno curso d'água, evidenciando a erosão diferencial mais acentuada em camadas siltosas em relação às camadas areníticas, sendo sustentadas por rocha (esquerda) ou solo (direita); B: Reentrância sustentada por camada de arenito. Observa-se o intenso fraturamento da camada sobrejacente. Escala de referência em ambas as fotos é martelo de 33cm de comprimento.
15/04/21, (A) 21L 707471 L 8427191 S; (B) 21L 707408 L 8427201 S
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

6.1.5.3.6 Espeleogênese e Estruturas Espeleológicas

Neste subitem são abordados os principais processos geológicos e ambientais que atuam sobre a gênese das cavidades naturais na área de estudo e sobre as feições e estruturas associadas. Todas as cavidades naturais observadas são classificadas como epigenéticas, em zona hidrológica vadosa.

De forma geral, os arenitos e quartzitos da área de estudo possuem espeleogêneses associadas à evolução do relevo e ao fluxo de água nas descontinuidades da rocha, assim sendo formam cavidades nas áreas de escarpas íngremes.

Os arenitos, por serem rochas mais resistentes ao intemperismo e erosão, possuem seus afloramentos *in situ* nas áreas da serra com maior declive, com desenvolvimento de escarpas íngremes. As cavidades em rochas siliciclásticas tendem a se desenvolver na borda de escarpas onde tendem a gerar fraturas abertas (MARTINI, 1979; GALÁN, 1991; WRAY, 1997). Todas as cavidades observadas em arenitos e quartzitos na área são localizadas em exposições de escarpas. Os seus declives acentuados são um dos fatores geomórficos preponderantes para a geração e conservação das cavidades naturais das escarpas. Juntamente com outros processos, ajuda na instabilidade gravitacional das camadas de quartzito para a geração e exposição das cavidades por desabamento, e os movimentos de blocos das cotas mais elevadas para terrenos abaixo (depósitos de tálus dos blocos no sopé das escarpas) ajudam a evitar o entupimento das cavidades geradas.

Como são rochas de natureza rúptil, apresentam alto grau de fraturamento, especialmente em zonas de dobras e de falhas tectônicas. São zonas de maior stress estrutural, onde a água meteórica infiltra

nessas fraturas e falhas de alívio, desestabilizando os planos de foliação/acamamento e causando colapsos localizados e/ou deslizamentos. Foram observadas reentrâncias sob rocha em locais na qual as camadas de quartzito se encontram inclinadas de forma contrária à topografia ou sub-verticalizadas. Todas as cavidades encontradas em rochas quartzíticas foram desenvolvidas a partir de estruturas de fratura/falha associadas ao plano de acamamento, sendo os fatores estruturais e circulação de água os mais evidentes na espeleogênese.

A água meteórica que infiltra por entre falhas e fraturas pode influenciar no intemperismo da mica e causar erosão de grãos de quartzo, de forma semelhante ao modelo de *sand piping* (MARTINI, 1987). Esse modelo pressupõe a formação inicial de zonas lineares de porosidade e permeabilidade aumentadas na interseção de fraturas com planos de foliação e/ou acamadamento, e enfraquecidas mecanicamente pela dissolução de diminutas quantidades de sílica. Os grãos de quartzo são então erodidos e formam condutos (CORRÊA NETO & FILHO, 1997).

6.1.5.3.7 Considerações Finais

De um ponto de vista geral, a maioria das cavidades presentes nas proximidades da área de influência direta do empreendimento são ocorrências restritas espacialmente, caracterizadas como feições epigenéticas geradas em litologias de médio a baixo potencial espeleológico, de gênese dominada por fatores geomórficos e estruturais.

As cavidades são caracterizadas como cavidades epigenéticas, com desenvolvimento associado à evolução morfológica do relevo e pela ação de erosão e intemperismo dos maciços rochosos, em especial contribuição de águas provindas da zona de recarga hídrica e de cursos de água intermitente. Não foram identificadas feições de dissolução e a espeleogênese ocorre em rochas siliciclásticas fraturadas e com descontinuidades horizontais, como planos de acamamento e laminações.

As principais feições espeleológicas identificadas foram o Abrigo Casa de Pedra de São Paulo e Caverna da Grimpa, por serem sítios arqueológicos relevantes, a Caverna da Raizinha, com desenvolvimento horizontal de 60m e com observação de fauna, e a Ponte de Pedra, devido à sua utilização recreativa. Para estas feições, recomenda-se a realização de monitoramento durante as fases de implantação do empreendimento a fim de identificar possíveis impactos ocasionadas à estrutura das cavidades (ver item 8.3.20 para o Programa de Proteção de Cavidades). O monitoramento se justifica, caso essas áreas venham a receber em suas proximidades à instalação de canteiros de obra, acessos para circulação de máquinas e equipamentos pesados ou necessidade de uso de explosivos, atividades que podem interferir nas cavidades, dependendo da sua proximidade.

As demais feições identificadas representam abrigos, reentrâncias e fendas de pouca expressividade e de pequeno desenvolvimento horizontal, com até 3,7m e abertura de decimétrica a métrica. As estruturas associadas a estas feições espeleológicas são locais e restritas à área de influência da própria cavidade, sem prolongamentos ou extrapolações. Associadas a isso nota-se que localizadas em paredões rochosos e vertentes de cursos de água e a espeleogênese é originada da movimentação de blocos, intemperismo físico e erosão.

Assim, a possível ocorrência de impacto pode ser mitigada por meio da adoção de programas de controle de erosão e de vibração que podem ocorrer durante a implantação do empreendimento.

Embora não seja o objetivo deste levantamento espeleológico, foi verificada em alguns pontos certa atividade faunística, observada pela presença de fezes de diferentes mamíferos, guano de aves e morcegos, além de colônias de morcegos e de nidificação de aves. Sendo assim, a fauna cavernícola foi analisada pela equipe responsável pelo meio biótico, e pode ser consultada no item 6.2.3.3 deste EIA.

6.1.6 Recursos Hídricos

6.1.6.1 Objetivos

Hidrologia e Hidrogeologia

- Caracterizar o regime hidrológico da sub-bacia da área de estudo;
- Identificar todos os corpos d'água que interceptam o empreendimento, nascentes e áreas hidrologicamente sensíveis (áreas úmidas e alagáveis);
- Caracterizar a hidrogeologia dos aquíferos, com ênfase nos níveis d'água, condutividade hidráulica e pontos de recarga hídrica e identificação dos principais usos atuais e potenciais com mapeamento em escala adequada.
- Identificar e justificar a necessidade de rebaixamento do lençol freático para a execução das atividades, com a localização das áreas, destacando aquelas potencialmente contaminadas se couber.

Qualidade das Águas Superficiais

- Identificar a bacia hidrográfica e a topografia onde o empreendimento estará inserido.
- Identificar por meio de dados/eventos cronológicos se há ocorrência de problemas relativos à drenagem na área de influência.
- Identificar a demanda e a capacidade de atendimento da micro e macrodrenagem.
- Descrição das técnicas construtivas e dos instrumentos de drenagem adotados pelo empreendimento para mitigar os impactos gerados.
- Avaliar a qualidade física, química e biológica da área de influência direta, por meio de dados primários obtidos mediante uma rede amostral, considerando o monitoramento por sazonalidade.

Qualidade das Águas Subterrâneas

- Caracterizar as águas subterrâneas do local de implantação do projeto por meio de análises físicas e químicas. Baseada em dados primários obtidos por meio de uma campanha de monitoramento.

6.1.6.2 Metodologia

6.1.6.2.1 Hidrologia e Hidrogeologia

A caracterização da hidrologia e hidrogeologia foi obtida, inicialmente, por meio do banco de dados secundários, constituídos por estudos e levantamento geográficos realizados por órgãos públicos federais (Agência Nacional da Água, Serviço Geológico do Brasil e Ministério do Meio Ambiente) e literatura da região.

A partir desse banco de dados foi possível realizar o levantamento das nascentes presentes na ADA, assim como o mapeamento dos principais rios, por meio dos dados geoespaciais fornecidos pela Fundação Brasileira de Desenvolvimento Sustentável (FBDS) e do Instituto de Terras do Mato Grosso (INTERMAT). Em relação à identificação das áreas hidrologicamente sensíveis (área úmidas) foi realizado o mapeamento por meio de imagens de satélite (Google Earth,Bing, ERSI e LANDSAT 8), sendo consideradas todas as áreas identificadas como potencialmente úmidas, uma vez que para a classificação mais detalhada são necessários estudo específico (flora, fauna e pedologia) em cada uma das feições mapeadas. Destaca-se, ainda, que não foram considerados os reservatórios artificiais como área úmida.

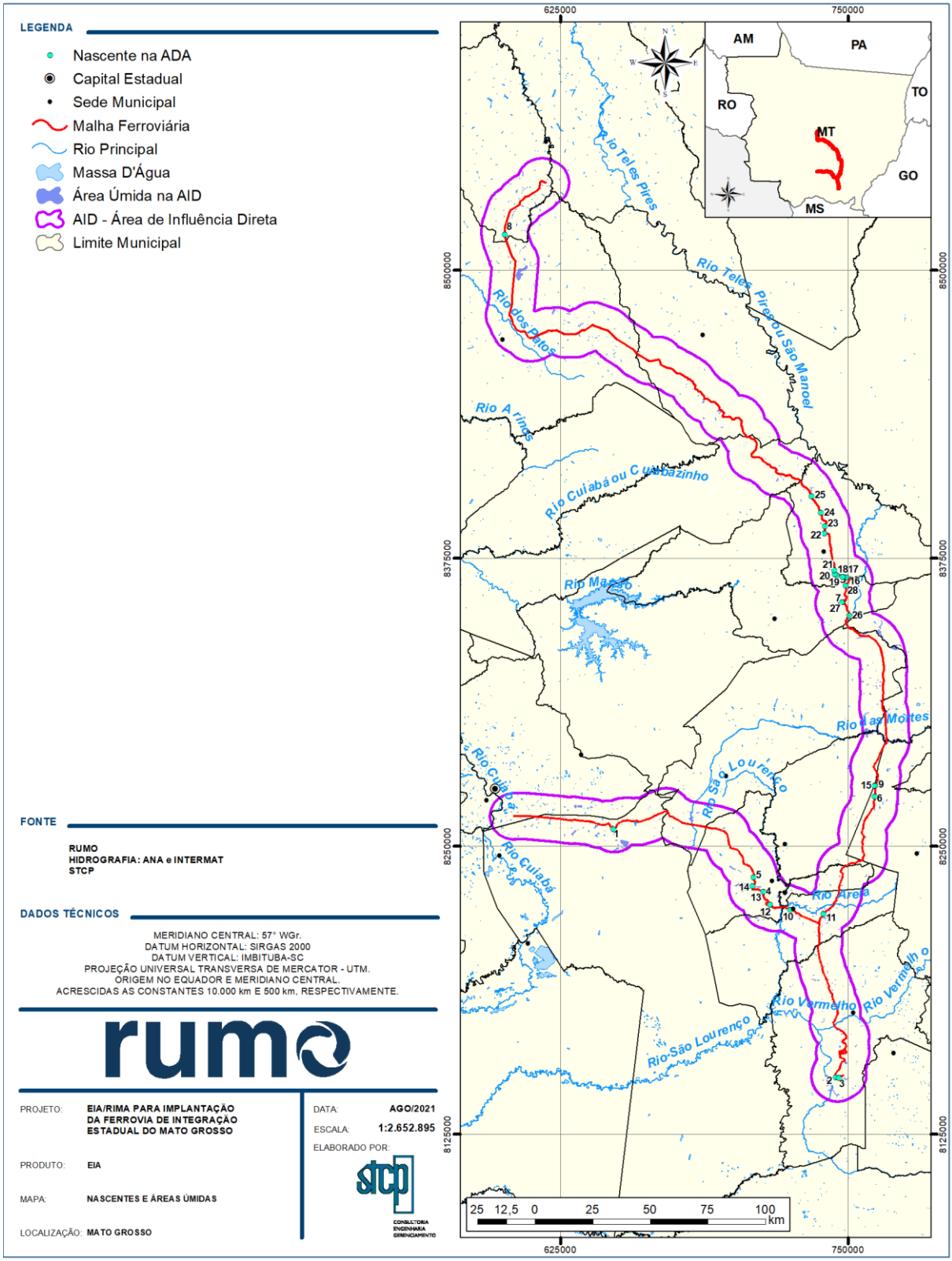
Visando à caracterização hidrogeologica, foi utilizado o sistema de informações de águas subterrâneas - SIAGAS, desenvolvido pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM, por meio do qual se obteve um total de oitocentos e nove (809) poços instalados na AID, utilizados para a caracterização dos aquíferos da região, com ênfase nos níveis d'água estáticos e a identificação dos principais usos (Figura 6.1.124).

6.1.6.2.1.1 Potenciais áreas de zona de recarga

A recarga dos aquíferos é um fenômeno natural e essencial para a manutenção dos recursos hídricos, que ocorre por meio da precipitação que infiltra no solo até alcançar o nível da água, sendo que as taxas de percolação são influencias pelo uso e o manejo do solo.

Para a determinação da zona recarga na área de influência direta (AID) foi utilizado a análise de multicritério por meio do geoprocessamento, conforme é apresentado na metodologia definida por UFV (2020), Achu *et al.* (2019) e Allafta *et. al* (2020). Desta forma, foram considerados como dados de entrada: balanço hídrico, declividade, pedologia, uso do solo e distância à hidrografia. Cada informação é representada por um *layer*, que apresenta um peso específico para a determinação das zonas de recarga, conforme apresentado na Tabela 6.1.24.

Figura 6.1.124. Mapa de localização dos poços da CPRM identificados na AID



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021)

Tabela 6.1.24. Dados de entrada para determinação da zona de recarga

PARÂMETRO	OBSERVAÇÃO	FONTE	ESCALA
Balanço hídrico	Obtido a partir dos dados de precipitação e da evapotranspiração da série histórica de 1981 a 2010	TerraClimate	1:4.000
Declividade		Topodata	1:250.000
Pedologia		IBGE	1:250.000
Uso do solo		IBGE	1:250.000
Distância à hidrografia		HAND – INPE	1:1.000

Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Os dados das camadas foram convertidos em valores qualitativos, sendo que quanto maior o valor do atributo maior a tendência em representar uma zona de recarga. Por exemplo, a declividade foi classificada em cinco (05) grupos, sendo que quanto mais plana é a área, maior é a tendência de a precipitação infiltrar e recarregar o aquífero. À medida que a declividade aumenta, maior é a tendência de gerar escoamento superficial, desta forma, áreas com declividades menores do que 5% apresentaram os maiores valores qualitativos (Tabela 6.1.25). A mesma lógica foi aplicada para as demais informações, por exemplo, para o uso do solo foram consideradas as áreas de vegetação como áreas de maiores pesos, enquanto áreas antrópicas não agrícolas como as áreas menos suscetíveis à recarga do aquífero (Tabela 6.1.26). Para a classificação das áreas com base na pedologia, foi utilizada a classificação hidrogeologica definida por Sartori (2004), onde os solos foram agrupados classificados de 1 a 4, representando a tendência à alta taxa de infiltração (Tabela 6.1.27). A classificação dos grupos segundo distância à hidrografia se baseou na premissa de que quanto mais próximo a área se encontra dos corpos hídricos, maior é a efetividade na infiltração (Tabela 6.1.28). E, por fim, o balanço hídrico foi obtido a partir da álgebra dos dados de precipitação (entrada) e de evapotranspiração (saída), das séries históricas de 1981 a 2010, sendo que quanto maior é o balanço hídrico, ou seja, volume precipitado maior que o evaporado, maior é o peso atribuído à área, visto que há maior volume de água disponível para a recarga.

Tabela 6.1.25. Classificação qualitativa da declividade

DECLIVIDADE	PESO
<5%	5
5-10%	4
10-15%	3
15-20%	2
>20%	1

Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Tabela 6.1.26. Classificação qualitativa do uso do solo

USO DO SOLO	PESO
Água	5
Áreas de vegetação	4
Culturas temporárias	3
Áreas antrôpicas agrícolas	2
Áreas antrópicas não agrícolas	1

Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Tabela 6.1.27. Classificação qualitativa da pedologia.

SOLO	GRUPO	PESO
Cambissolos Distrófico	D	1
Cambissolo Eutrófico	D	1
Plintossolo Conceciónario	D	1
Plintossolo Distrófico	D	1
Gleissolo Distófico	D	1
Latossolo Vermelho-Amarelo Distrofíco	A	4
Latossolo Vermelhor Distrofíco	A	4
Organossolo	D	1
Argissolo Vermelho Amarelo Distrofíco	B	3
Argissolo Vermelho Amarelo Eutrofíoco	B	3
Argissolo Vermelho Eutrófico	B	3
Neossolo Distrofico	D	1
Neossolo Eutrofico	D	1
Neossolo Quartzarênicos	B	3
Neossolo Flúvicos	C	2

Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Tabela 6.1.28. Classificação qualitativa da distância à hidrografia

DECLIVIDADE	PESO
0-25	5
25-50	4
50-100	3
100-300	2
300-600	1

Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Tabela 6.1.29. Classificação qualitativa do balanço hídrico

DECLIVIDADE	PESO
991-1175	5
439 - 623	4
623 - 807	3
439-623	2
255 - 439	1

Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Após a atribuição de valores para os dados espaciais, as camadas foram rasterizadas para que fosse possível utilizar a Calculadora Raster no QGIS 3.18, atribuindo os pesos de cada camada (Tabela 6.1.30), conforme apresentado na equação abaixo. O peso das camadas foi determinado por UFV (2020), por meio da metodologia de *Analytic Hierarchy Process* (AHP) de Saaty (1987). Destaca-se que o potencial pedológico resulta a soma das camadas de pedologia e uso do solo.

$$ZR = Potencial\ pedológico\ x\ 0{,}334 + Balanço\ hídrico\ x\ 0{,}254 + Distância\ à\ hidrografia\ x\ 0{,}167 + Declividade\ x\ 0{,}24 \quad (1)$$

Tabela 6.1.30. Peso das camadas utilizadas para determinar as potenciais zona de recarga

PARÂMETRO	PESO
Balanço hídrico	25,4%
Declividade	24,5%
Pedologia	33,4%
Uso do solo	
Distância à hidrografia	16,7%

Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

6.1.6.2.2 Qualidade das Águas Superficiais

A implementação e a operação do empreendimento podem causar alterações nas dinâmicas ambientais da qualidade das águas, principalmente superficiais. Assim sendo, estabeleceram-se vinte e dois (22) pontos para coleta de água superficial e amostragem de sua qualidade, visando o levantamento de dados primários para o diagnóstico em questão. Os pontos foram definidos preliminarmente levando em consideração a ADA e AID do empreendimento, bem como os recursos hídricos transpassados pela malha ferroviária e os acessos aos mesmos. A 0 apresenta as informações pertinentes aos pontos e a Figura 6.1.125 mostra a localização dos mesmos.

A primeira campanha de monitoramento de água superficial ocorreu entre os dias 23/02/2021 e 04/03/2021 ao passo que a segunda campanha de monitoramento de água superficial ocorreu entre os dias 08/06/2021 e 17/06/2021. De acordo com a caracterização de clima realizada conforme a classificação de Köppen e Geiger, a área de estudo apresenta clima tropical Aw, com estação chuvosa no verão, período em que ocorreu a 1ª campanha de coleta; e estação seca no inverno, onde ocorreram as coletas para a 2ª campanha de monitoramento.

As coletas foram realizadas por técnico devidamente habilitado. A execução das amostragens foi orientada pelas normas da ABNT, a NBR 9897 – Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores – Procedimento; e a NBR 9898 – Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores – Procedimento, além de serem observadas as orientações do *Standard Methods for the Water and Wastewater* da Associação Americana de Saúde Pública (APHA). Assim, as amostras foram identificadas, refrigeradas e enviadas para análise no laboratório Control Laboratório de Análises Ambientais, localizado em Cuiabá – MT.

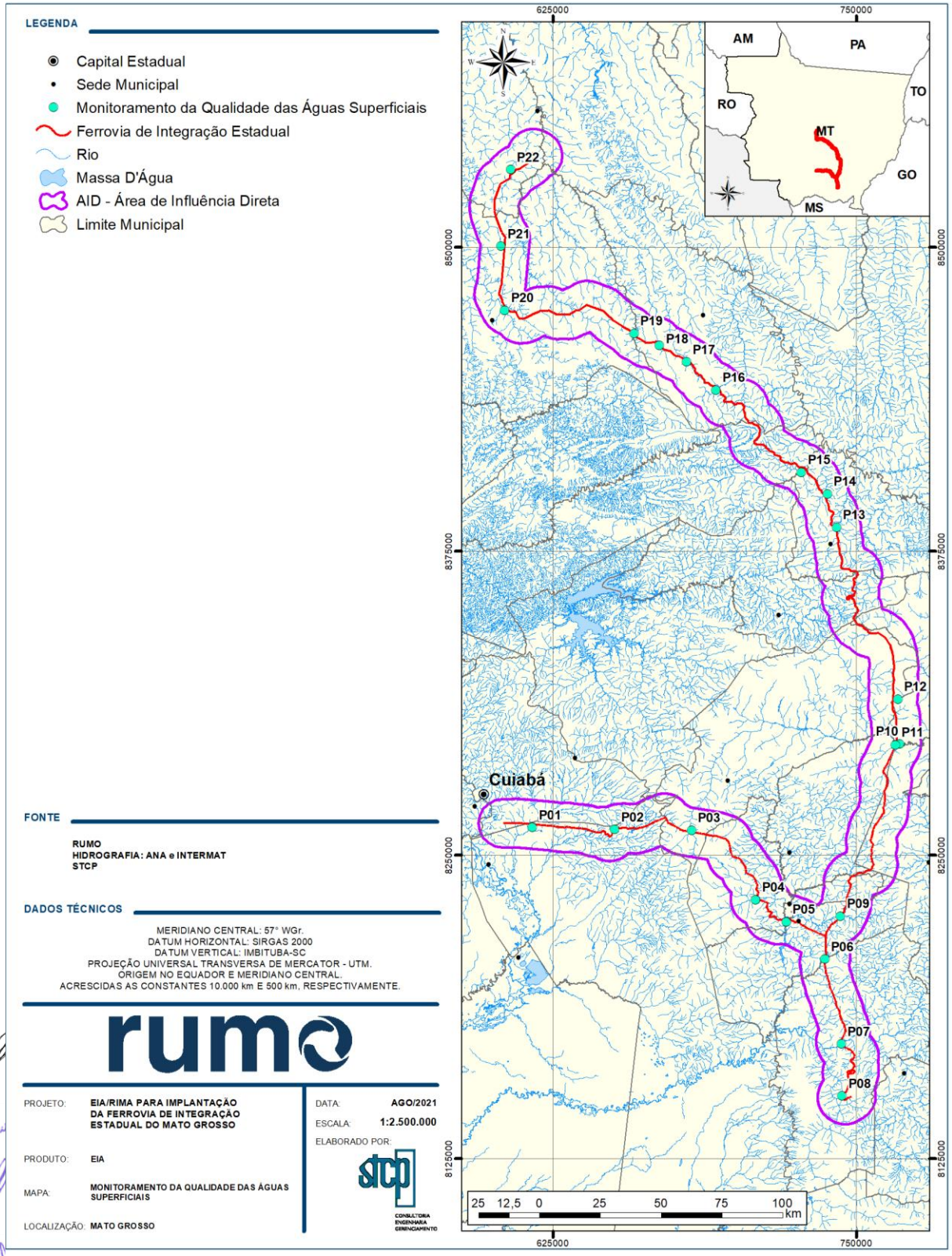
Tabela 6.1.31. Pontos de Amostragem da Qualidade da Água Superficial.

PONTO	CORPO HÍDRICO	MUNICÍPIO	COORDENADAS (UTM) 21S	
			E	N
P 1	Rio Aricá-Açu	Santo Antônio do Leverger	616633.92	8261319.95
P 2	Rio Aricá-Mirim	Santo Antônio do Leverger	650548.00	8260463.00
P 3	Rio das Mortes	Campo Verde	682106.28	8260108.40
P 4	Córrego Formoso/ Cachoeira da Mulata	Jaciara	708510.00	8231584.00
P 5	Rio São Lourenço	Jaciara	721104.03	8222412.70
P 6	Rio Tugore	Juscimeira	736938.36	8207139.86
P 7	Rio Vermelho	Rondonópolis	743744.00	8172240.00
P 8	Ribeirão Ponte da Pedra	Rondonópolis	743974.00	8150872.00
P 9	Rio Areial	Juscimeira	743372.02	8224803.52
P 10	Rio das Mortes	Poxoréu	767678.35	8295632.24
P 11	Rio das Mortes	Poxoréu	766079.00	8295289.00
P 12	Ribeirão Ximbica	Primavera do Leste	766988.50	8314091.48
P 13	Ribeirão Bananal/ Cachoeira Salto do Bananal	Planalto da Serra	741807.26	8384773.25
P 14	Ribeirão Poção	Planalto da Serra	737993.00	8398523.00
P 15	Rio Piabas	Rosário Oeste	727325.00	8407424.00
P 16	Ribeirão Beija-flor	Rosário Oeste	692233.97	8441286.63
P 17	Ribeirão Moderno	Nova Mutum	680029.97	8452806.24
P 18	Rio Verde	Nova Mutum	668842.41	8459730.79
P 19	Ribeirão do Alegre	Nova Mutum	658383.42	8464598.53
P 20	Rio dos Patos	Nova Mutum	605152.67	8474103.01
P 21	Ribeirão São Manuel	Nova Mutum	603667.00	8500409.00
P 22	Ribeirão da Piranha	Lucas do Rio Verde	607681.00	8531943.00

Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Os parâmetros analisados em laboratório foram: coliformes termotolerantes, demanda bioquímica (DBO), *Escherichia coli*, fósforo total, nitrogênio total, óleos e graxas, oxigênio dissolvido, salinidade, sólidos dissolvidos totais, sólidos sedimentáveis, sólidos totais e turbidez. Os parâmetros pH, temperatura e a condutividade elétrica foram medidos *in loco* com o uso de multiparâmetro da marca AKSO, modelo AK88, calibrado em 26/01/21 conforme Certificados de Calibração no 106880 (com validade até 26/01/2022) (Anexo 6.1.1).

Figura 6.1.125. Mapa dos pontos de amostragem da qualidade das águas superficiais



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

As amostras encaminhadas ao laboratório foram qualificadas, em sua maioria, de acordo com o *Standard Methods for the Water and Wastewater.* A Tabela 6.1.32 apresenta os métodos analíticos utilizados e os limites de quantificação para cada parâmetro.

Tabela 6.1.32. Métodos analíticos e limites de quantificação

PARÂMETRO	MÉTODO ANALÍTICO	LIMITE DE QUANTIFICAÇÃO	UNIDADE
Coliformes termotolerantes	SMEEWW 9222 D	1,00	UFC/100mL
DBO	SMEWW 5210 B	1,76	mg/L
Escherichia coli	SMEWW 9222 B	1,00	mg/L
Fósforo Total	SMEWW 4500-P E	0,06	UFC/100mL
Nitrogênio Total	IT-LAB 238	0,60	mg P/L
Óleos e Graxas	IT-LAB 220	-	mgN/L
Oxigênio Dissolvido	SMEWW 4500-O C	0,89	-
Salinidade	SMEWW 2520 B	0,10	mgO2/L
Sólidos Dissolvidos Totais	SMEWW 2540 C	30,7	‰
Sólidos Sedimentáveis	SMEWW 2540 F	0,10	mg/L
Sólidos Totais	SMEWW 2540 B	36,3	ml/L.H
Turbidez	SMEWW 2130 B	0,11	mg/L

Fonte: Control Laboratório de Análises Ambientais (2021). Adaptado por STCP Engenharia de Projetos Ltda., 2021.

Com o objetivo de assegurar a qualidade das águas superficiais, a Resolução CONAMA 357 de 2005, dispõe sobre a classificação dos corpos hídricos em classes quanto aos seus usos preponderantes e estabelece limites para vários parâmetros de acordo com cada classe. Para as águas doces a Resolução define cinco classes: Classe especial, Classe 1, Classe 2, Classe 3 e Classe 4.

Os corpos hídricos do Estado do Mato Grosso, monitorados no presente estudo, não apresentam enquadramentos específicos, assim, conforme disposto na CEHIDRO nº 109 de 13 de novembro de 2018, os corpos d'água monitorados serão classificados como Classe 2 por ainda não terem sido enquadrados por autoridade competente.

> Art. 17. 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 referência 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, desde que não acarrete uma piora na qualidade da água existente no manancial.
> (...)
> § 2º Até que a autoridade outorgante tenha informações necessárias à definição prevista no parágrafo anterior e estabeleça a classe correspondente, poderá ser adotada, para a águas doces superficiais, a classe 2.

Desta forma, os resultados dos parâmetros analisados foram comparados com os padrões de qualidade estabelecidos na Resolução CONAMA 357/2005 para águas doces de Classe 2.

6.1.6.2.2.1 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 6.1.33), e é obtido pela equação 2 e Figura 6.1.126.

Tabela 6.1.33. Parâmetros e pesos para o índice de qualidade da água.

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 (2021).

$$IQA = \prod_{i=1}^{n} q_i^w i \qquad (2)$$

Onde:

IQA = Índice de qualidade das águas.

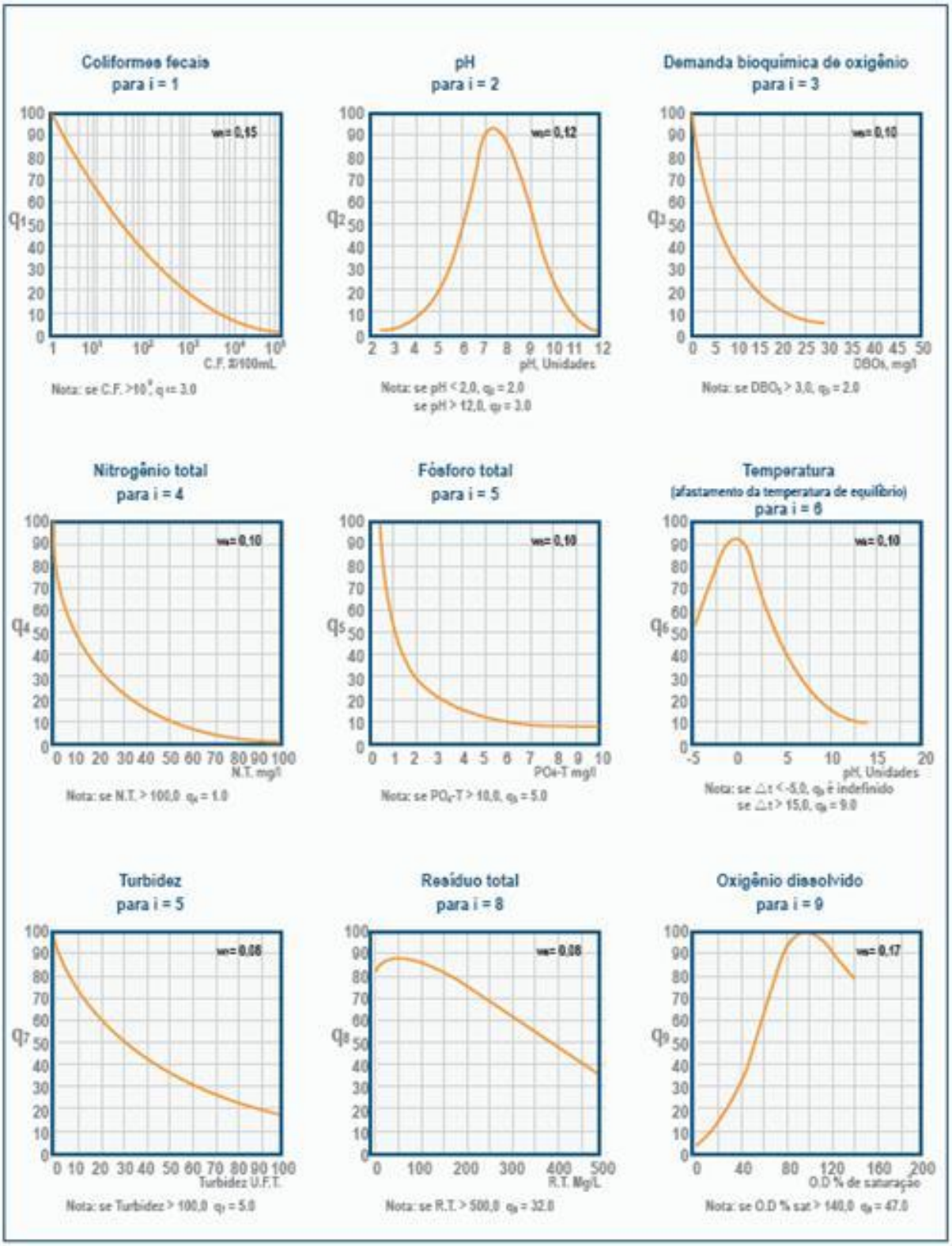
q_i= qualidade do i-ésimo parâmetro. Valor obtido a partir do gráfico de qualidade em função da sua concentração.

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

$$\sum_{i=1}^{n} w = 1 \qquad (3)$$

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

Figura 6.1.126. Curvas médias para o valor de qualidade (q) obtidos com base na concentração



Fonte: ANA (2021).

De acordo com a ANA (2021), os valores de IQA são classificados por faixas, sendo que para o Estado do Mato Grosso, as faixas e as suas interpretações são apresentadas na Tabela 6.1.34.

Tabela 6.1.34. Avaliação dos valores do índice de qualidade da água (IQA) para o Mato Grosso.

FAIXA	AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA
91-100	Ótima
71-90	Boa
51-70	Razoável
26-50	Ruim
0-25	Péssima

Fonte: Adaptado da ANA (2021).

6.1.6.2.3 Qualidade das Águas Subterrâneas

Para a avaliação da qualidade da água subterrânea foi realizado o monitoramento de 10 poços de captação de água subterrânea (Tabela 6.1.35), localizados na área de influência do empreendimento. Os poços de captação amostrados estão localizados dentro de propriedades privadas, e são utilizados pelos proprietários para fins domésticos (Figura 6.1.127).

A caracterização da qualidade da água englobou a análise dos parâmetros apresentados na Tabela 6.1.36. As amostras encaminhadas ao laboratório foram qualificadas, em sua maioria, de acordo com o *Standard Methods for the Water and Wastewater.*

A Resolução CONAMA 396 de 2008 dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e estabelece limites para diversos parâmetros considerando-se os usos preponderantes do poço em questão. Para fins de comparação, serão utilizados os VMPs (valor máximo permitido) relativos ao uso da água para consumo humano, o qual representa padrões mais restritivos que os demais usos.

Tabela 6.1.35. Pontos de Amostragem de Qualidade da Água Subterrânea

PONTO	MUNICÍPIO	COORDENADAS UTM (21S)	
		E (M)	N (M)
PO1	Jaciara	712087,4	8230406
PO2	Rondonópolis	743744	8172240
PO3	Juscimeira	743372	8224803
PO4	Juscimeira	721803,9	8222419
PO5	Poxoréu	761777	8276529
PO6	Poxoréu	764823,8	8293362
PO7	Primavera do Leste	769255,2	8313596
PO8	Lucas do Rio Verde	603879	8528536
PO9	Lucas do Rio Verde	616709	8536469
PO10	Santa Rita do Trivelato	676446,1	8450507

Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

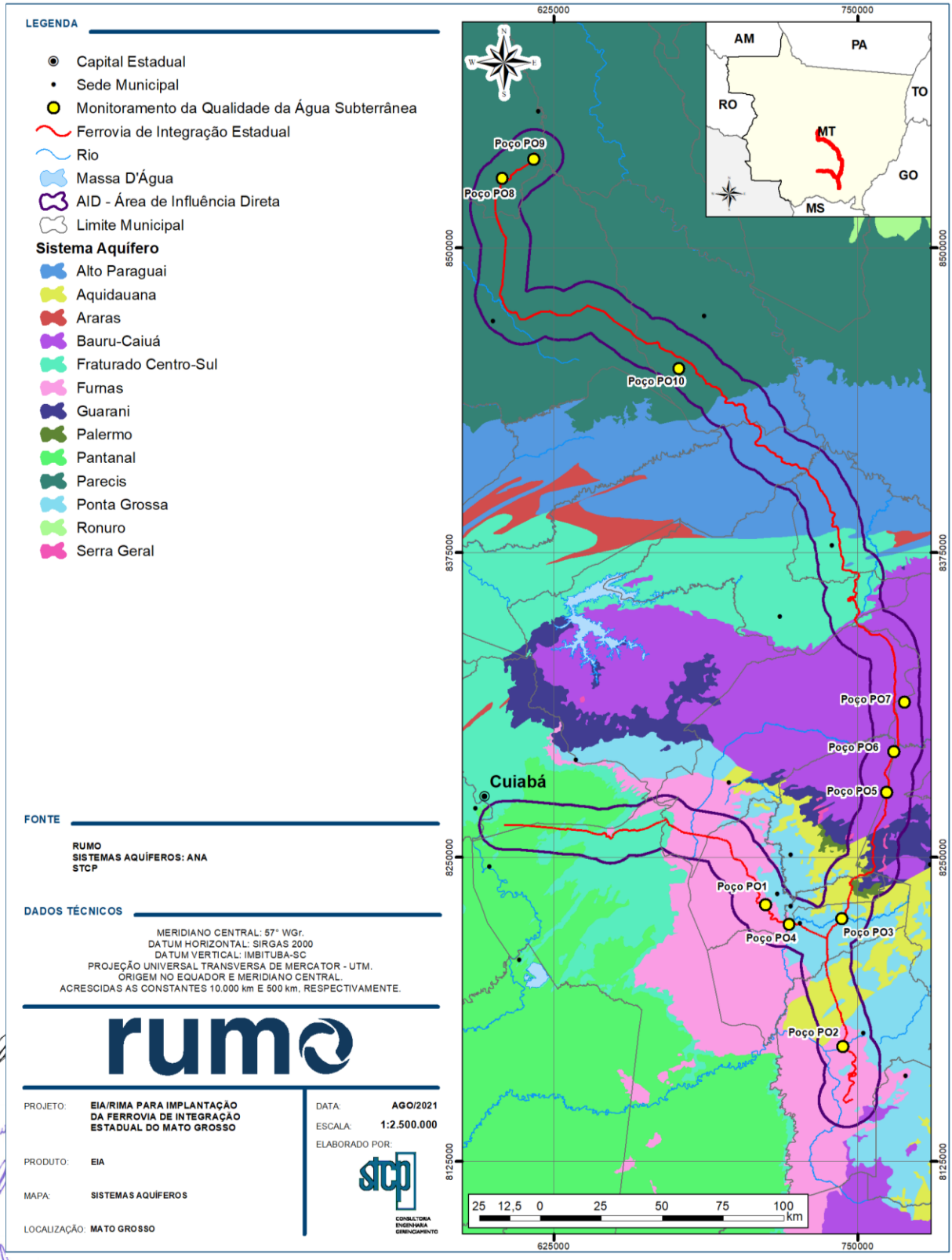
Tabela 6.1.36. Métodos Analíticos e Limites de Quantificação

PARÂMETRO	MÉTODO ANALÍTICO	LIMITE DE QUANTIFICAÇÃO	UNIDADE
Alcalinidade Carbonatos	SMEWW 2320 B	2,73	mg CaCO3/L
Alumínio Total	SMEWW 3500-Al B	0,015	mgAl/L
Cálcio	SMEWW 3500-Ca B	1,04	mg CaCO3/L
Cloreto	SMEWW Cl B	2,97	mg Cl-/L
Cobre Total	IT-LAB-52	0,008	mgCu/L
Cor Aparente	SMEWW 2120 C	0,62	U.C.
Dureza Total	SMEWW 2340 C	1,68	mg CaCO3/L
Ferro Total	IT-LAB-23	0,06	mgFe/L
Manganês	SMEWW 3500-Mn B	0,021	mg Mn/L
Nitrato (como N)	SMEWW 4500-NO3 B	0,08	mg NO3-N/L
Nitrito (como N)	SMEWW 4500-NO2 B	0,008	mgN-NO2-/L
Nitrogênio Total Kjeldahl	SMEWW 4500-N org B	1,35	mg N-NH3/L
Potássio	IT-LAB-202	0,12	mg/L
Sódio	IT-LAB-43	0,03	mgNa/L
Sólidos Dissolvidos Totais	SMEWW 2540 C	30,7	mg/L
Sulfato	SMEWW 4500-SO4-2 E	1,00	mg SO4-2/L
Zinco Total	SMEWW 3500-Zn B	0,066	mgZn/L
Chumbo Total	SMEWW 3030F/3120B	0,005	mg/L
Cromo Total	IT-LAB-316	0,05	mg Cr/L
Mercúrio	PR-Tb-FQ 391	0,0001	mg/L
Molibdênio	SMEWW 3030F/3120B	0,007	mg/L
Níquel	SMEWW 3030F/3120B	0,007	mg/L
Odor	SMEWW 2171 B	-	-
Prata	SMEWW 3030F/3120B	0,001	mg/L
Selênio	SMEWW 3030F/3120B	0,005	mg/L
Sulfeto de Hidrogênio	SMEWW 4500-S-2 H	0,006	mg/L
Vanádio Total	SMEWW 3030F/3120B	0,050	mg/L

Fonte: Control Laboratório de Análises Ambientais (2021). Adaptado por STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).



Figura 6.1.127. Mapa de poços subterrâneos existentes na área do empreendimento



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

6.1.6.3 Resultados

6.1.6.3.1 Hidrologia e Hidrogeologia

6.1.6.3.1.1 Caracterização das bacias e sub-bacias na área de estudo

O traçado da malha ferroviária está situado nas bacias hidrográficas do Rio Amazonas, do Rio Paraná e do Rio Tocantins (Figura 6.1.128) e nas sub-bacias do Alto Paraguai, Araguaia (trecho da Ilha do Bananal), Tapajós e Xingu e Paru (Figura 6.1.129). A Tabela 6.1.37 apresenta a área da ADA do empreendimento em cada bacia e sub-bacia. A seguir é apresentada a descrição das bacias localizadas dentro do empreendimento.

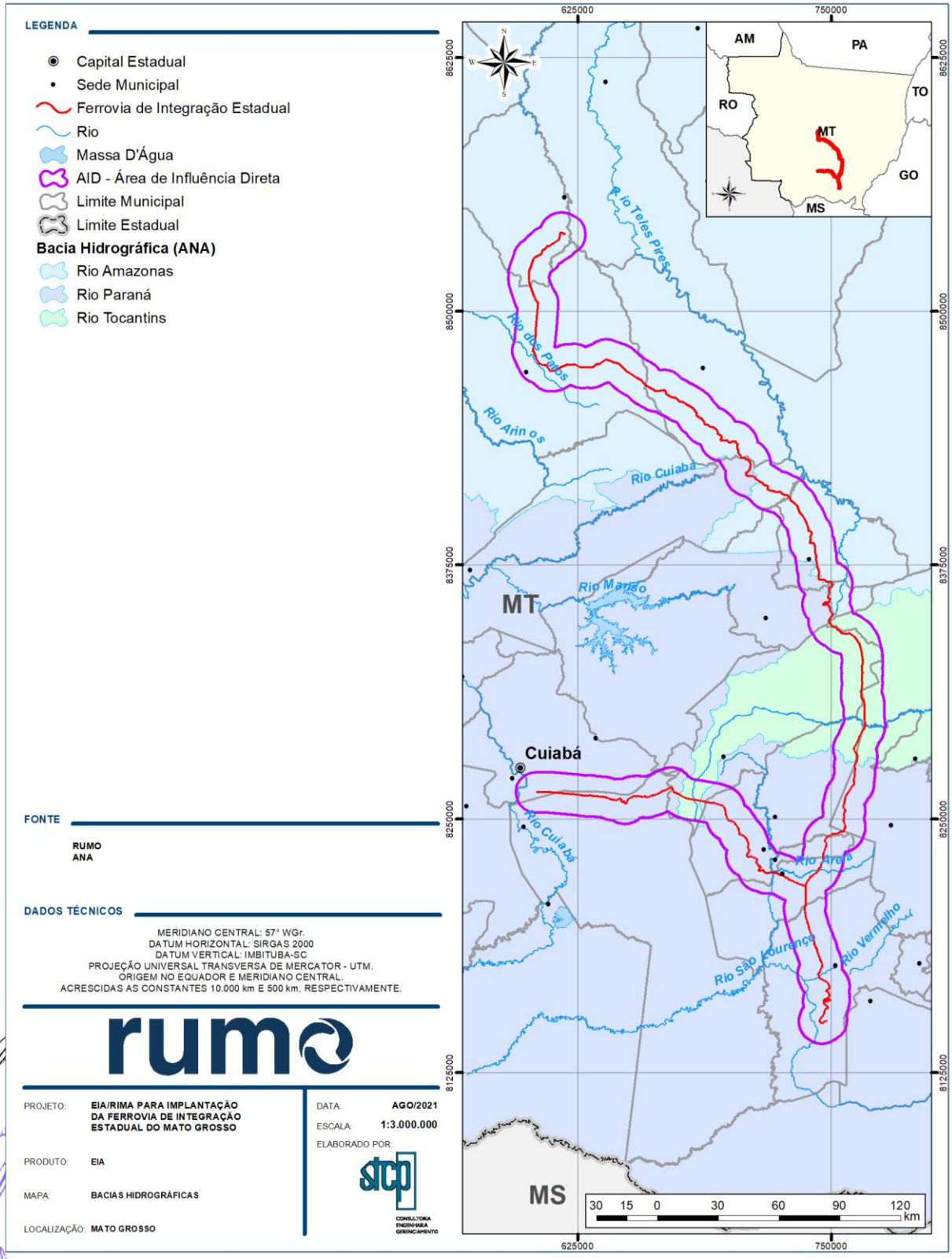
Bacia Hidrográfica do Rio Amazonas

A Bacia Amazônica constitui a mais extensa rede hidrográfica do mundo, abrangendo nove países da América do Sul (Brasil, Bolívia, Peru, Equador, Colômbia, Venezuela, República da Guiana, Suriname e Guiana Francesa), pouco mais de 6 milhões de Km² e uma população de cerca de 5,11 milhões de pessoas. O Brasil detém aproximadamente 64% da área da bacia hidrográfica do rio Amazonas, sendo que sua margem direita (MDA) engloba os estados do Pará, Amazonas, Acre, Rondônia e Mato Grosso, além de sete bacias hidrográficas afluentes de grande porte do Rio Amazonas - Xingu, Tapajós, Madeira, Purus, Juruá, Jutaí e Javari - ocupando área de 2,54 milhões de km², além de bacias menores situadas entre estas (ANA, 2012).

De acordo com informações do Plano Estratégico de Recursos Hídricos dos Afluentes da Margem Direita do Rio Amazonas (PERH - MDA, 2012), esta margem é também responsável por expressiva produção mineral, destacando-se ouro, cassiterita, bauxita, calcário, gás e petróleo (já explotado no Juruá e Urucu, e com grandes possibilidades em vários outros locais) além de jazidas de silvinita, gipsita, cobre e ouro ainda não explorados. Além disso, o estado possui importantes aquíferos responsáveis pela regularização natural das vazões de diversos dos rios que compõem a bacia e que nascem nas chapadas do Mato Grosso.

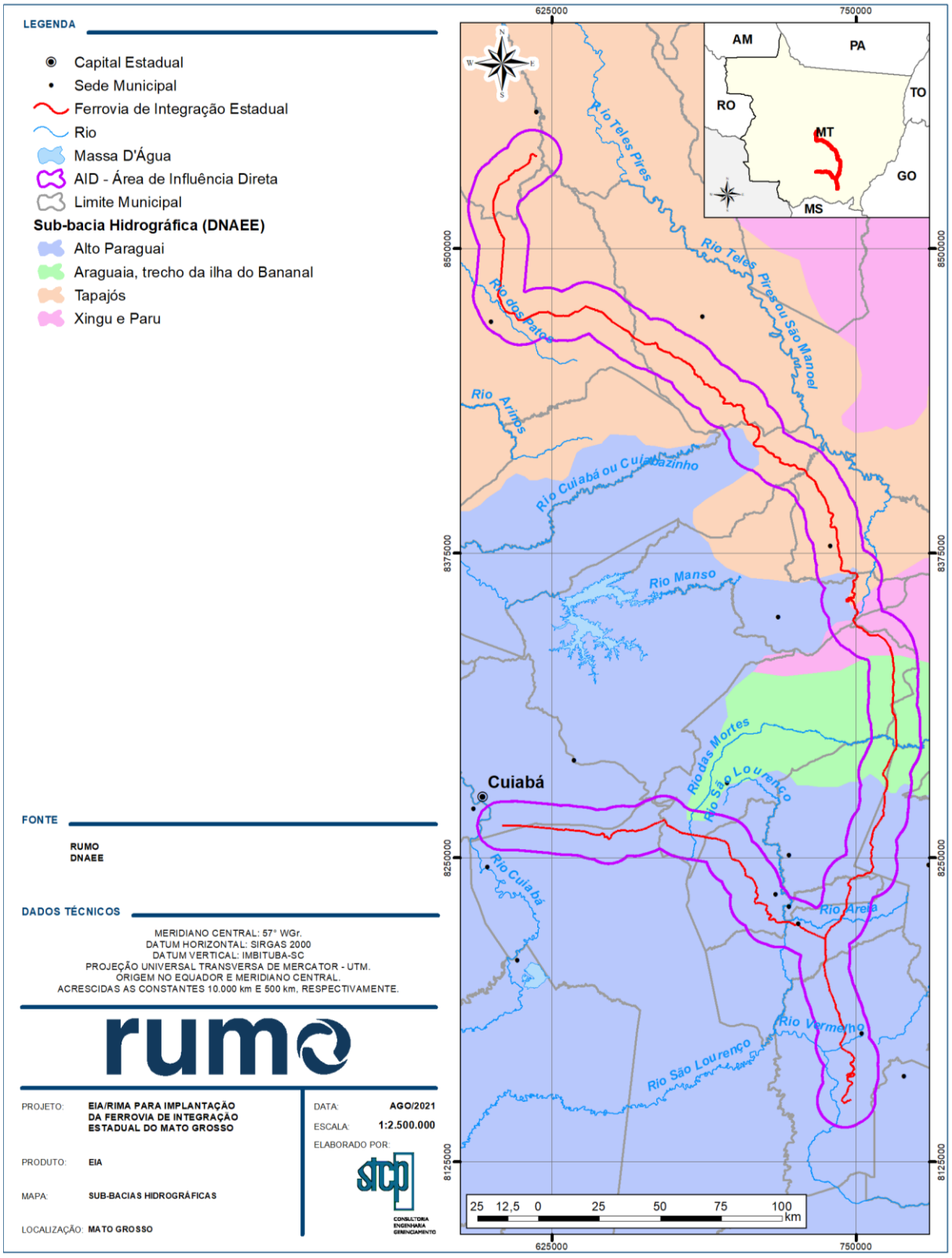
Na MDA há áreas de pecuária extensiva e agricultura, correspondentes aos terrenos pré-cambrianos existentes em Rondônia, Mato Grosso, Pará e Acre, que separam os terrenos sedimentares do sul da MDA daqueles da calha amazônica. Além disso, conta com rios navegáveis como os rios Madeira e Tapajós, sendo que o primeiro já é navegado comercialmente, abastecendo Porto Velho e escoando parte da produção agrícola de Rondônia e do oeste do Mato Grosso (ANA, 2012).

Figura 6.1.128. Mapa de Bacias Hidrográficas da Área do Empreendimento



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

Figura 6.1.129. Mapa de Sub-Bacias Hidrográficas da Área do Empreendimento



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

Tabela 6.1.37. Bacia e Sub-Bacia localizadas no empreendimento.

		ÁREA (ha)	
		ADA	AID
BACIA	Rio Paraná	3.435,38	668.839
	Rio Tocantins	782,86	178767,09
	Rio Amazonas	2.395,96	558079,26
SUB-BACIA	Araguaia, trecho da ilha do Bananal	492,58	111.591,96
	Alto Paraguai	3200,67	665.207,46
	Tapajós	2658,6	572.559,43
	Xingu e Paru	262,35	563.26,49

Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

No estado do Mato Grosso, a expansão da agricultura tecnificada, especialmente da soja, seguido de indústrias de processamento de carne e ração, que buscam a proximidade das fontes de alimentos (milho e soja, principalmente), são importantes setores usuários da água da bacia. Produtores rurais, localizados principalmente nos chapadões e planaltos da MDA no estado de Mato Grosso, buscaram a irrigação como forma de aumentar sua produção sem aumentar a área plantada, propiciando o cultivo intersazonal, com até cinco safras a cada dois anos, em uma região com períodos secos e chuvosos bem definidos (PERH - MDA, 2012).

Dentre as sub-bacias que compõem a bacia hidrográfica do rio Amazonas está a do rio Tapajós. Esta abrange 492.000 km^2 nos estados de Mato Grosso, Pará e Amazonas, com uma pequena porção em Rondônia, representando quase 6% do território brasileiro. Os principais afluentes do Tapajós são os rios Jamanxim, Crepori, Teles Pires e Juruena. As cabeceiras dos rios Juruena e Teles Pires estão em uma área de Cerrado, já bastante alterada, sendo gradativamente substituída pela floresta amazônica ao norte, ao longo de uma extensa área de transição, que se encontra altamente antropizada. À medida que se segue em direção ao rio Amazonas, predominam florestas ombrófilas abertas e florestas ombrófilas densas, com encraves de florestas estacionais, campos e campinaranas, e florestas aluviais ao longo dos rios (WWF, 2016).

Segundo levantamento do Ministério do Meio Ambiente, com base em imagens de satélite do ano de 2008, 382.266 km^2 (77,7%) da bacia está coberta por vegetação original. O tipo de uso mais frequente na bacia são pastagens, cobrindo 78.128,03 km^2, seguido por agricultura (47.309,31 km^2) e desmatamento (1.482,04 km^2). Em 2013, 19% da área de influência do Complexo Tapajós tinha sido desmatada, na sua maioria (76%) no estado de Mato Grosso.

Outra sub-bacia integrante da bacia do rio Amazonas é a dos rios Xingu e Paru. O rio Xingu nasce no encontro das Serras Formosa e do Roncador e está dividido basicamente em três compartimentos: Alto Xingu, Médio Xingu e Baixo Xingu. Este é um dos mais importantes rios que constituem a bacia amazônica, é caracterizado por águas claras e transparentes que drenam uma bacia hidrográfica de cerca de 509,685 km^2 com distintas condições hidrológicas, ecológicas e pressões antrópicas ao longo

de seu percurso. A bacia é limitada a oeste pela bacia do rio Tapajós e a leste pela bacia dos rios Araguaia-Tocantins (FILHO *et al.*, 2015).

As nascentes do rio Xingu e seus principais afluentes se encontram no setor norte do Mato Grosso, nos terrenos mais elevados situados ao sul dos divisores da Chapada dos Parecis. O rio desagua ao sul da Ilha de Gurupá no Estado do Pará e possui oito tributários principais, sendo eles, de montante para jusante: pela margem direita, Siuá-Miçu, Liberdade, Fresco e Bacajá; pela margem esquerda, Ronuro, Curuá, Maniçauá-Miçu e Iriri (LSIE, 2017).

No rio Xingu está instalado a Usina de Belo Monte, próximo ao município de Altamira-PA. Com capacidade instalada de 11.233,1 MW e quantidade média de geração de energia de 4.571 MW, Belo Monte se firma como a maior hidrelétrica 100% brasileira. No estado do Mato Grosso, a bacia hidrográfica do rio Xingu, tem forte poder econômico, pois abrange 30 municípios direta e indiretamente, onde as principais atividades são: agricultura, pecuária e a extração de madeira. Devido a esses fatores, a bacia tem se tornado um palco de investidores nacionais e internacionais, o que tem ocasionado transformações dos recursos naturais ao longo dos anos. O rio Paru é um corpo hídrico que nasce na serra do Tumucumaque, na fronteira com o Suriname, cruzando em toda a sua extensão o município de Almeirim-PA, até desaguar na margem esquerda do rio Amazonas (SANTOS, 2017).

Bacia Hidrográfica do Rio Tocantins

Com aproximadamente 2.400 km de extensão, o rio Tocantins é o segundo maior curso d'água totalmente brasileiro, ficando atrás somente dos cerca de 2.800 km do rio São Francisco. O Tocantins nasce entre os municípios goianos de Ouro Verde de Goiás e Petrolina de Goiás. Ele também atravessa Tocantins, Maranhão e tem sua foz no Pará perto da capital Belém. Apresenta, no seu trecho superior a médio, características de rio de planalto, enquanto no trecho médio a inferior, de planície. Os principais tributários do Tocantins, até sua confluência com o rio Araguaia, estão localizados em sua margem direita, sendo, de montante para jusante, os seguintes: Paranã, Manoel Alves, do Sono e Manoel Alves Grande. Depois da confluência com o Araguaia recebe, pela margem esquerda, o rio Itacaiúnas (ANA, 2020).

O rio também pode ser chamado de Tocantins-Araguaia, por se encontrar com o rio Araguaia entre Tocantins e Pará. As áreas de drenagem dos dois rios formam a Região Hidrográfica do Tocantins-Araguaia (RHTA), sendo considerada a maior bacia hidrográfica inteiramente brasileira. As grandes usinas hidrelétricas da RHTA estão no rio Tocantins e são, de montante para jusante, as seguintes: Serra da Mesa, Cana Brava, Peixe-Angical, Luís Eduardo Magalhães (Lajeado) e Tucuruí (ANA, 2020).

De acordo com o Plano Estratégico da Bacia Hidrográfica dos Rios Tocantins e Araguaia - PEBHTA (2009), o rio Araguaia, por sua vez, drena uma área de 385.060 km² e tem suas nascentes nos rebordos das Serra do Caiapó, entre Goiás e Mato Grosso, em altitude de 850 m. É tipicamente um rio de planície, percorrendo cerca de 2.000 km na cota de 90 m, quase paralelamente ao Tocantins e nele desemboca. Seu principal tributário é o rio das Mortes que o encontra pela margem esquerda.

A RHTA apresenta dois importantes biomas: a Floresta Amazônica, que ocupa a porção norte/noroeste da região (35% da área total), e o Cerrado (65%). Esses biomas apresentam grande diversidade de fauna e flora e uma ampla zona de transição (écotono). A região possui ainda uma área de drenagem de 918.822 km² (11% do país) e se estende na direção norte-sul, abrangendo os estados do Pará, Tocantins, Goiás, Mato Grosso e Maranhão, além do Distrito Federal, totalizando 409 municípios e uma população maior que 7,2 milhões de habitantes. O estado do Mato Grosso possui 135.302 km^2 de área inseridos na bacia do Rio Araguaia-Tocantins, contemplando 37 municípios (ANA, 2009).

As potencialidades de exploração econômica da região são expressivas, porém, as condições físicas e climáticas, associadas à atividade agropecuária, intensificam o desenvolvimento de processos erosivos na bacia, os quais se manifestam desde sulcos até voçorocas de extensão quilométrica e repercutem diretamente sobre o assoreamento dos corpos d´água. Os solos que apresentam maior suscetibilidade à erosão na RHTA, devido à sua baixa coesão e alta friabilidade, são os Neossolos Quartzarênicos, Litólicos e Flúvicos. Este é um aspecto relevante uma vez que ocupam cerca de 24% da área total da RHTA. No Mato Grosso predominam os focos erosivos de grande porte (CASTRO *et al*., 2004).

As áreas agrícolas ocupam aproximadamente 3,6% da RHTA e estão concentradas na parte sul da região, mais especificamente nas Unidades de Planejamento (UP) Alto e Alto Médio Araguaia, Alto Mortes e Alto Tocantins. Um aspecto crítico do processo de ocupação no bioma Amazônia na região é o desmatamento descontrolado. Dados do INPE, do período de 2000 a 2005, mostram que os municípios pertencentes à Amazônia Legal inseridos na RHTA, apresentaram uma expansão da área desflorestada de 39.607 km^2, atingindo, em 2005, 199.016 km^2. Os dados de 2005 mostram que dos 10 municípios que apresentaram maiores áreas desflorestadas 7 estão no estado do Pará e 3 no Mato Grosso (ANA, 2009).

Ainda, de acordo com o Plano Estratégico da Bacia Hidrográfica dos Rios Tocantins e Araguaia - PEBHTA (2009), a zona mato-grossense, no período de 1980 a 2003, foi a única que apresentou crescimento econômico significativamente superior à média da RHTA, o que se deve ao fato de que, antes desse período, as atividades produtivas eram inexpressivas e de que, posteriormente, a região integrou-se aos núcleos de expansão do agronegócio do Centro-Oeste. A maior parte da RHTA tem base econômica agropecuária e os municípios estão amplamente distribuídos, embora com concentrações maiores no Sul, principalmente em Goiás e Mato Grosso, e no Centro-Norte (nos territórios paraense e maranhense da região).

Na Região Hidrográfica, a demanda (vazão de retirada) de água é de 95 m³/s, sendo a irrigação de culturas temporárias como soja, feijão, algodão e cana-de-açúcar o principal uso consuntivo, totalizando 57 m³/s (60% do total). O segundo uso da água, em termos quantitativos, é para dessedentação animal, com 16 m³/s, seguido pelo abastecimento humano, com 14 m³/s. A predominância dos usos para irrigação e pecuária reflete o perfil econômico da região. Em 2025, a região hidrográfica deverá atingir uma demanda de 221 m³/s e a irrigação e pecuária continuarão como os principais usos, seguidos do abastecimento humano e do uso industrial (ANA, 2009).

Bacia Hidrográfica do Rio Paraná-Paraguai

A bacia dos rios Paraná-Paraguai possui 2.800.00 km², abrangendo a maior parte da região sudeste do Brasil, o Paraguai, o leste da Bolívia e o norte da Argentina. O rio Paraná é formado pela junção dos rios Grande e Paranaíba na região sudeste do Brasil, sendo considerado o segundo maior da América do Sul com 4.695 km e o décimo do mundo em descarga de água. O rio Paraná pode ser dividido em superior, alto, médio e baixo, cada uma com características geográficas, sociais e biológicas diferentes (AGOSTINHO *et al.*, 2008; LATRUBESSE *et al*., 2005).

O rio Paraguai tem origem no oeste da planície do Mato Grosso na região centro-sul do Brasil, 298 m acima do nível do mar. Recebe rios como o Cuiabá, São Lourenço, Pilcomayo e Bermejo, e é considerado o quinto mais longo da América do Sul com 2.550 km. O rio Paraguai atravessa os territórios do Brasil, Bolívia e Paraguai, antes de se encontrar com o rio Paraná, sendo dividido em alto e baixo rio Paraguai. O alto rio Paraguai é composto por duas regiões, as áreas altas e o Pantanal (CALCAGNOTTO e DESALLE, 2009).

A Bacia do Alto Paraguai delimita uma área de cerca de 600.000 km², abrangendo parte do território brasileiro, bem como parte dos territórios do Paraguai e da Bolívia. A porção brasileira desta bacia representa aproximadamente 61% de sua área total e corresponde a uma das doze regiões hidrográficas brasileiras, denominada RH-Paraguai, sendo limítrofe às Regiões Hidrográficas Amazônica, Tocantins-Araguaia e Paraná (ANA, 2018).

RH-Paraguai divide 48% de sua área no estado de Mato Grosso e 52% no estado de Mato Grosso do Sul, abrigando as sedes urbanas de 78 municípios (48 em Mato Grosso e 30 em Mato Grosso do Sul) e aproximadamente 2,39 milhões de habitantes, segundo estimativas oficiais do IBGE para 2016. A atividade agrícola ocupa aproximadamente 7% da área total da bacia (2,4 milhões de hectares) e se distribui principalmente no planalto. Os principais cultivos englobam soja, milho, cana de açúcar e algodão. A irrigação dessas áreas é responsável por cerca de um terço de todas as demandas de retirada hídrica (ANA, 2018).

6.1.6.3.1.2 Identificação dos corpos d' água, nascentes e áreas hidrologicamente sensíveis.

A identificação dos corpos d' água, nascentes e áreas hidrologicamente sensíveis são apresentadas em carta imagem, no Anexo 6.1.2.

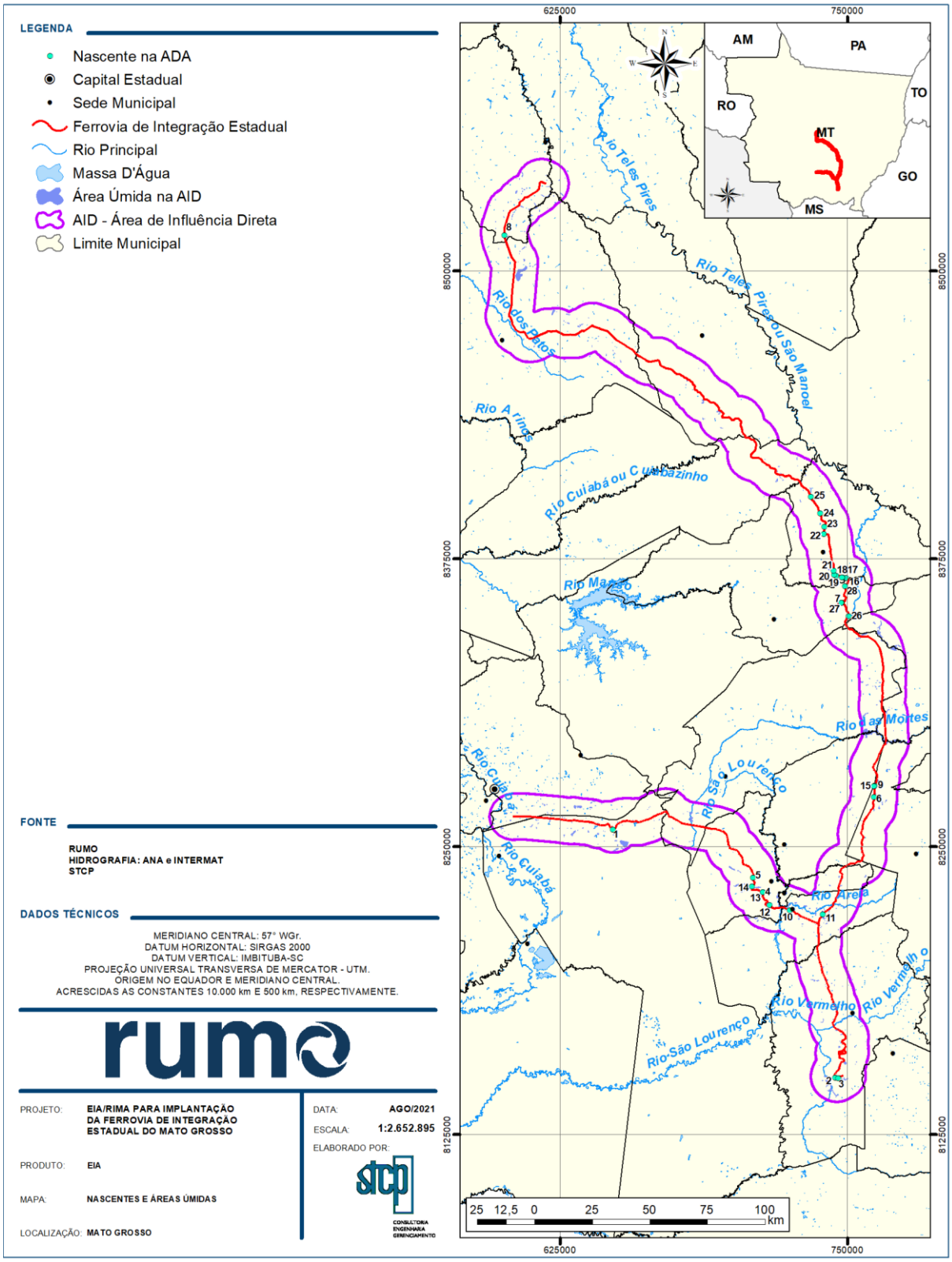
A partir do processo de mapeamento dos corpos d' água e das nascentes, por meio de imagens de satélite, foram identificadas 28 nascentes na área diretamente afetada (ADA), sendo que 08 (oito) delas foram identificadas a partir do banco de dados da INTERMAT e as outras 18 foram identificada a partir da Fundação Brasileira de Desenvolvimento Sustentável (FBDS) (Figura 6.1.130). Como parte da etapa de mapeamento dos corpos hídricos, foi realizada visita de campo em junho de 2021 a fim de averiguar as nascentes, como é apresentada na descrição a seguir. Destaca-se que durante as visitas, proprietários de terras da área de influência indicaram a localização de minas d' água que também serão apresentadas neste tópico.

Tabela 6.1.38. Localização das nascentes identificadas na área diretamente afetada (ADA).

ID	FONTE	MUNICÍPIO	TRECHO	COORDENADA X	COORDENADA Y
01	INTERMAT	Santo Antônio de Leveger	TCB-TCC	648.055,27	8.257.524,44
02	INTERMAT	Rondonópolis	TRO-TEL	744.458,98	8.149.669,39
03	INTERMAT	Rondonópolis	TRO-TEL	745.930,29	8.149.590,15
04	INTERMAT	Jaciara	TEL-TCB	713.055,94	8.230.321,33
05	INTERMAT	Jaciara	TEL-TCB	708.889,08	8.236.604,64
06	INTERMAT	Poxoreú	TEL-TMS	761.420,88	8.271.588,87
07	INTERMAT	Nova Brasilândia	TMS-TPS	747.241,67	8.356.018,19
08	INTERMAT	Lucas do Rio Verde	TNM-TLV	600.842,20	8.515.549,04
09	Identificada pelo proprietário	Poxoreú	TEL-TMS	761.607	8.276.556
10	Identificada pelo proprietário	Juscimeira	TMS-TPS	724.764	8.222.470
11	FBDS	Juscimeira	TEL-TMS	739116,12	8220668,353
12	FBDS	Jaciara	TEL-TCB	716085,44	8224612,968
13	FBDS	Jaciara	TEL-TCB	713089,678	8230312,945
14	FBDS	Jaciara	TEL-TCB	708470,717	8232727,755
15	FBDS	Dom Aquino	TEL-TMS	761285,881	8276332,714
16	FBDS	Planalto Da Serra	TMS-TPS	749111,093	8366842,008
17	FBDS	Planalto Da Serra	TMS-TPS	747610,902	8366884,342
18	FBDS	Planalto Da Serra	TMS-TPS	747460,59	8367028,92
19	FBDS	Planalto Da Serra	TMS-TPS	745002,137	8367751,621
20	FBDS	Planalto Da Serra	TMS-TPS	743961,629	8368008,559
21	FBDS	Planalto Da Serra	TMS-TPS	743792,04	8369798,204
22	FBDS	Planalto Da Serra	TPS-TPF	739523,615	8385920,986
23	FBDS	Planalto Da Serra	TPS-TPF	739671,781	8389061,596
24	FBDS	Planalto Da Serra	TPS-TPF	738036,639	8394800,806
25	FBDS	Planalto Da Serra	TPS-TPF	733986,703	8401969,594
26	FBDS	Nova Brasilândia	TMS-TPS	750245,519	8350154,223
27	FBDS	Nova Brasilândia	TMS-TPS	747266,921	8355953,44
28	FBDS	Nova Brasilândia	TMS-TPS	748792,511	8363100,027

Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

Figura 6.1.130. Localização das nascentes e das áreas úmidas



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

- Nascente 01

A nascente 01 está localizada no munícipio de Santo Antônio de Leverger e inserida na Área de Preservação Ambiental Estadual da Chapada dos Guimarães (APA). A região onde está localizada a nascente apresenta mata fechada, e conforme o geoprocessamento, utilizando como base a Ortofoto de 2020, a nascente possui 50 m de APP conforme definido no Código Florestal (Figura 6.1.130).

Figura 6.1.131. Nascente 01.



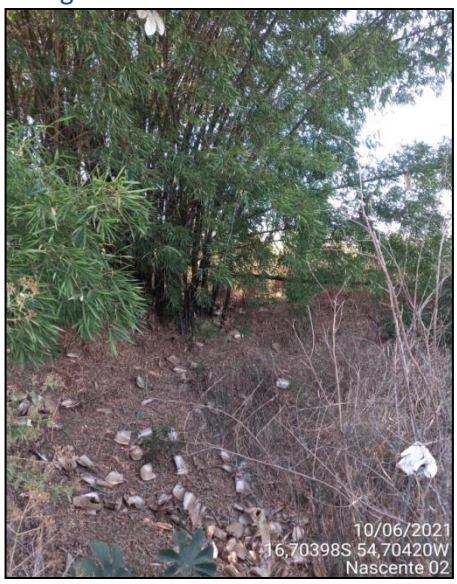


Fonte: STCP Engenharia de Projeto Ltda (2021).

- Nascentes 02 e 03

As Nascentes 02 e 03 estão localizadas na Fazenda Ijuí, em Rondonópolis (Figura 6.1.132 e Figura 6.1.133). A partir do banco de dados da INTERMAT havia sido identificado que essas nascentes estariam localizadas dentro da ADA, porém a partir da visita de campo foi identificado que elas estão distantes 70 e 360 m, respectivamente, da ADA. Em relação a Nascente 02, foi identificada a presença de mata fechada plantanção de bambu circundando a nascente, sendo que área encontra-se cercada por arame para impedir a passagem e acesso de animais à nascente. Na Nascente 03 há a presença de uma represa logo abaixo dela para dessedentação de animais, e também foi identificada a presença de erosão de pequenas proporções.

Figura 6.1.132. Nascente 02.





Fonte: STCP Engenharia de Projeto Ltda (2021).

Figura 6.1.133. Nascente 03.





Fonte: STCP Engenharia de Projeto Ltda (2021).

- Nascente 04

A Nascente 04 está localizada no município de Jaciara, localizada a aproximadamente 150 metros da estrada. Apesar de estar seca durante a visita, a região encontra-se bastante preservada e com mata fechada (Figura 6.1.134Figura 6.1.130).

Figura 6.1.134. Nascente 04.





Fonte: STCP Engenharia de Projeto Ltda (2021).

- Nascente 05

A Nascente 05 está localizada no município de Jaciara, dentro de propriedade privada. Durante a visita de campo, a nascente se encontrava seca (Figura 6.1.135). Porém, foram identificados diversos olhos d' água dentro da propriedade (Figura 6.1.136)), nos quais a água é represada e utilizada para dessedentação de gado. Em relação à nascente, essa se encontra dentro de mata fechada.

Figura 6.1.135. Nascente 05





Fonte: STCP Engenharia de Projeto Ltda (2021).

Figura 6.1.136. Olhos da água próximo a Nascente 05





Fonte: STCP Engenharia de Projeto Ltda (2021).

- Nascente 06

A Nascente 06 está localizada dentro de propriedade privada, no município de Poxoreú. Durante a visita de campo, foi identificado que a nascente se encontrava seca e há presença de gado na área (Figura 6.1.137). A partir da Ortofoto foi identificado que á área da Nascente 06 não apresenta APP de 50 metros (Anexo 6.1.2), conforme estabelecido pelo Código Florestal (Lei 12.651/2012).

Figura 6.1.137. Nascente 06





Fonte: STCP Engenharia de Projeto Ltda (2021).

- Nascente 07

A Nascente 07 está localizada no município de Nova Brasilândia. Não foi possível ter acesso a esta nascente, porém conforme é apresentado na Figura 6.1.138 e Figura 6.1.130, a região apresenta mata fechada.

Figura 6.1.138. Nascente 07



Fonte: STCP Engenharia de Projeto Ltda (2021).

- Nascente 08

A nascente 08 está localizada em Lucas do Rio Verde dentro de propriedade privada. Durante a visita de campo não foi possível localizar a nascente devido à mata fechada. Contudo, o proprietário confirmou a existência da nascente, relatando, inclusive, que utiliza a água da nascente para o abastecimento de açude (Figura 6.1.139). A região da nascente é cercada, e nas proximidades há plantio de cultivos agrícolas.

Figura 6.1.139. Nascente 08



Fonte: STCP Engenharia de Projeto Ltda (2021).

- Nascente 09

A Nascente 09 está localizada em propriedade privada no município de Dom Aquino e distante cerca de 130 m da ADA. Também foi encontrada uma caixa para preservação de água, já que a família utiliza para consumo próprio. De acordo com os moradores, a nascente é utilizada para abastecimento há 42 anos e nunca houve problemas de escassez (Figura 6.1.140).

Figura 6.1.140. Nascente 09





Fonte: STCP Engenharia de Projeto Ltda (2021).

Áreas úmidas

Em relação às áreas úmidas, consideradas ecossistemas complexos e extremamente importantes para a manutenção da biodiversidade, foram identificadas mais de 1000 áreas potencialmente úmidas em toda a área de influência direta (AID). Apesar de no Brasil a classe áreas úmidas ser formada por manguezais, campos alagáveis, veredas, várzea amazônicas, igapós e pantanal, não foi realizada a classificação de cada uma das feições devido à complexidade da caracterização correta dessas áreas e do elevado número de áreas identificadas. Assim, estas áreas foram apresentadas como "áreas potencialmente úmidas".

Em relação aos municípios onde foi identificada a maior quantidade de áreas úmidas destaca-se Nova Mutum, Juscimeira e Rondonópolis, com ênfase para os solos Argissolos, Latossolos e o Neossolos (Tabela 6.1.39). No Anexo 6.1.2 é apresentada a carta imagem com identificação das áreas úmidas.

Tabela 6.1.39. Quantificação das áreas úmidas por municípios e pedologia

MUNICÍPIOS DA AID	ARGISSOLO	CAMBISSOLO	GLEISSOLO	LATOSSOLO	NEOSSOLO	ORGANOSSOLO	PLINTOSSOLO	*TOTAL*
Campo Verde				65	9	21		95
Cuiabá				18	14		54	86
Dom Aquino	2	5		3	7	8		25
Jaciara	32			22	1			55
Juscimeira	143			8	1			152
Lucas do Rio Verde			2	103				105
Nova Brasilândia		4			3			7
Nova Mutum			1	169	5			175

MUNICÍPIOS DA AID	ARGISSOLO	CAMBISSOLO	GLEISSOLO	LATOSSOLO	NEOSSOLO	ORGANOSSOLO	PLINTOSSOLO	*TOTAL*
Planalto da Serra		36		1	2			39
Poxoréu		1		6	18	14		39
Primavera do Leste				30	14	52		96
Rondonópolis	34			37	81			155
Rosário Oeste		19						19
Santa Rita do Trivelato		2		23	6			31
Santo Antônio do Leverger	37			14	18		59	130
São Pedro da Cipa	10			5	14			29
Total Geral	**258**	**67**	**3**	**504**	**193**	**95**	**113**	**1238**

Fonte: STCP Engenharia de Projeto Ltda (2021).

- Minas d'água 01, 02 e 03

As minas d'água foram identificadas em Rondonópolis, e estão distantes a cerca de 200 m da ADA, essas são caracterizadas pelo afloramento do lençol da água na superfície do terreno. Na Figura 6.1.141 pode-se observar a presença de vegetação, além de que elas são utilizadas para abastecimento da comunidade próxima.

Figura 6.1.141. Minas d' água









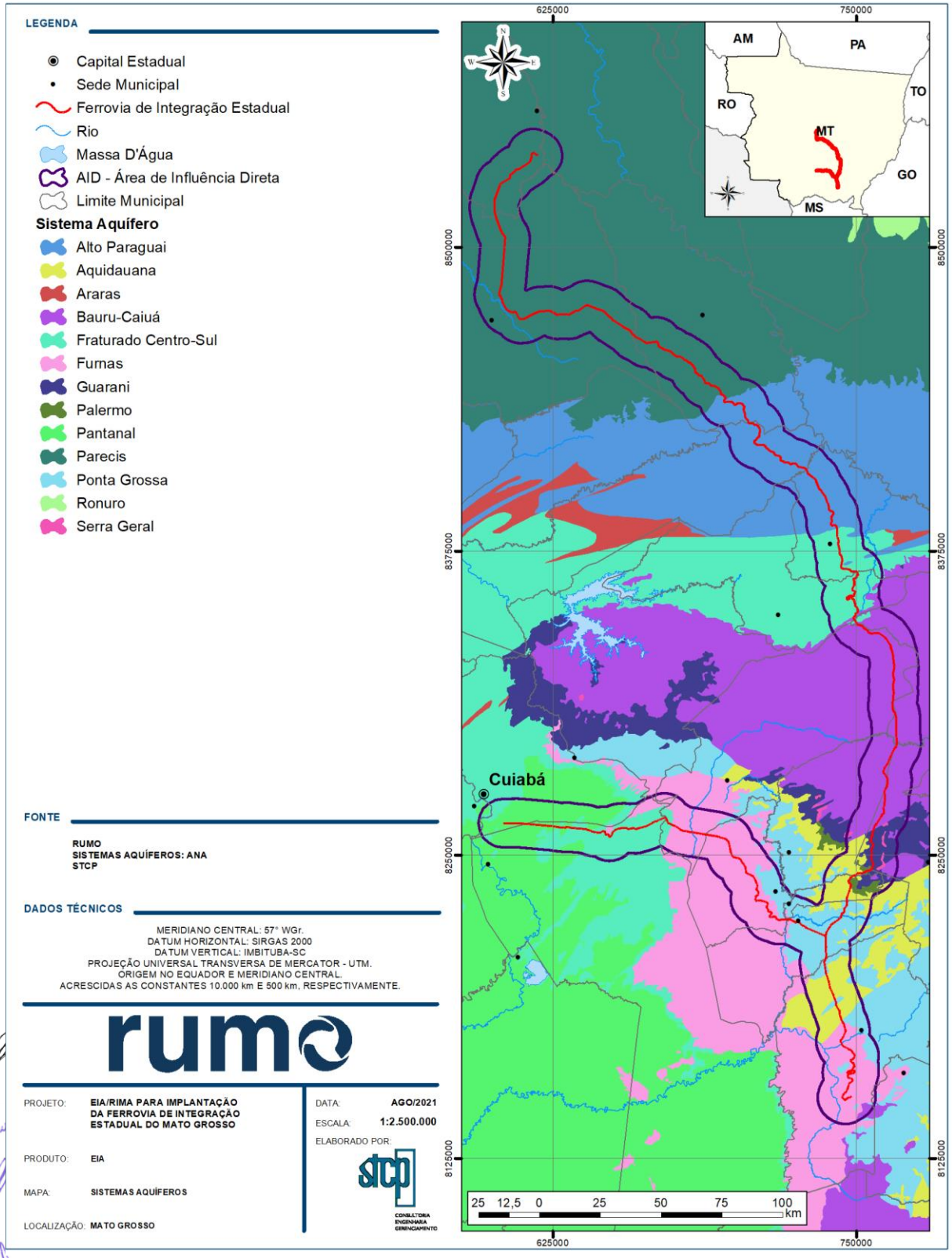
Fonte: STCP Engenharia de Projeto Ltda (2021).

6.1.6.3.1.3 Caracterização hidrogeológica

A área de abrangência da AID do empreendimento compreende em sua maior parte os domínios hidrogeológicos das Formações Cenozóicas e Bacias Sedimentares, além de incluir também os domínios hidrogeológicos Poroso/Fissural e Metassedimentos/Metavulcânicas (Figura 6.1.142). Os domínios das Formações Cenozóicas na área do empreendimento são compostos pelos subdomínios dos Aluviões, Pantanal e Ronuro. De acordo com a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM (2007), os subdomínios dos Aluviões e do Pantanal apresentam favorabilidade hidrogeológica variável, enquanto que o último apresenta favorabilidade hidrogeológica alta a média.

Os Aluviões são caracterizados por areias, cascalhos e argilas com matéria orgânica, que no geral apresentam favorabilidade hidrogeológica baixa. Contudo, ao longo de rios de primeira ordem tais depósitos podem apresentar largura de 6 a 8 km e espessuras maiores de 40 m, neste caso são geralmente encontradas condições hidrogeológicas mais favoráveis (média a alta). De forma geral, as águas presentes nestes depósitos apresentam boa qualidade química (CPRM, 2007).

Figura 6.1.142. Aquiferos na área de interesse



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

O subdomínio do Pantanal é composto por sedimentos arenosos, areno-siltosos e argilosos formados em canais e planícies fluviais. Tais características contribuem para o alto potencial de armazenamento de água, contudo, a favorabilidade hidrogeológica é dependente da relação areia/argila. Já o subdomínio Ronuro é uma unidade pouco conhecida, formada por sedimentos pouco consolidados. Estima-se uma espessura de aproximadamente 150 m para este subdomínio com predomínio de areia (CPRM, 2007).

Os domínios das Bacias Sedimentares na área de estudo são caracterizados pelos subdomínios das Bacias do Paraná e dos Parecis. A Bacia dos Parecis apresenta alta a média favorabilidade hidrogeológica e é composta pelas unidades geológicas Furnas, Aquidauana, Fazenda da Casa Branca, Rio Ávila, Salto das Nuvens e Utiariti. Em termos de constituição litológica, a bacia compreende em sua maior parte arenitos de granulometria variável, geralmente bem selecionados, além de conglomerados, argilitos e siltitos. No geral, tal subdomínio compreende aquíferos de altas vazões (100 e 200 m^3/h) com água de boa qualidade química (CPRM, 2007).

A Bacia do Paraná apresenta como suas principais unidades aquíferas as formações Botucatu, Pirambóia, Guará, Caiuá, Bauru e Furnas, também compostos predominantemente por arenitos, argilitos, siltitos e conglomerados. Tais aquíferos apresentam alta vazão e importância regional com água de boa qualidade química. No caso onde os sedimentos pelíticos (baixa permeabilidade) predominam em relação aos arenitos e conglomerados há uma menor favorabilidade hidrogeológica neste subdomínio, sendo representado pelas unidades Aquidauana, Campo Mourão, Ponta Grossa, Irati, Palermo, Itararé, Rio Bonito, entre outros (CPRM, 2007).

Por fim, o domínio Poroso/Fissural apresenta média a baixa favorabilidade hidrogeológica e compreende pacotes sedimentares de litologia arenosa com pelitos e carbonatos subordinados, os quais apresentam litificação acentuada, forte compactação e fraturamento. O domínio dos Metassedimentos/Metavulcânicas apresenta baixa favorabilidade hidrogeológica, uma vez que são compostos por unidades geológicas sem porosidade primária, como xistos, metarenitos, metassiltitos, anfibolitos e quartzitos. Desta forma, seus aquíferos têm origem na porosidade secundária como fraturas ou fendas, o que caracteriza seus reservatórios como descontínuos e de pequena extensão (CPRM, 2007).

Foi constatada a presença de cerca de 809 poços de água subterrânea na AID do empreendimento (Figura 6.1.124), os quais foram mapeados pela CPRM, destaca-se que o único município da AID sem poço de captação registrados no CPRM é Planalto da Serra.

Os poços de captação estão situados em sua maioria nos domínios hidrogeológicos Formações Cenozóicas e Bacias Sedimentares e nos sistemas aquíferos Parecis, Ponta Grossa, Furnas, Bauru, Caiuá e Aquidauana (Figura 6.1.124).

De uma forma geral, as fichas de cadastro dos poços de captação do CPRM apresentam informações referentes ao uso da água dos poços de captação, nível estático, nível da água, permeabilidade e vazão específica. No entanto, os poços de captação localizados dentro da AID e cadastrados na CPRM não apresentaram informações sobre permeabilidade e nível da água, sendo que para a análise dessas foi utilizado o nível da água estático (nível da água sem bombeamento). A Tabela 6.1.40

apresentada à média e o desvio padrão do nível estáticod a água subterrânea dos poços de captação dentro da AID por aquífero. De uma forma geral, os poços de captação apresentam nível da água estático profundo, com destaque para o aquífero Parecis, que obteve o maior nível da água médio - 9,68 m -, e o aquífero Aquidauna, que apresentou o menor nível da água - 36,77 m (Tabela 6.1.40). Nota-se que o desvio padrão do nível da água estático é relativamente alto para a área, mostrando certa heteregoneidade em relação aos dados.

Tabela 6.1.40. Área da ADA e AID do Empreendimento por Aquífero.

AQUÍFERO	ADA		AID		NÍVEL DA ÁGUA ESTÁTICO MÉDIO (M)	DEVIO PADRÃO DO NÍVEL DA ÁGUA ESTÁTICO (M)
	ÁREA (HA)	(%)	ÁREA (HA)	(%)		
Alto Paraguai	735,87	11,1	160.356,99	11,4	-	-
Aquidauana	278,54	4,2	79.990,73	5,7	36,77	20,58
Bauru-Caiuá	884,13	13,4	205.298,50	14,5	12,98	8,07
Furnas	1.240,76	18,8	211.195,62	15,0	32,86	14,84
Guarani	151,16	2,3	27.837,63	2,0	-	-
Palermo	68,42	1,0	6.821,67	0,5	-	-
Parecis	1.611,76	24,4	382.173,83	27,1	9,68	4,53
Ponta Grossa	465,83	7,0	107.078,22	7,6	22,60	16,673
Fraturado Centro-Sul	942,4	14,3	156.402,56	11,1	11,31	7,96
Serra Geral			2.110,83	0,1	-	-
Pantanal	233,49	3,5	72.025,77	5,1	15,85	11,62

Fonte: ANA, adaptado por STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

Com base no uso do solo, a partir dos dados disponibilizados no CPRM (Tabela 6.1.41), 50% dos poços de captação tem como finalidade o abastecimento doméstico e animal, seguido da utilização de abastecimento doméstico, irrigação e animal.

Tabela 6.1.41. Uso da água dos poços de captação localizados na AID.

USO DA ÁGUA	Nº DE POÇOS	(%)
Abastecimento doméstico	405	6,30
Abastecimento doméstico/animal	15	50,06
Abastecimento doméstico/irrigação	1	1,85
Abastecimento industrial	136	0,12
Abastecimento múltiplo	55	16,81
Abastecimento urbano	105	6,80
Doméstico/Irrigação/animal	1	12,98
Irrigação	3	0,12
Outros (lazer,etc)	19	0,37
Pecuária	4	2,35
Sem uso	14	0,49
Sem informação	51	1,73
Total	**809**	**100**

Fonte: CPRM, Adaptado por STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

O sistema aquífero Parecis é o que abrange maior área da ADA (24,4%) do empreendimento, sendo também o mais importante dos estados de Rondônia e Mato Grosso. Este possui estrutura alongada na direção oeste - leste com dimensão maior do que 1.250 km e se estendendo por 500 mil km^2, onde ocorrem captações por meio de poços tubulares com média de vazões próxima de 20 m^3/h.

Na região de Lucas do Rio Verde e Nova Mutum foram encontradas as melhores vazões do estado de Mato Grosso, medidas em poços tubulares profundos sobre o grupo Parecis e formação Ronuro. A recarga é predominantemente pluviométrica na área da chapada dos Parecis, que corresponde aos relevos mais planos e elevada, associados a espessos latossolos de textura média a arenosa. No período seco ocorre deficiência hídrica e no restante do ano ocorrem excedentes hídricos significativos, acima de 900 mm/ano, que possibilitam a recarga dos aquíferos (PEREIRA *et al.*, 2014). Devido a essas características, e em conjunto com o uso do solo que é predominantemente de vegetação natural e cultura temporária (Figura 6.1.37), a área do aquífero de Parecis (Santa Rita do Trivelato, Nova Mutum e Lucas do Rio Verde) foi classificada como área de alto potencial de recarga (Figura 6.1.146).

A hidrogeologia da área é constituída também pelo Aquiclude Ponta Grossa e pelos Sistemas Aquíferos Furnas e Transição Furnas/Ponta Grossa, englobando a região e Campo Verde, Jaciara, Juscimeira, Rondonópolis e São Pedro da Cipa. O Aquífero Furnas é o segundo maior em área presente na ADA e AID da malha ferroviária, sendo o principal reservatório de água subterrânea da região. O aquífero é capaz de produzir vazões em poços individuais de até 250 m^3/h, enquanto no Sistema Aquífero Transição Furnas/Ponta Grossa a vazão máxima dos poços é de 14 m^3/h. As formações Furnas e Ponta Grossa ocupam área total aproximada de 62.300 km² nos estados de Mato Grosso e Goiás, sendo que 20.900 km² (34%) pertencem à formação Furnas.

Na região de Rondonópolis, a Formação Furnas é caracterizada como um espesso pacote de arenitos médios a grossos, sendo que, em direção ao topo, predominam sedimentos psamo-pelíticos, constituindo bancos de areia fina, micácea, intercalados por lâminas decimétricas de argilas e siltes (CPRM, 2012).

Destaca-se que no estudo de potencial de recarga, as regiões dos Aquíferos de Ponta Grossa e de Furnas apresentaram potencial de recarga variando de alto a médio, devido aos elevados execendetes hídricos e uso do solo. No entanto as áreas indicadas como baixo potencial de recarga na Figura 6.1.146, ocorrem devido à declividade no local e a presença de centros urbanos, como de Rondonópolis (Figura 6.1.36 e Figura 6.1.37).

Ainda a região de Rondonopólis e São Pedro da Cipa é, também, caracterizada pelo Sistema Aquífero Aquidauana, que por sua vez, apresenta em suas superfícies solos do tipo Areia Quartzosa, seguidos de Latossolos vermelho-amarelo de textura média. Esses solos foram originados da decomposição arenítica e caracterizam-se pela baixa capacidade de retenção de água e elevadas taxas de infiltração, em torno de 250 mm/h, funcionando como uma “esponja” que propicia elevada infiltração e grande disponibilidade hídrica (SILVA *et al.,* 2009).

A bacia Bauru se localiza na porção centro-norte do Paraná, no oeste do estado de São Paulo, leste de Mato Grosso do Sul, sudeste de Mato Grosso, sul de Goiás e Triângulo Mineiro e abrange uma

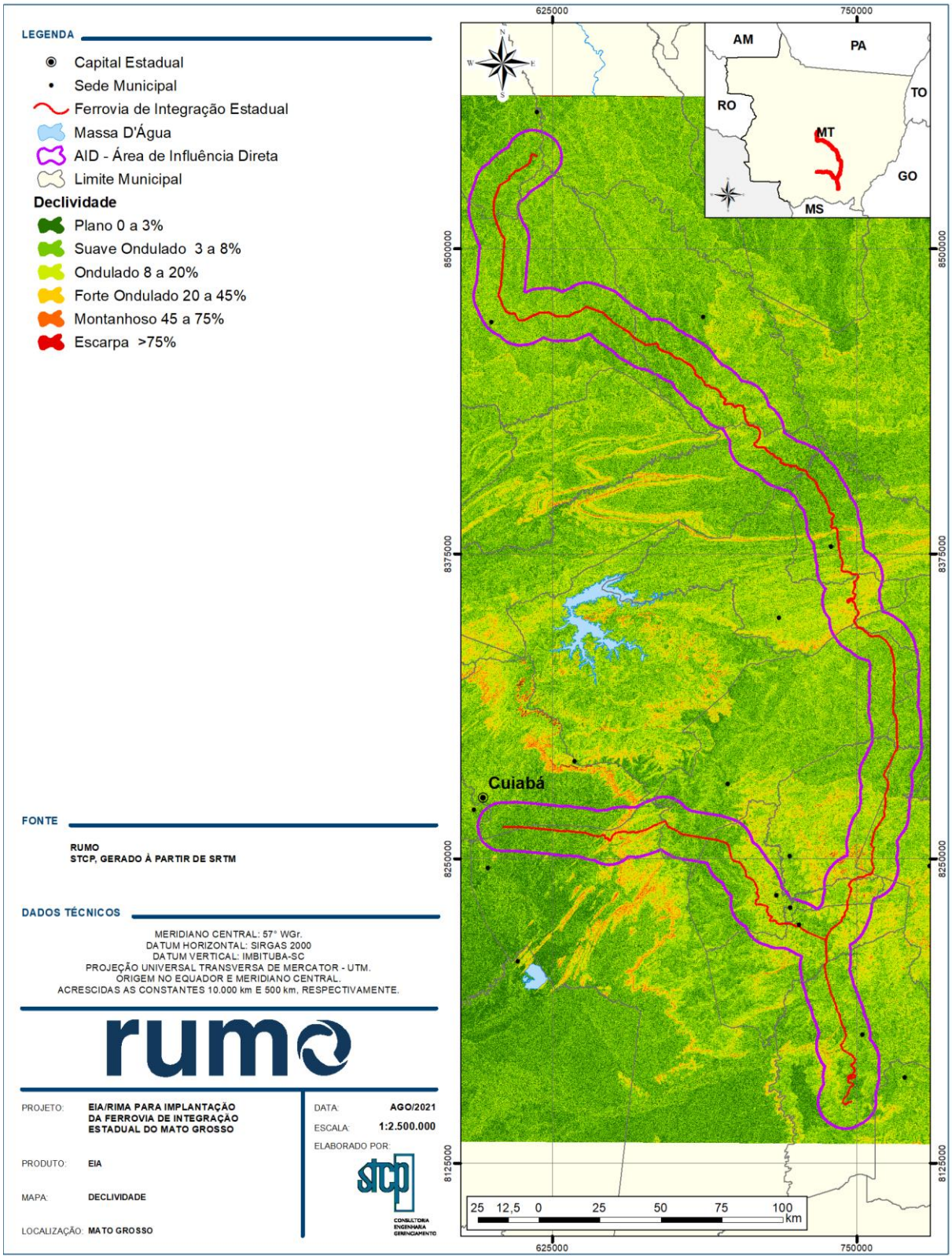
área aproximada de 370.000 km². Está delimitada na base pelas rochas vulcânicas da Formação Serra Geral. Envolve a deposição, desde o período Neocretáceo, de cerca de 300 metros de sedimentos. Litologicamente, a bacia Bauru corresponde a depósitos conglomeráticos arenosos com clastos de várias litologias, além de rochas síltico-argilosas, carbonatos e algumas ocorrências de magmáticas alcalinas. Fernandes e Coimbra (2000) atribuem à bacia duas fases de deposição: a primeira compreende um trato de sistema desértico e a segunda, a um trato de sistema flúvio-eólico, proveniente do Nordeste (CPRM, 2012).

Estes depósitos estão organizados em duas unidades cronocorrelatas: Grupo Caiuá e Grupo Bauru. O Grupo Caiuá, que reúne as formações Rio Paraná, Goio Erê e Santo Anastácio, compõe-se de arenitos limpos, bem selecionados, assentados sobre basaltos da Formação Serra Geral e com passagem transicional para o Grupo Bauru. Ultrapassa as fronteiras nacionais, possivelmente aflorando no extremo nordeste do Paraguai.

A recarga do aquífero ocorre naturalmente pela infiltração da água da chuva, e as superfícies potenciométricas são fortemente influenciadas pela geomorfologia da área, sendo que os divisores de águas subterrâneas coincidem com os divisores das bacias hidrográficas. As linhas de fluxo convergem para os rios, tendo desta forma um caráter efluente. O aquífero Bauru-Caiuá possui uma reserva renovável 2.939,5 m³/s, e reserva explotável de 587,9 m³/s (CPRM, 2012).

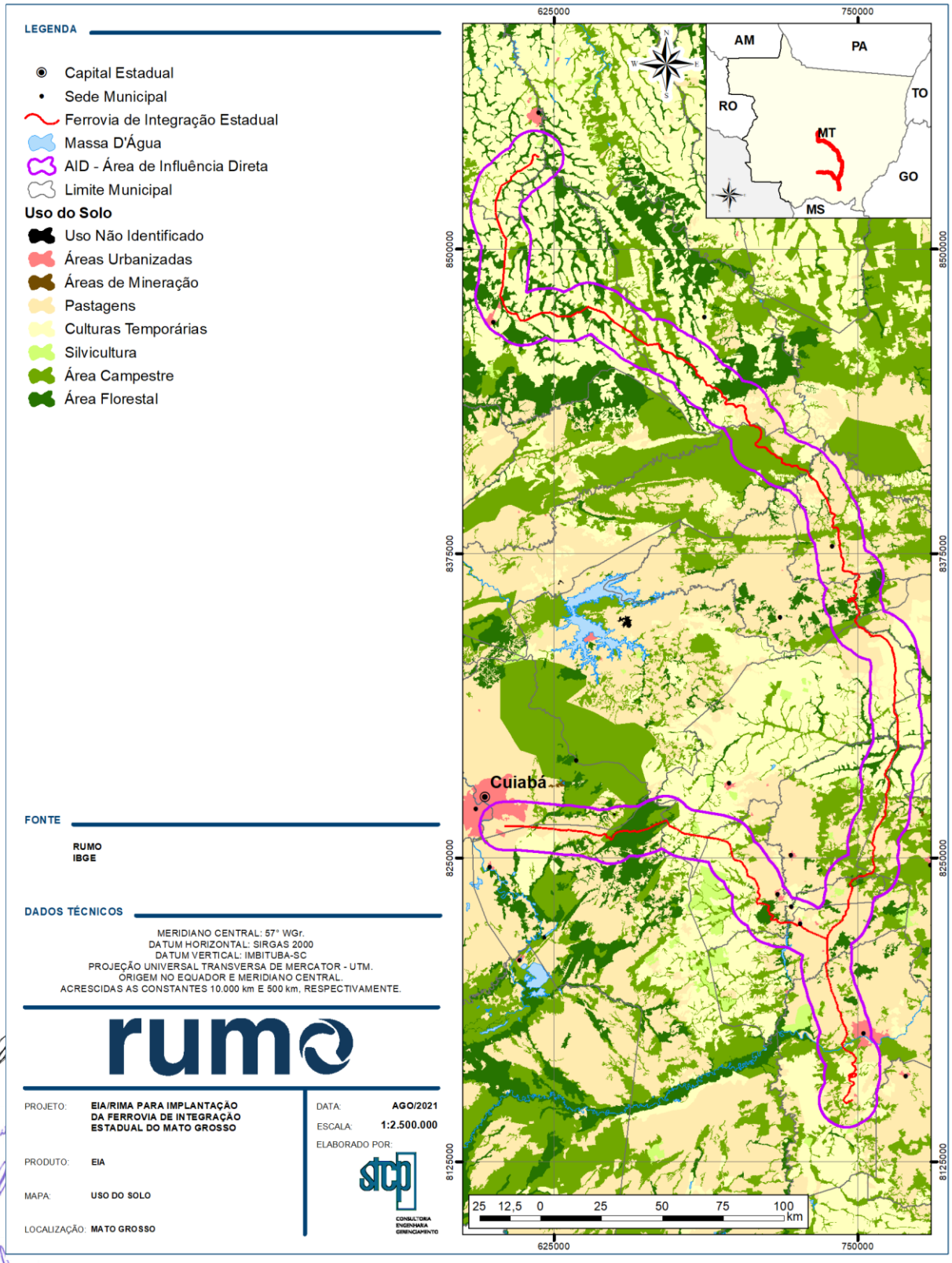
Na área de estudo, os municípios de Campo Verde e Primavera do Leste estão inseridas no grupo Bauru-Caiuá, e em relação às áreas de recarga, são áreas com alto potencial de recarga devido à predominância de área plana, excendente hídrico e uso do solo com tendência as áreas de vegetação natural e de cultivo temporário (Figura 6.1.143, Figura 6.1.144, Figura 6.1.145 e Figura 6.1.146).

Figura 6.1.143. Declividade na área de estudo



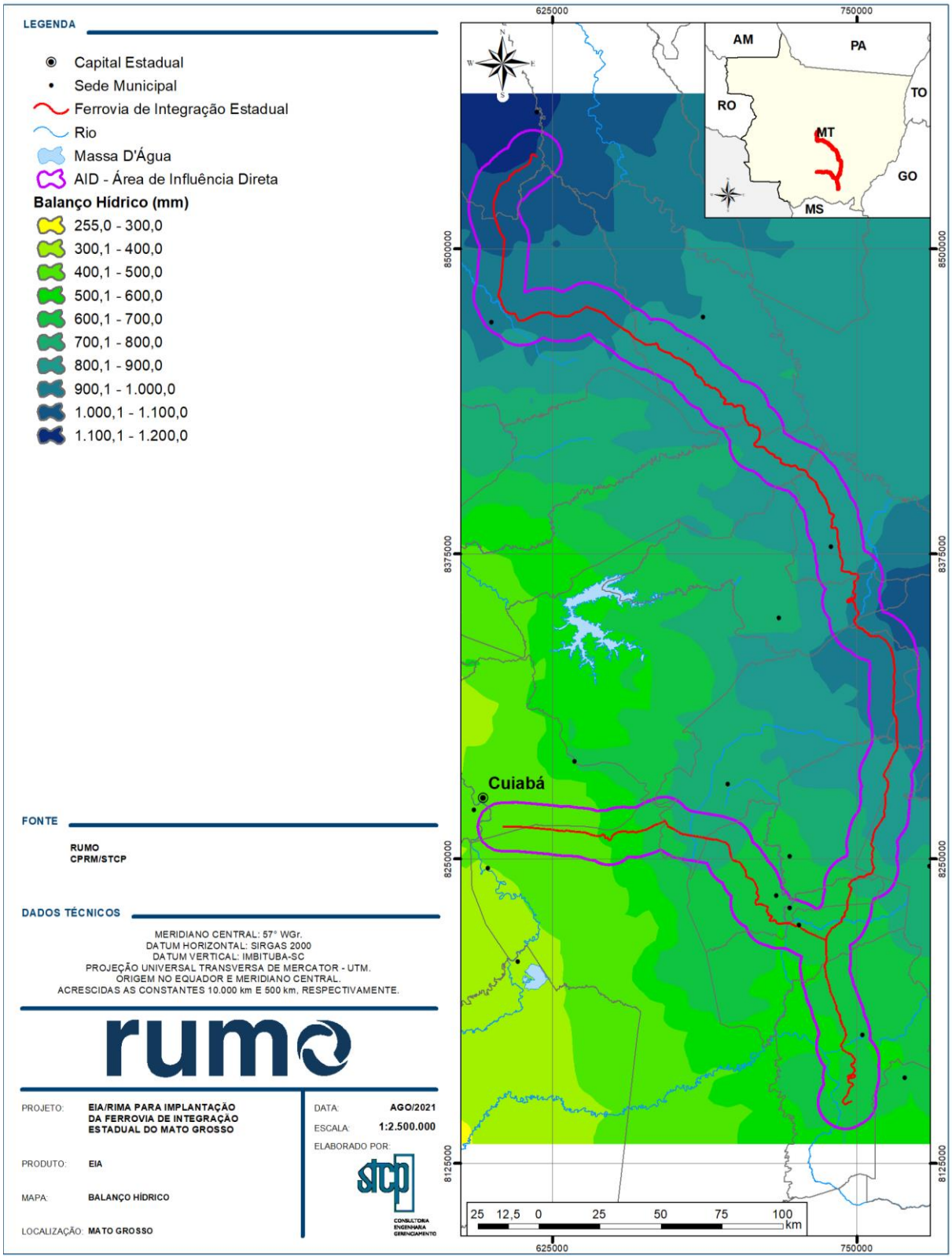
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021)

Figura 6.1.144. Uso do solo na área de estudo



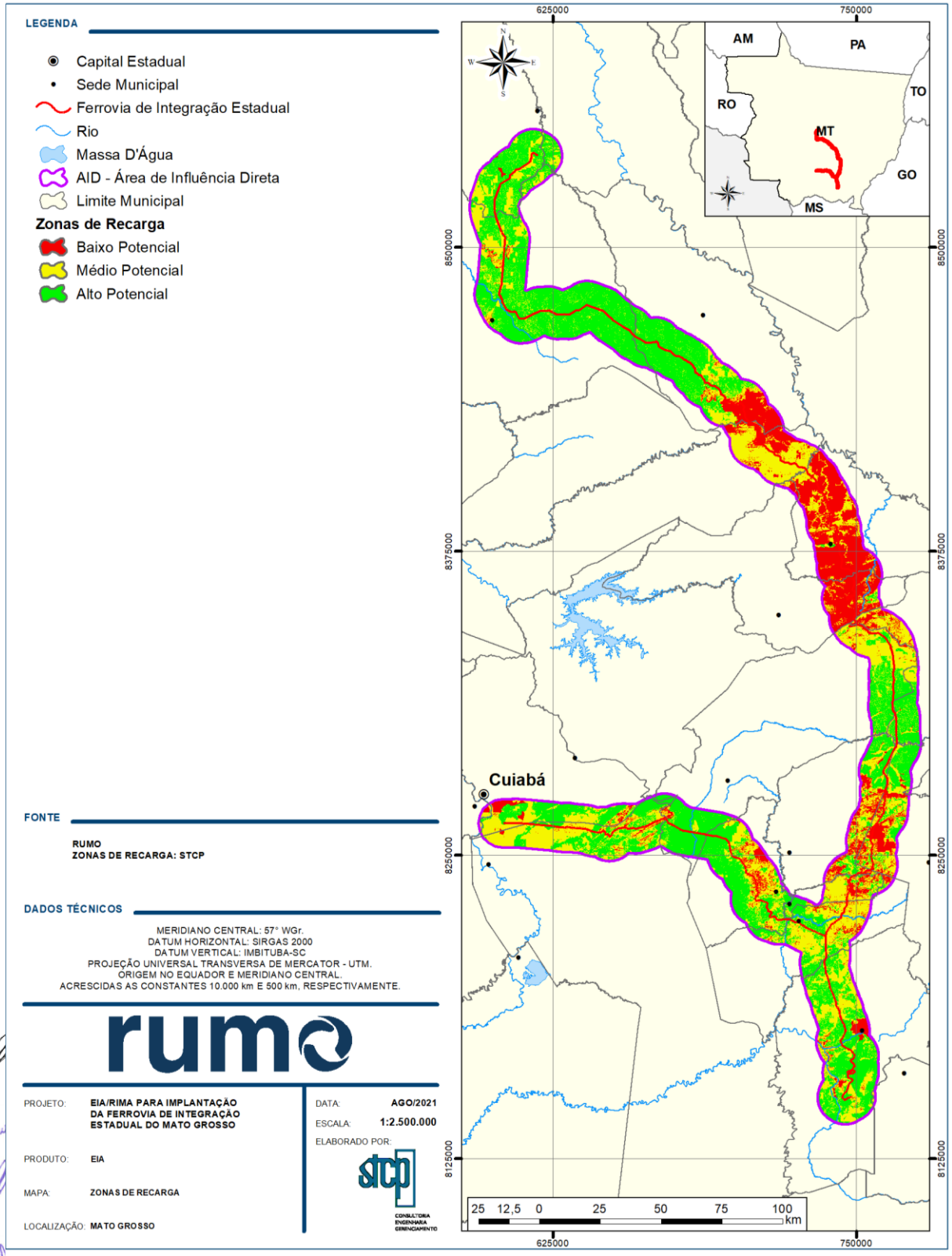
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021)

Figura 6.1.145. Balanço hídrico da área



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021)

Figura 6.1.146. Potenciais zonas de recarga



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

6.1.6.3.1.4 Rebaixamento do lençol freático

O Projeto Básico de Engenharia realizados pelas ENGEMAP e ENEFER, contratadas da RUMO, identificou nos trechos da ferrovia, a necessidade de realizar obras de rebaixamento do lençol freático, também denominadas pelas mesmas como Drenagem Subterrânea. Destaca-se que as empresas ainda não identificaram os locais de instalação de drenagem subterrânea, sendo essa contemplada na etapa de elaboração do projeto executivo.

Com base na ENGEMAP, a drenagem subterrânea tem por objetivo interceptar as águas que possam atingir o subleito e rebaixar o lençol freático, evitando o comprometimento da estabilidade da plataforma e dos taludes.

Para efeito do detalhamento do projeto de drenagem subterrânea recomenda-se que as soluções sejam definidas durante a execução das escavações dos cortes, sendo que tais dispositivos devem ser dimensionados de acordo com as características do lençol freático (nível e vazão) e do corte (comprimento, altura e tipo de solo), para tanto devem ser feitas análises geológicas; sondagens a trado; poços ou outras que forem necessárias, para determinação das características do solo a ser drenado e do lençol freático.

Outra recomendação é a análise do comportamento dos taludes de cortes existentes na vizinhança da ferrovia. A princípio, considera-se que a sarjeta em solo, executada no pé do talude de corte, seja, na maioria dos casos, suficiente para rebaixar o nível do lençol freático e evitar problemas de instabilidade da plataforma. Com isto entende-se que ela funcionará como dreno a céu aberto.

Em campo foi verificado que esta situação não seria suficiente para interceptar e drenar as águas do lençol freático, então foi indicado e dimensionado dispositivos de drenagem subterrânea. A Tabela 6.1.42 apresenta os dispositivos de drenagem para cada trecho da malha ferroviária.

Tabela 6.1.42. Dispositivos de drenagem subterrânea por trecho da Ferrovia Estadual de Integração

TRECHOS	EMPRESA RESPONSÁVEL	OBRA DE DRENAGEM SUBTERRÂNEA	ESTACA	INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES
TRO-TEL	ENEFER	-		Sem informação
TEL-TMS	ENEFER	-		Sem informações
TMS-TPS	ENGEMAP	Dreno de Tavelgue-	-	-
TPS-TPF	ENGEMAP	Drenos Profundos Longitudinais	-	3.770m
		Camada Drenante	-	70.275,82m³ de camada drenante
		Dreno de Talvegue	-	Todos os bueiros
TPF-TNM	ENGEMAP	Dreno talvegue	0+620	
			3+475	
			3+695	
			40+918	
TNM-TLV	ENGEMAP	Dreno talvegue	13+715	
			55+770	
			48+080	

TRECHOS	EMPRESA RESPONSÁVEL	OBRA DE DRENAGEM SUBTERRÂNEA	ESTACA	INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES
TEL-TCB	ENEFER	-		Sem informação
TCB-TCC	ENEFER	-		Sem informação

Fonte: ENEFER e ENGEMAP. Adaptado por STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

A seguir é apresentada a descrição das obras de drenagem subterrânea que serão executadas, com base nos projetos da ENGEMAP:

Drenos Profundos Longitudinais

O dreno profundo longitudinal tem como principal serventia proteger o subleito, promovendo a interceptação e/ou rebaixamento do lençol freático.

Recomenda-se que o posicionamento dos drenos seja abaixo do nível da plataforma da via. A execução normalmente ocorre longitudinalmente, eé situado nos bordos da plataforma.

Estes drenos são constituídos:

- Material drenante – brita 1”
- Material filtrante – Manta Geotêxtil
- Com tubo de 0,20 m
- Selo

O tubo indicado deve ser em diâmetro 0,20m, em PEAD específico para esse tipo de serviço. O diâmetro do tubo pode ser alterado dependendo do comprimento do dreno profundo longitudinal, devido à capacidade de deslocamento e vazão, que depende da declividade longitudinal do dispositivo. Recomenda-se que os drenos sejam instalados com uma proteção contra os finos, usando a manta Geotêxtil em toda periferia da escavação projetada no projeto tipo de drenagem profunda. Estudos feitos resultaram da eficiência do uso da manta, devido o não carreamento dos finos para o interior do material filtrante e interior do tubo, retardando o processo de colmatação destes dispositivos.

Drenos Espinha de Peixe

Estes drenos serão aplicados nas seguintes situações:

1. Nos cortes onde os drenos profundos forem julgados insuficientes ou antieconômicos, diante das características do lençol e do terreno a ser drenado.
2. Sob os aterros quando o terreno natural apresentar condições de umidade que possam causar instabilidade no corpo do aterro.

Caso haja grande quantidade de água a drenar deverá ser empregada camada drenante. Dependendo do caso os drenos poderão desaguar livremente ou em drenos profundos longitudinais.

Camada Drenante

A camada drenante foi empregada nas seguintes situações:

1. Nos cortes em rocha;
2. Na base dos aterros onde não forem suficientes os drenos espinha de peixe;
3. Nos cortes em solo, onde devido à grande quantidade d'água, os drenos espinha de peixe não são suficientes para garantir um nível aceitável de umidade na plataforma.

Na transição do corte em rocha para corte em solo, é indicado um dreno coletor transversal, com a função de encaminhar as águas coletadas pela camada drenante para os drenos longitudinais.

Drenos Sub-horizontais Profundos (DHPs)

Estes drenos deverão ser executados logo que for constado, que a presença de água no talude de corte pode vir a provocar a instabilidade do corte ou retro erosão (piping).

Em alguns casos esta é a única solução econômica a ser empregada na prevenção de escorregamentos ou colapsos de taludes. Em termos práticos, o comprimento dos drenos deve ser uma vez e meia a altura entre o dreno e o terreno natural.

Drenos de Talvegue

O Dreno de Talvegue tem como objetivo principal proteger e secar o antigo curso d'água, sendo indicando nos locais em que o percurso d'água foi alterado devido à necessidade de implantação de obras de artes correntes.

6.1.6.3.2 Qualidade das águas superficiais

6.1.6.3.2.1 Descrição da demanda e da capacidade de atendimento da micro e macrodrenagem

Conforme descrito na atualização do marco legal do saneamento básico (Lei nº 14.026/2020) aprimorando as condições estruturais, estabelece como um dos princípios fundamentais a disponibilidade, nas áreas urbanas, de serviços de drenagem e manejo das águas pluviais, tratamento, limpeza e fiscalização preventiva das redes adequada à saúde pública, à proteção do meio ambiente e à segurança da vida e do patrimônio público e privado. Entretanto, não há a inclusão dos dispositivos e o manejo das águas pluviais voltados para a área rural.

Dessa forma, os dados referentes à drenagem e manejo das águas pluviais disponibilizados pelos órgãos são relativos às áreas urbanas. Levando em consideração a AID e a ADA, vale ressaltar que dentro do ADA não há centros urbanos e na AID estão presentes sete cidades - Rondonópolis, Nova Mutum, Planalto da Serra, Jaciara, Juscimeira, São Pedro da Cipa, Cuiabá. Dessa forma, para analisar a questão da micro e macrodrenagem dessas áreas urbanizadas foram levados em consideração os Planos Municipais de Saneamento Básico das cidades.

Segundo os PMSB das cidades pertencentes a AID – com exceção de Cuiabá e Rondonópolis, de forma geral, elas apresentam os mesmos problemas relacionados à drenagem e ao manejo das águas

pluviais. Os principais fatores elencados pelos PMSB são a quantidade insuficiente de obras de drenagem de águas pluviais, falta de manutenção dos seus componentes, estruturas danificadas, construções irregulares próximas a corpos hídricos, insuficiência de estruturas conhecidas como dissipadores de energia, falta de responsável pela manutenção do sistema e falta de planejamento.

Os sistemas de microdrenagem e macrodrenagem fazem parte da gestão das águas pluviais, entretanto cada sistema apresenta suas particularidades. A microdrenagem tem a função de encaminhar de modo seguro e diminuir o acúmulo de águas nas vias, minimizando assim o impacto do escoamento superficial, seja em meio urbano ou rural, através de um conjunto de estruturas como pequenos canais, meio-fio, sarjeta e bueiros. Já a macrodrenagem é compostas por estruturas destinadas para o recebimento das águas pluviais captadas pelo sistema de microdrenagem, retardando o recebimento de grandes volumes de água pelos corpos d'água. Essas estruturas podem ser bacias de retenção e ou detenção, entre outras estruturas pré-existentes naturalmente ou projetadas para tal finalidade, permitindo assim, a infiltração gradativa e controlando a vazão de grandes volumes de água prevenindo alagamentos e inundações em áreas urbanas ou rurais.

Sistemas adequados de drenagem são de extrema importância para a funcionalidade adequada do transporte ferroviário, pois fenômenos de inundação e alagamento podem cessar o transporte e causar acidentes, ou prejudicar a estrutura da ferrovia necessitando de reparos ou até mesmo de sua reconstrução. Os itens 6.1.6.3.1.4 e 6.1.6.3.2.1 apresentam os dispositivos de drenagem definidos no projeto básico elaborado pela ENEFER e ENGEMAP.

6.1.6.3.2.2 Projetos de Drenagem

- Drenagem superficial

Os projetos de drenagem superficial foram elaborados pela ENFER e ENGEMAP, contratadas da RUMO. O objetivo do projeto foi definir os dispositivos para captar e conduzir adequadamente as águas superficiais, de modo a preservar a estrutura da ferrovia possibilitando sua operação durante as precipitações mais intensas.

Para todos os trechos da malha ferroviária foram considerados os dispositivos apresentados a seguir, exceto pelo trecho TMS- TPS, onde não está previsto a canaleta de banqueta. No Anexo 4.1 são apresentadas as plantas com os projetos de drenagem superficial.

Sarjetas em Aterro

A sarjeta em aterro tem como objetivo captar as águas precipitadas sobre a plataforma conduzindo-as ao local de deságue seguro, impedindo que os escoamentos concentrados das águas provoquem erosões nos corpos dos aterros, assim, os dispositivos são posicionados na borda da plataforma para evitar que a água precipitada escoe pelo talude.

Foi adotada como premissa nos projetos da ferrovia a sarjeta trapezoidal pela facilidade de execução, manutenção e limpeza. A sarjeta retangular de concreto foi indicada para a drenagem do pátio nas entrevias, e pontualmente usado em outro caso, como, a drenagem próxima à passagem

inferior onde o uso do dispositivo de sarjeta retangular, é indicado para melhorar adequação do sistema de drenagem foi necessário.

Sarjetas em Corte

Tem como objetivo captar as águas que precipitam sobre a plataforma e taludes de corte e conduzi-las, longitudinalmente à ferrovia, até a transição entre o corte e o aterro, de forma a permitir a saída lateral para o terreno natural ou para a valeta de proteção.

Cabe ressaltar que as declividades longitudinais previstas para as sarjetas de corte foram, sempre que possível igual às do greide. A adoção das seções tipo destes dispositivos deve atender aos comprimentos críticos dimensionados, às extensões dos cortes, bem como à prévia escolha das mais adequadas posições de deságue, saídas laterais, de sarjetas e/ou descidas d'água. Em alguns casos foi indicado o deságue nos bueiros de greide ou de grota.

Valetas de proteção para cortes e aterro

As valetas de proteção são dispositivas de drenagem superficial cuja função consiste em coletar e conduzir as águas escoadas sobre as encostas em direção ao eixo. Estas podem ser valetas de proteção de corte ou de aterro. As valetas de proteção foram indicadas nas cristas dos cortes e nos pés dos aterros com a finalidade de se evitar que as águas procedentes das encostas de montante atinjam a plataforma e para impedir que esses fluxos desordenados promovam erosões e desestabilização dos taludes.

Canaleta de banqueta

A canaleta de banqueta consiste em um dispositivo de drenagem superficial que tem por objetivo coletar e conduzir as águas pluviais precipitadas no talude e na banqueta.

Entrada d'água

As entradas d´água são dispositivos destinados à coleta dos escoamentos das valetas de proteção de corte e sarjetas de aterro, quando estas chegam a seu comprimento critico ou na existência de pontos baixos do terreno/greide. A determinação do tipo da entrada d´água varia de acordo com a posição de instalação.

Saída d'água

No caso de corte, as saídas d´água são dispositivos destinados a conduzir as águas coletas pelas sarjetas de corte para fora da plataforma, podendo ser interligadas a valeta de proteção ou dissipador de energia. Já para o aterro, as saídas d'água configuram como transição entre a sarjeta de aterro e a descida d'água.

As saídas d'água em corte serão posicionadas ao final das sarjetas de corte, nos aterros, esse dispositivo é aplicado nos pontos de lançamento das águas pluviais decorrentes dos comprimentos críticos calculados ou posicionado nos pontos baixos definidos pelo projeto geométrico.

Descida d'água

As descidas d´água são dispositivos destinados a conduzir, pelos taludes dos aterros, as águas precipitadas sobre a plataforma e coletadas pelas sarjetas de aterro. Também podem ser utilizadas para conduzir, pelos taludes de cortes as águas provenientes das sarjetas de banquetas ou desague das cristas provenientes de cursos d'água naturais interceptados pela ferrovia. Elas são acopladas aos taludes de corte ou aterro, com a finalidade de conduzir o fluxo de água, as descidas d'água nos cortes deverão ser apenas em degraus, já para os aterros, podem ser em degraus ou rápida.

Foram utilizadas para alívio das sarjetas de aterro e canaletas de banqueta, quando estas esgotam sua capacidade, ou nos pontos baixos das valetas de corte, de modo a garantir a condução segura dos fluxos d'água ao terreno natural.

Caixa coletora

A caixa coletora constitui tomada de água vertical para coleta e distribuição de águas provenientes de sarjeta e valeta, sendo construída também nos locais de descarga de descida d'água em degraus, nos cortes, com a finalidade de evitar que excessiva velocidade dessas águas provoque a erosão do terreno natural.

Dissipador de energia

São indicados nos pontos terminais dos dispositivos quando estes deságuam no terreno natural e, nos pontos de descarga das obras-de-arte correntes, objetivando a prevenção à ocorrência de erosões.

- Projeto de Obra de Arte Corrente

Nos projetos de obra de arte corrente realizados pela ENEFER e ENGEMAP, que tem como objetivo realizar a transposição dos talvegues ou do escoamento superficial da plataforma foram considerados: bueiros, obras tubulares ou celulares, que podem ser denominados de bueiro de grota ou bueiro de greide.

Para o dimensionamento foi utilizada a fórmula de Manning, levando em consideração as vazões máximas prováveis de 25 anos de período de recorrência, fazendo-se verificação do escoamento para o período de recorrência de 50 anos, admitindo-se carga hidráulica máxima de 01 metro a montante. As localizações dos bueiros são apresentadas no Anexo 4.1.

6.1.6.3.2.3 Levantamento e Caracterização dos Pontos de Monitoramento

A seguir é apresentada a caracterização dos pontos de monitoramento da água superficial.

- P1 – Rio Aricá-Açu

O ponto P1 está situado no Rio Aricá-Açu, no município de Santo Antônio do Leverger, a cerca de 1 km do traçado da linha. A região em que o ponto amostral está inserido é afetada diretamente pela BR-070, havendo uma ponte sobre o rio, o qual apresenta mata ciliar preservada em ambas as margens. No local de coleta próximo à ponte, a vegetação apresenta degradação, o que possibilitou o acesso ao rio e a coleta de amostras para a avaliação da qualidade (Figura 6.1.147).

Figura 6.1.147. Ponto P1, Rio Aricá-Açu

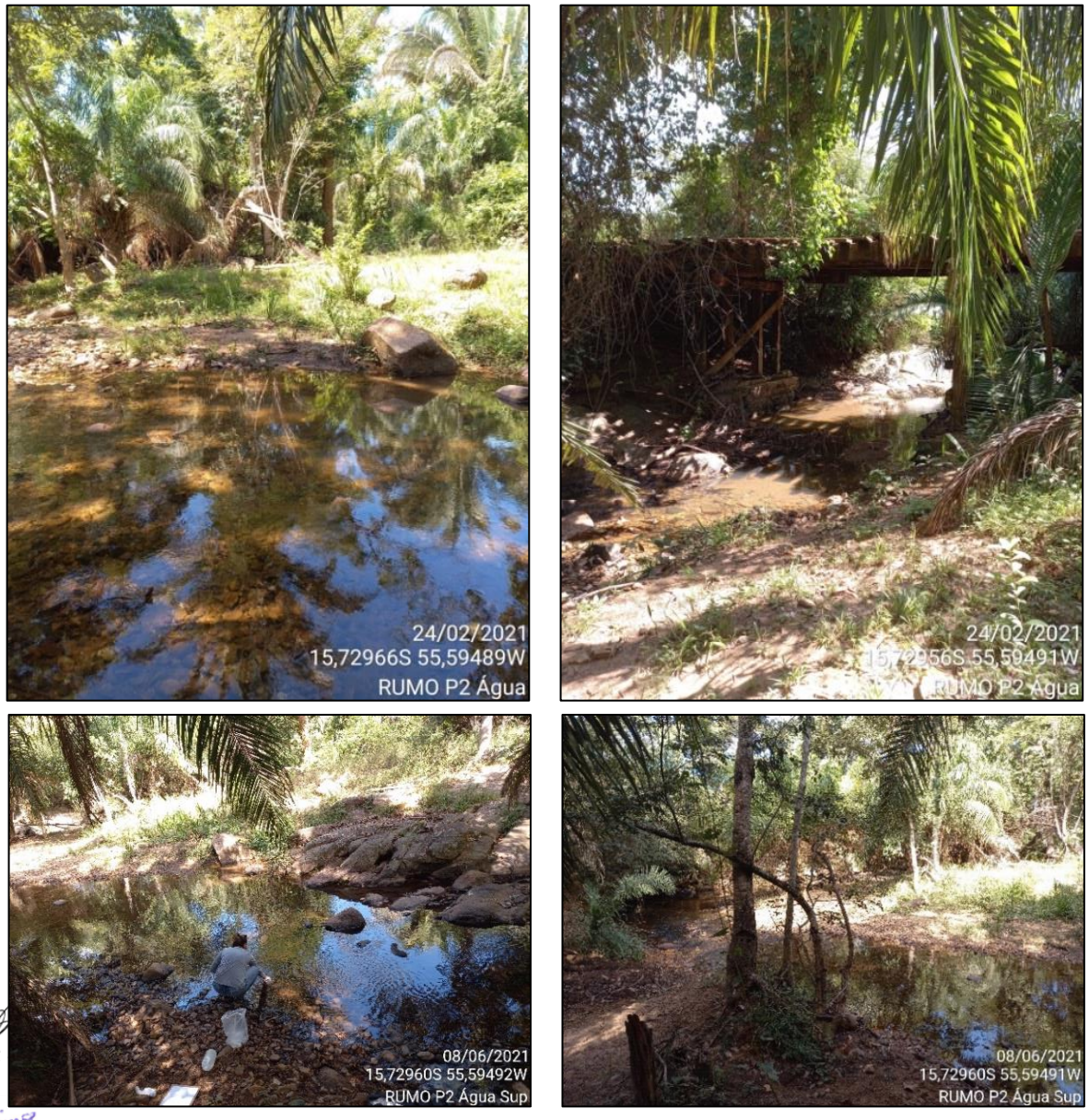


Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

- P2 – Rio Aricá-Mirim

O ponto P2 está situado no Rio Aricá-Mirim, no município de Santo Antônio do Leverger, a cerca de 250 m do traçado da linha férrea. Próximo ao ponto há uma estrada vicinal e uma ponte sobre o rio (Figura 6.1.148).

Figura 6.1.148. Ponto P2, Rio Aricá-Mirim



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

- P3 – Rio das Mortes

O ponto P3 está situado no Rio das Mortes, na Fazenda Santa Luzia, município de Campo Verde, a cerca de 700 m do traçado da linha férrea. Nesta fazenda há criação de gado, sendo que os animais utilizam do rio para dessedentação. O local apresenta mata ciliar preservada e um trilho de acesso que possibilitou a coleta (Figura 6.1.149).

Figura 6.1.149. Ponto P3, Rio das Mortes

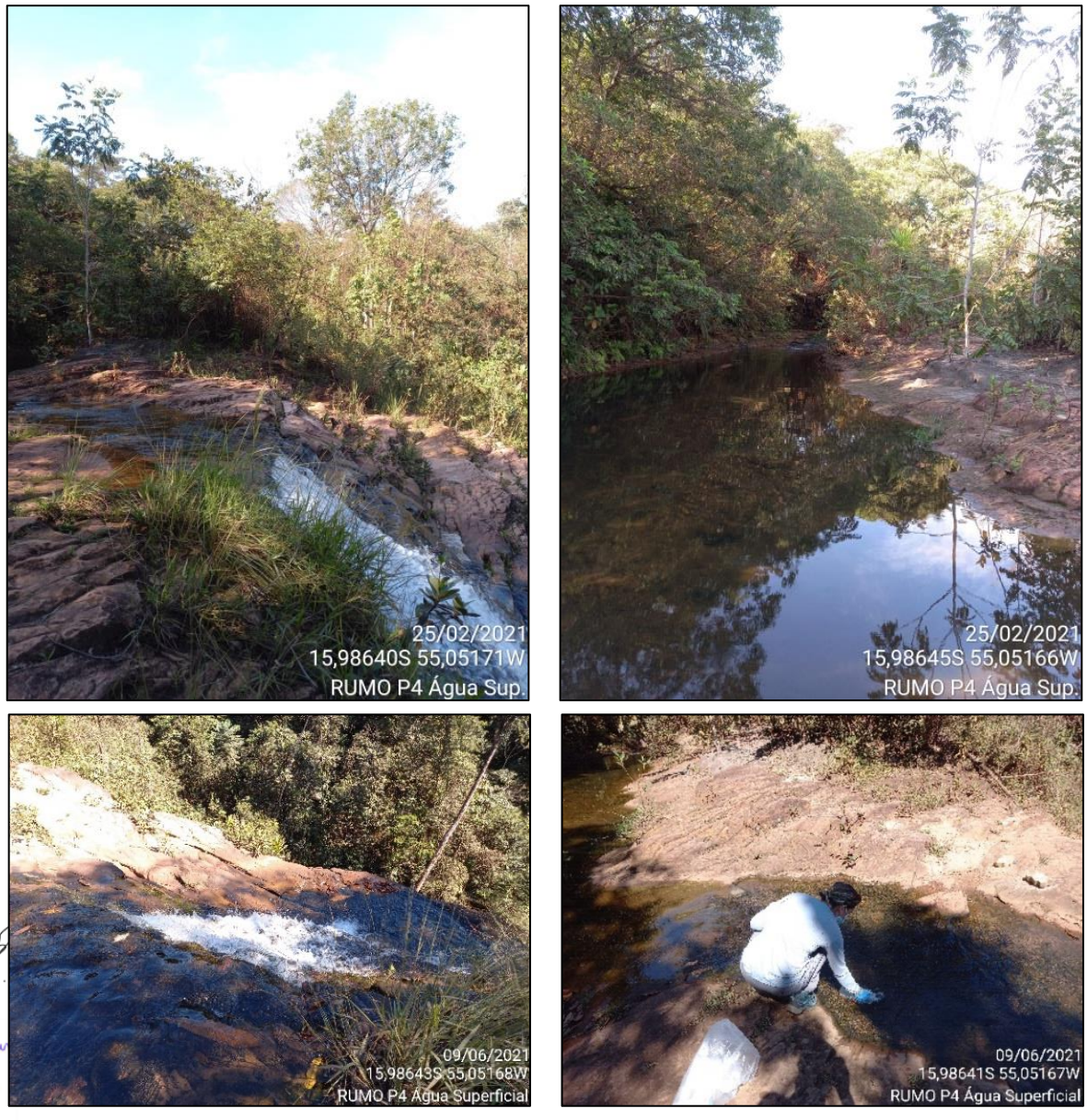


Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

- P4 – Córrego Formoso / Cachoeira da Mulata

O ponto P4 está situado na Cachoeira da Mulata do Córrego Formoso, no município de Jaciara, a cerca de 270 m do traçado da linha férrea. O ponto está situado em uma região de lazer da população local, sendo que há um portal na entrada para a cachoeira e uma edificação, ambos depredados. Além disso, o P4 está inserido na Unidade de Conservação (UC) Estrada Parque Cachoeira da Fumaça (Figura 6.1.150).

Figura 6.1.150. Ponto P4, Córrego Formoso / Cachoeira da mulata



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

- P5 – Rio São Lourenço

O ponto P5 está situado no Rio São Lourenço, no município de Jaciara, a cerca de 1.050 m do traçado da malha ferroviária. O ponto está situado no loteamento Portal do Lago, onde há uma estrutura de trapiche em cima do rio (Figura 6.1.151).

Figura 6.1.151. Ponto P5, Rio São Lourenço



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

- P6 – Rio Tugore

O ponto P6 está situado no Rio Tugore no município Juscimeira, a cerca de 120 m do traçado da linha da ferrovia. Sobre o ponto há uma ponte na BR 163/BR 364, o que permitiu a realização da coleta de amostras (Figura 6.1.152).

Figura 6.1.152. Ponto P6, Rio Tugore



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

- P7 – Rio Vermelho

O ponto P7 está situado no Rio Vermelho, no município de Rondonópolis, a cerca de 250 m do traçado da linha da ferrovia, a qual passará por cima deste recurso hídrico. O rio apresenta mata ciliar preservada e o acesso ao ponto ocorre pelo Sítio Vale do Rio Vermelho (Figura 6.1.153).

Figura 6.1.153. Ponto P7, Rio Vermelho



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

- P8 – Ribeirão Ponte da Pedra

O ponto P8 está situado no Ribeirão Ponte da Pedra, na Fazenda Ijuí, no município de Rondonópolis, a cerca de 200 m do traçado da ferrovia e a 1500 m da rodovia MT-471. Esse ponto está localizado em uma região sem a presença abundante da mata ciliar, onde há criação de gado, sendo o recurso hídrico utilizado para dessedentação animal (Figura 6.1.154).

Figura 6.1.154. Ponto P8, Ribeirão Ponte da Pedra



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

- P9 – Rio Areial

O ponto P9 está situado no Rio Areial no município de Juscimeira a cerca de 240 m do traçado da ferrovia e a 150 m da rodovia MT-373. O acesso a esse ponto se dá pela margem. O corpo hídrico apresenta mata ciliar, exceto na região de acesso utilizada para a coleta. Neste ponto, foi detectada a extração de areia do leito do rio e captação de água para ser utilizada na conformação das estradas locais (Figura 6.1.155).

Figura 6.1.155. Ponto P9, Rio Areial



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

- P10 – Rio das Mortes

O ponto P10 está situado no Rio da Morte no município de Poxoréu a cerca de 1.200 m do traçado da ferrovia e a 160 m da rodovia MT-453. O corpo hídrico apresenta mata ciliar ao longo de seu trecho. Durante as campanhas encontrou-se resíduos próximos à margem e a presença de uma tubulação para escoar água para a outra margem do rio. Destaca-se que antes do ponto de coleta há valetas abertas, o que faz com que haja escoamento superficial para o banhado antes do Rio das Mortes. Na realização da 1ª campanha de monitoramento, ocorreu precipitação nas 24 horas anteriores a coleta (Figura 6.1.156).

Figura 6.1.156. Ponto P10, Rio das Mortes



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

- P11 – Rio das Mortes

O ponto P11 está situado no município de Poxoréu a cerca de 300m do traçado da ferrovia e a 320 m da rodovia MT-453. O ponto está localizado próximo a uma ponte, onde foi encontrado um gerador para coleta de água, possivelmente para caminhão pipa. Destaca-se ainda que antes do ponto de coleta há valetas abertas o que faz com que haja escoamento superficial para o banhado antes do Rio das Mortes e a presença de manchas de óleo próximas ao rio. O corpo hídrico apresenta mata ciliar em suas margens e houve a ocorrência de precipitação nas 24 horas antecedentes a coleta da 1ª campanha (Figura 6.1.157).

Figura 6.1.157. Ponto P11, Rio das Mortes



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

- P12 – Ribeirão Ximbica

O ponto P12 está localizado no Ribeirão da Ximbica, no município de Primavera do Leste. O ponto de coleta está situado a aproximadamente 2.000 m do traçado da ferrovia. Como apresentado na Figura 6.1.158 o ponto de amostragem do Ribeirão apresenta mata ciliar. Houve a ocorrência de precipitação nas 24 horas antecedentes a coleta da 1ª campanha.

Figura 6.1.158. Ponto P12, Ribeirão Ximbica









Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

- P13 – Ribeirão Bananal / Cachoeira Salto do Bananal

O ponto P13 está localizado no Ribeirão Bananal/Cachoeira Salto Bananal, no município do Planalto da Serra. O ponto de coleta está localizado a 130 m do traçado da rodovia. A região do ponto de coleta está localizada próxima à cachoeira, conta com a presença da mata ciliar e água com tom marrom claro. Ocorreu precipitação nas 24 horas anteriores à coleta da 1ª campanha (Figura 6.1.159).

Figura 6.1.159. Ponto P13, Ribeirão Bananal / Cachoeira Salto do Bananal



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

- P14 – Ribeirão Poção

O ponto P14 está localizado no Ribeirão Poção, no município do Planalto da Serra. O ponto de coleta fica próximo a uma ponte, e a cerca de 1.500 m do traçado da ferrovia. A área do ponto de coleta apresenta água com cor marrom clara e mata ciliar. Ocorreu precipitação nas 24 horas anteriores à coleta de amostras da 1ª campanha (Figura 6.1.160).

Figura 6.1.160. Ponto P14, Ribeirão Poção



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

- P15 – Rio Piabas

O ponto P15 está localizado no Rio Piabas, na Fazenda Bom Futuro, município do Rosário Oeste. O ponto de coleta fica próximo a uma ponte, e a cerca de 2200 m do traçado da ferrovia. A área do ponto de coleta apresenta mata ciliar em suas margens. Houve a ocorrência de precipitação nas 24 horas antecedentes a coleta de amostras da 1ª campanha (Figura 6.1.161).

Figura 6.1.161. Ponto P15, Rio Piabas



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

- P16 – Ribeirão Beija-flor

O ponto P16 está localizado no Ribeirão Beija-flor, no município do Rosário Oeste. O ponto de coleta está a cerca de 1.000 m do traçado da ferrovia, estando próxima da saída da canalização do corpo hídrico, realizada por causa das obras de conformação da rodovia MT-140 (Figura 6.1.162).

Figura 6.1.162. Ponto P16, Ribeirão Beija-flor



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

- P17 – Ribeirão Moderno

O ponto P17 está localizado no Ribeirão Moderno, no município da Nova Mutum. A região está a cerca de 450 m do traçado da ferrovia. A área do ponto de coleta apresenta mata ciliar e sistema de canalização que transporta o recurso hídrico de um lado para o outro da estrada local (Figura 6.1.163).

Figura 6.1.163. Ponto P17, Ribeirão Moderno



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

- P18 – Rio Verde

O ponto P18 está localizado no Rio Verde, no município de Nova Mutum, cerca de 380 m do traçado da ferrovia. A região de coleta encontra-se próxima a uma ponte e conta com a presença da mata ciliar (Figura 6.1.164).

Figura 6.1.164. Ponto P18, Rio Verde



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

- P19 – Ribeirão do Alegre

O ponto P19 está localizado no Ribeirão Alegre, no município de Nova Mutum. O traçado da ferrovia encontra-se à cerca da 700 m do ponto de coleta, além de que esse está a 70 m da rodovia MT-235. A região de coleta apesenta mata ciliar (Figura 6.1.165).

Figura 6.1.165. Ponto P19, Ribeirão do Alegre



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

- P20 – Rio dos Patos

O ponto P20 está localizado no Rio dos Patos, no município de Nova Mutum. A área de análise está a cerca de 700 m do traçado da ferrovia, e ao lado da rodovia MT-235. A região de coleta apesenta mata ciliar (Figura 6.1.166).

Figura 6.1.166. Ponto P20, Rio dos Patos



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

- P21 – Ribeirão São Manuel

O ponto P21 está localizado no Ribeirão São Manuel, no município de Nova Mutum. O traçado da ferrovia, adjacente a BR-163, encontra-se a cerca de 1.500 m do ponto de análise. A coleta foi realizada em um ponto que apresenta mata ciliar (Figura 6.1.167).

Figura 6.1.167. Ponto P21, Ribeirão São Manuel



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

- P22 – Ribeirão da Piranha

O ponto P22 está localizado no Ribeirão da Piranha, no município de Lucas do Rio Verde. O traçado da rodovia encontra-se a oeste do ponto de coleta e a 1.600 m de distância, e a montante encontra-

se a BR-163. Na área de coleta há a presença de mata ciliar, e a água apresenta tonalidade transparente (Figura 6.1.168).

Figura 6.1.168. Ponto P22, Ribeirão da Piranha



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda, 2021.

6.1.6.3.2.4 Resultados analíticos do monitoramento de água superficial

Os resultados das análises laboratoriais e das medições *in loco* por meio de equipamento multiparâmetro referentes à 1ª Campanha de Monitoramento são apresentados na Tabela 6.1.43, ao passo que os resultados referentes à 2ª Campanha de Monitoramento são apresentados na Tabela 6.1.44. Os laudos analíticos dos resultados encontram-se Anexo 6.1.3.

Tabela 6.1.43. Resultados analíticos dos pontos de monitoramento de água superficial 1ª Campanha

PARÂMETROS	UNIDADE	LQ	CONAMA 357/2005	PONTOS DE MONITORAMENTO																				
			Classe 2	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22
Coliformes termotolerantes	UFC/ 100ml	1	1000	340,00	340,00	610,00	200,00	340,00	470,00	380,00	640,00	400,00	320,00	420,00	320,00	610,00	940,00	230,00	260,00	200,00	200,00	200,00	250,00	440,00	27,00
DBO5,20	mg/L	1,76	≤ 5	3,18	2,90	3,10	**17,60**	<1,76	3,00	2,14	2,00	3,60	2,90	2,95	2,94	3,30	3,38	2,77	<1,76	2,90	2,00	2,99	2,77	2,00	3,00
Escherichia coli	UFC/ 100ml	1	≤ 1000	200,00	340,00	610,00	120,00	340,00	470,00	380,00	640,00	290,00	61,00	420,00	320,00	610,00	940,00	230,00	260,00	200,00	200,00	200,00	250,00	440,00	27,00
Fósforo Total	mg P/L	0,06	0,1	0,08	<0,06	0,08	<0,06	<0,06	0,08	<0,06	< 0,06	0,07	< 0,06	<0,06	<0,06	0,09	**0,10**	0,08	0,09	<0,06	0,07	<0,06	0,08	< 0,06	< 0,06
Nitrogênio total	mg N/L	0,6	-	< 0,6	5,94	<0,6	1,73	< 0,6	1,21	1,64	0,97	< 0,6	0,93	0,91	0,83	0,80	1,48	0,82	<0,6	<0,6	< 0,6	<0,6	0,90	<0,6	0,85
Óleos e graxas	-		Visualmente ausentes (V.A)	V.A	V.A	V.A	V.A	V.A	V.A	V.A	V.A	V.A	V.A	V.A	V.A	V.A	V.A	V.A	V.A	V.A	V.A	V.A	V.A	V.A	V.A
Oxigênio dissolvido	mgO2/L	0,89	≥5	8,51	8,73	8,73	7,61	7,39	8,28	7,84	8,73	8,51	8,73	8,51	8,96	7,91	8,85	8,85	7,56	6,85	8,85	8,20	7,99	7,77	7,34
Salinidade	‰	0,1	-	< 0,1	< 0,1	< 0,1	<0,1	< 0,1	<0,1	<0,1	< 0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	< 0,1	<0,1	< 0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	30,7	≤ 500	48,00	< 30,7	< 30,7	<30,7	< 30,7	<30,7	36,00	< 30,7	56,00	<30,7	<30,7	<30,7	52,00	60,00	92,00	52,00	<30,7	< 30,7	<30,7	<30,7	<30,7	40,00
Sólidos sedimentáveis	ml/L.H	0,1	-	0,10	< 0,1	0,20	<0,1	0,30	0,50	1,00	0,10	0,30	0,10	0,10	<0,1	0,20	0,20	0,10	0,60	<0,1	0,10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Sólidos Totais	mg/L	36,3	-	74,00	74,00	< 36,3	<36,3	82,00	88,00	202,00	< 36,3	70,00	44,00	<36,3	<36,3	90,00	92,00	128,00	62,00	<36,3	< 36,3	<36,3	<36,3	46,00	<36,3
Turbidez	NTU	0,11	≤ 100	41,20	5,81	15,70	2,50	86,90	53,60	26,10	9,28	66,50	12,80	4,53	5,45	60,30	**108,00**	**138,00**	72,50	11,20	19,00	26,80	6,77	47,20	<2,53
pH	-	6,0 a 9,0	-	7,00	7,50	**4,80**	**5,28**	6,60	7,25	8,24	**4,82**	6,70	6,00	4,83	6,60	9,15	7,46	8,10	8,00	7,25	8,50	8,80	7,07	8,03	7,49
Temperatura	ºC/hora		-	28,80	25,20	23,30	24,80	28,50	30,70	29,70	26,10	28,10	24,80	24,70	25,00	24,60	24,80	24,10	23,80	25,70	25,40	24,60	24,90	25,70	25,70
Condutividade elétrica	uS/cm/hora		-	51,30	64,50	4,20	6,20	20,50	46,90	41,40	2,70	26,80	5,20	11,30	11,90	47,50	23,40	18,30	4,20	6,40	5,70	6,50	5,60	15,90	13,40

Legenda: LQ – Limite de Quantificação. UFC – Unidade Formadora de Colônias. V.A -: Visualmente ausente Ausente. Em vermelho são identificados os valores que ultrapassaram o limite da Resolução CONAMA.
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Tabela 6.1.44. Resultados analíticos dos pontos de monitoramento de água superficial 2ª Campanha

PARÂMETROS	UNIDADE	LQ	CONAMA 357/2005 CLASSE 2	PONTOS DE MONITORAMENTO																				
				P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22
Coliformes termotolerantes	UFC/100mL	1,00	≤ 1000	360,00	780,00	830,00	800,00	230,00	500,00	188,00	350,00	500,00	190,00	550,00	480,00	500,00	280,00	230,00	390,00	450,00	450,00	530,00	420,00	440,00	240,00
DBO	mg/L	1,76	≤ 5	< 1,76	2,00	< 1,76	1,81	2,00	2,04	2,00	< 1,76	2,05	2,20	2,20	2,30	2,37	3,14	< 1,76	< 1,76	2,08	2,30	2,74	< 1,76	3,53	2,03
Escherichia coli	UFC/100mL	1,00	≤ 1000	100,00	100,00	200,00	200,00	100,00	100,00	80,00	50,00	100,00	100,00	350,00	100,00	300,00	100,00	26,00	260,00	400,00	150,00	430,00	320,00	330,00	48,00
Fósforo Total	mg P/L	0,06	≤ 0,1	0,06	**0,10**	< 0,06	< 0,06	< 0,06	0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	0,08	0,09	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	0,08	< 0,06
Nitrogênio Total	mg N/L	0,60	-	1,08	1,27	0,80	1,04	1,43	1,14	1,13	1,05	10,08	< 0,6	< 0,6	< 0,6	1,41	1,65	2,48	2,08	1,37	2,20	0,75	2,46	2,15	< 0,6
Óleos e Graxas	-	-	V.A	V.A	V.A	V.A	V.A	V.A	V.A	V.A	V.A	V.A	V.A	V.A	V.A	V.A	V.A	V.A	V.A	V.A	V.A	V.A	V.A	V.A	V.A
Oxigênio Dissolvido	mg O2/L	0,89	≥ 5	7,47	7,09	7,89	7,79	6,89	7,89	7,89	7,49	7,49	7,89	7,49	7,87	7,89	7,09	7,54	7,69	7,47	7,29	7,49	7,69	7,89	7,76
Salinidade	‰	0,10	-	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	30,70	≤ 500	80,00	146,00	48,00	< 30,7	< 30,7	56,00	112,00	76,00	32,00	40,00	< 30,7	38,00	70,00	376,00	136,00	148,00	< 30,7	46,00	< 30,7	< 30,7	72,00	< 30,7
Sólidos Sedimentáveis	ml/L.H	0,10	-	0,10	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,10	< 0,1	< 0,1	0,30	< 0,1	0,20	0,10	0,10	< 0,1	0,10	2,60	0,10	< 0,1	0,10	0,10	< 0,1	0,10	<0,1
Sólidos Totais	mg/L	36,30	-	90,00	164,00	60,00	< 36,3	< 36,3	60,00	130,00	88,00	40,00	48,00	40,00	46,00	90,00	424,00	148,00	168,00	< 36,3	62,00	< 36,3	< 36,3	84,00	< 36,3
Turbidez	NTU	0,11	≤ 100	17,20	2,49	3,94	2,30	17,80	21,70	44,90	7,15	17,60	13,70	27,50	2,11	8,79	24,00	14,60	7,67	2,43	6,73	6,53	4,75	28,60	4,00
pH	-	-	6,0 a 9,0	**5,30**	6,38	**3,30**	**4,79**	6,73	7,96	8,78	6,66	7,60	7,40	7,38	7,17	9,87	9,80	8,60	9,36	7,77	8,03	8,93	7,88	9,92	8,02
Temperatura	°C/hora	-	-	23,40	22,40	21,60	23,8	27,10	25,00	27,40	25,30	25,40	22,60	21,10	23,20	22,40	22,60	23,80	21,50	22,40	23,10	23,40	23,70	22,80	24,00
Condutividade elétrica	uS/cm/hora	-	-	35,40	68,00	3,60	5,30	17,00	33,00	40,60	2,60	18,40	4,80	4,30	5,00	100,70	46,30	7,70	4,00	4,00	3,60	3,20	3,60	50,60	3,90

Legenda: LQ – Limite de Quantificação. UFC – Unidade Formadora de Colônias. V.A - Visualmente Ausente. Em vermelho são identificados os valores que ultrapassaram o limite da Resolução CONAMA.
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

- Potencial Hidrogeniônico - pH

O potencial hidrogeniônico (pH) representa a concentração de íons hidrogênio H^+ e indica sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. A faixa de pH varia de 0 a 14, sendo zero o valor de acidez máxima, 14 a alcalinidade máxima e 7 o valor neutro (VON SPERLING, 1996).

A variação de pH em corpos hídricos pode ter origens naturais, como a dissolução de rochas, oxidação da matéria orgânica, fotossíntese e absorção de gases da atmosfera; ou origens antropogênicas através de despejos de efluentes domésticos e industriais. Além disso, as condições de temperatura e radiação solar também contribuem para as oscilações do pH (VON SPERLING, 1996).

Os ecossistemas aquáticos são influenciados por este parâmetro devido a seus efeitos sobre a fisiologia de várias espécies quando os valores de pH se afastam da faixa de neutralidade. Além disso, em determinadas condições de pH pode haver a precipitação de elementos químicos tóxicos, enquanto que outras condições podem afetar a solubilidade de nutrientes (CETESB, 2019). Dessa forma, como critério de proteção à vida aquática, a Resolução CONAMA 357/2005 estabelece uma faixa de pH entre 6,0 e 9,0.

Os resultados de pH foram obtidos em campo por meio de equipamento multiparâmetro. A Figura 6.1.169 apresenta a variação deste parâmetro ao longo das duas campanhas. Pode-se observar uma alteração entre os resultados da 1ª e 2ª Campanha, isto pode ocorrer pela sazonalidade das coletas, já que a 2ª Campanha ocorreu no período seco e com temperaturas ligeiramente menores que a 1ª Campanha.

Os pontos P3 e P4 apresentaram valores abaixo do limite estabelecido em ambas as campanhas. Os pontos estão localizados em uma região geológica com predominância da Formação Furnas. Barreto (2016), em seu estudo, encontrou valores de pH entre 4 e 5,3 para os solos pertencentes à Formação Furnas, enquanto que Godoy (2016) encontrou valores de pH na faixa de 4,9 a 6,8 para águas subterrâneas na região do Planalto dos Guimarães (municípios de São Vicente, Jaciara e Juscimeira), havendo possibilidade destes valores serem característicos dos pontos amostrados.

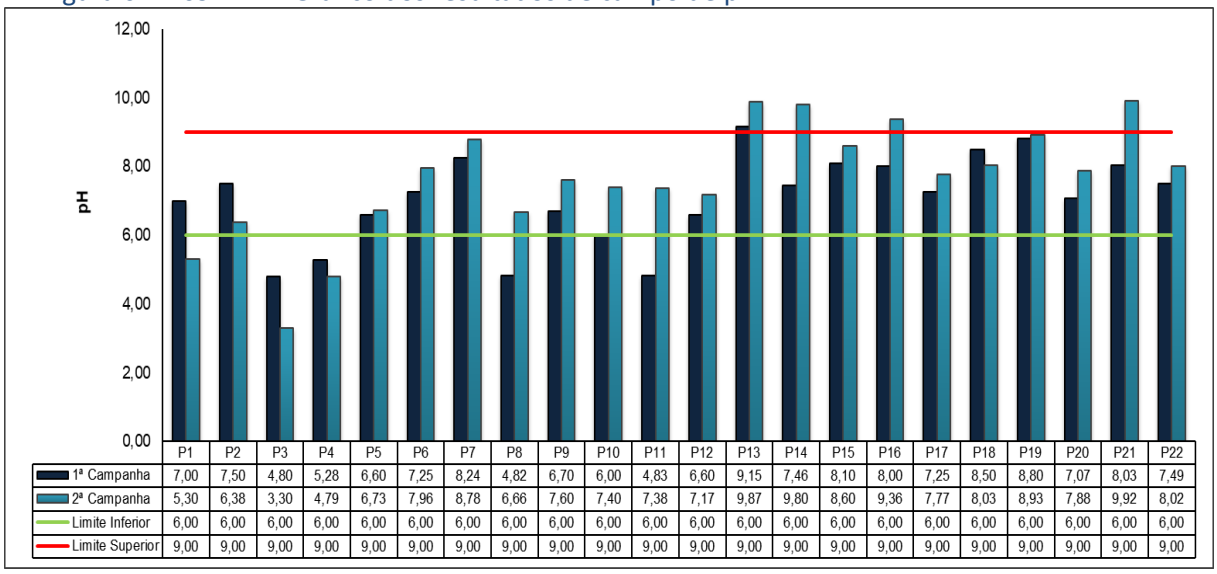
Os pontos P8 e P11, apresentaram valores inferiores apenas na 1ª campanha, considerando que essa campanha foi realizada no período chuvoso, é possível que tenha ocorrido carreamento de ácidos húmicos e fúlvicos utilizados para correção do solo, ou ainda são resultantes de degradação de matéria orgânica presente na água.

No ponto P13 obteve-se valor de pH de 9,17 na 1ª Campanha e 9,87 na 2ª campanha. Neste mesmo ponto, a condutividade elétrica (Figura 6.1.169) chegou a 100,7 µS/cm/hora na 2ª campanha, maior valor encontrado em ambas as campanhas, indicando a presença de íons dissolvidos na água (nutrientes) capazes de inferir no valor encontrado para pH

Nos pontos P14, P16 e P21 percebe-se que os valores obtidos na 2ª campanha se apresentam levemente acima do limite superior. Da mesma forma, considerando que todas as áreas de influência

dos pontos possuem predominância agrícola e são transpassados por estradas de terra, é possível que o carreamento de material destas áreas possa ter propiciado tais alterações.

Figura 6.1.169. Gráfico dos resultados de campo de pH



	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22
1ª Campanha	7,00	7,50	4,80	5,28	6,60	7,25	8,24	4,82	6,70	6,00	4,83	6,60	9,15	7,46	8,10	8,00	7,25	8,50	8,80	7,07	8,03	7,49
2ª Campanha	5,30	6,38	3,30	4,79	6,73	7,96	8,78	6,66	7,60	7,40	7,38	7,17	9,87	9,80	8,60	9,36	7,77	8,03	8,93	7,88	9,92	8,02
Limite Inferior	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Limite Superior	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00

Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021)

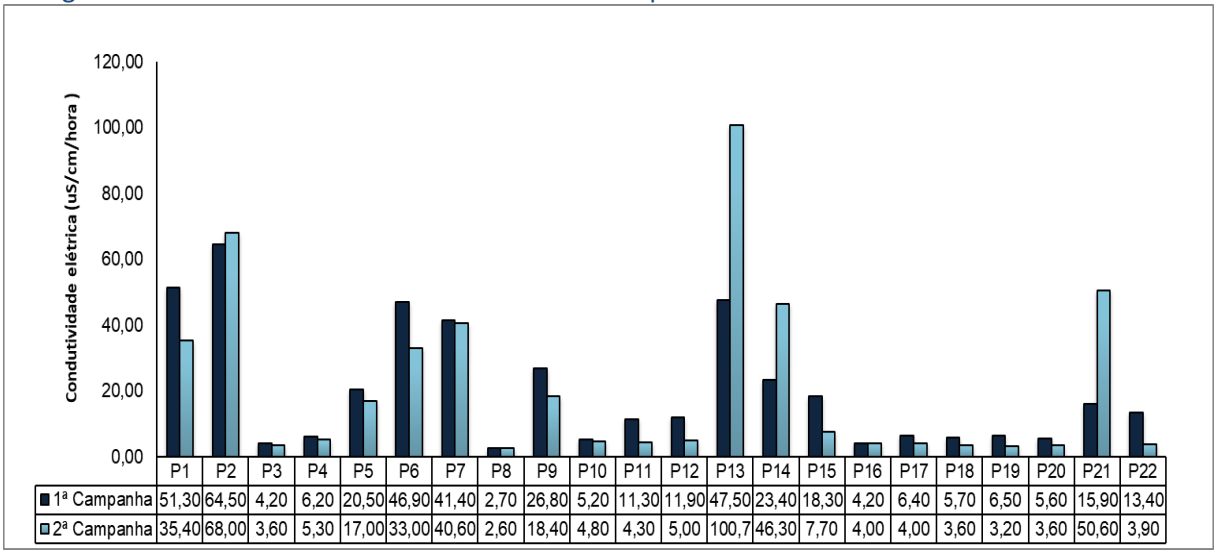
- Condutividade elétrica

A condutividade expressa a capacidade da água em conduzir corrente elétrica, isso irá depender das concentrações iônicas e temperatura e indica a quantidade de sais existentes na coluna d'água, representando uma medida indireta da concentração de poluentes (CETESB, 2019).

A Resolução CONAMA 357/2005 não apresenta valores de referência para este parâmetro, sendo que as águas naturais apresentam teores de condutividade na faixa de 10 a 100 µS/cm, sendo que níveis superiores a 100 µS/cm geralmente indicam ambientes impactados, podendo chegar a 1.000 µS/cm com a presença de esgotos domésticos ou industriais (CETESB, 2019; FUNASA, 2014).

De maneira geral observou-se uma redução nos valores encontrados na 2ª Campanha, o que está relacionado à temperatura na segunda coleta ser menor (Figura 6.1.170), já que a condutividade elétrica aumenta com a elevação da temperatura. Entretanto, nos pontos P2, P13, P14 e P21 foram obtidos resultados maiores na 2ª Campanha, sendo que o ponto P13 apresentou o maior valor verificado, de 100,7 µS/cm/hora. A condutividade elétrica varia também com a concentração total de substâncias ionizadas dissolvidas na água, tendo sido verificada maior concentração de sólidos dissolvidos totais nestes pontos na 2ª campanha em comparação com a 1ª.. A menor condutividade elétrica foi obtida no ponto P8 com valor de 2,60 µS/cm/hora, próximo ao valor encontrado na campanha anterior.

Figura 6.1.170. Gráfico dos resultados de campo de Condutividade Elétrica



	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22
1ª Campanha	51,30	64,50	4,20	6,20	20,50	46,90	41,40	2,70	26,80	5,20	11,30	11,90	47,50	23,40	18,30	4,20	6,40	5,70	6,50	5,60	15,90	13,40
2ª Campanha	35,40	68,00	3,60	5,30	17,00	33,00	40,60	2,60	18,40	4,80	4,30	5,00	100,7	46,30	7,70	4,00	4,00	3,60	3,20	3,60	50,60	3,90

Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

- Demanda Bioquímica de Oxigênio - $DBO_{5,20}$

A demanda bioquímica de oxigênio é um parâmetro comumente utilizado para a medida de consumo de oxigênio na água, pois representa a quantidade de oxigênio consumido por peixes e outros organismos aeróbicos e pela oxidação da matéria orgânica presente na água (JUNIOR, 2018). Portanto, a DBO retrata de forma indireta o teor de matéria orgânica presente em um corpo d'água através de medidas do oxigênio dissolvido, por isso sua importância como parâmetro para a caracterização do grau de poluição de um corpo hídrico (VON SPERLING, 1996).

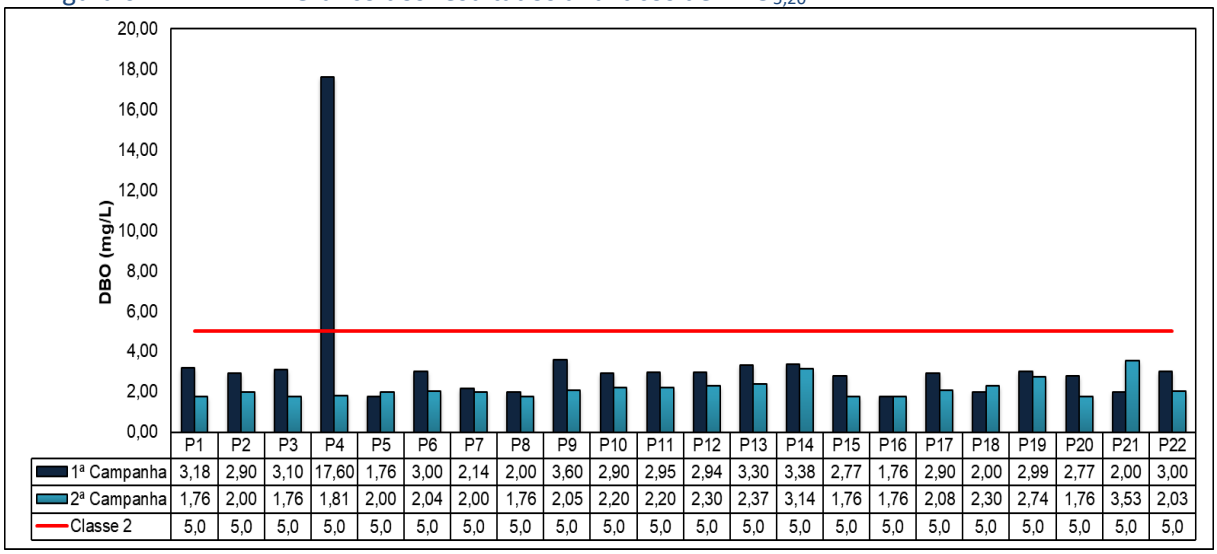
A $DBO_{5,20}$ é um teste padrão que corresponde à quantidade de oxigênio consumido em cinco dias a uma temperatura de 20°C. É realizada uma medida inicial de oxigênio dissolvido (OD) posteriormente a coleta e uma segunda medida após o período de incubação de cinco dias, sendo que o valor da $DBO_{5,20}$ é obtido pela diferença entre o OD final e inicial.

Quando a $DBO_{5,20}$ apresenta valores elevados, ocorre a redução nos níveis de oxigênio dissolvido devido a decomposição da matéria orgânica, o que pode resultar na mortandade de peixes. De maneira geral, o aumento nas concentrações da $DBO_{5,20}$ estão associados ao lançamento de cargas orgânicas provenientes de efluentes domésticos (BITTENCOURT, 2014). Assim, com o objetivo de controle de poluição dos corpos hídricos, a Resolução CONAMA 357/2005 estabelece padrões de DBO para as diferentes classes, para a Classe 2, os limites não devem ser superiores à 5 mg/L.

A Figura 6.1.171 apresenta os resultados analíticos da $DBO_{5,20}$ nos vinte e dois (22) pontos amostrados referentes às duas campanhas de monitoramento. Na 1ª campanha apenas o ponto P4 apresentou $DBO_{5,20}$ acima do limite estabelecido, com valor de 17,6 mg/L. Este ponto pertence à Unidade de Conservação (UC) Estrada Parque Cachoeira da Fumaça e é uma área de lazer. Na 2ª campanha, o mesmo ponto apresentou significativa redução, com valor de 1,81 mg/L, podendo indicar a presença de matéria orgânica no corpo hídrico proveniente de fontes pontuais ou difusas de poluição na data da 1ª campanha, ou ainda o aporte de matéria orgânica pode ter advindo do

escoamento superficial das chuvas ocorridas no período.. Com relação aos outros pontos de monitoramento, todos apresentaram valores de acordo com o estabelecido na legislação.

Figura 6.1.171. Gráfico dos resultados analíticos de $DBO_{5,20}$



	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22
1ª Campanha	3,18	2,90	3,10	17,60	1,76	3,00	2,14	2,00	3,60	2,90	2,95	2,94	3,30	3,38	2,77	1,76	2,90	2,00	2,99	2,77	2,00	3,00
2ª Campanha	1,76	2,00	1,76	1,81	2,00	2,04	2,00	1,76	2,05	2,20	2,20	2,30	2,37	3,14	1,76	1,76	2,08	2,30	2,74	1,76	3,53	2,03
Classe 2	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0

Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

- Oxigênio Dissolvido

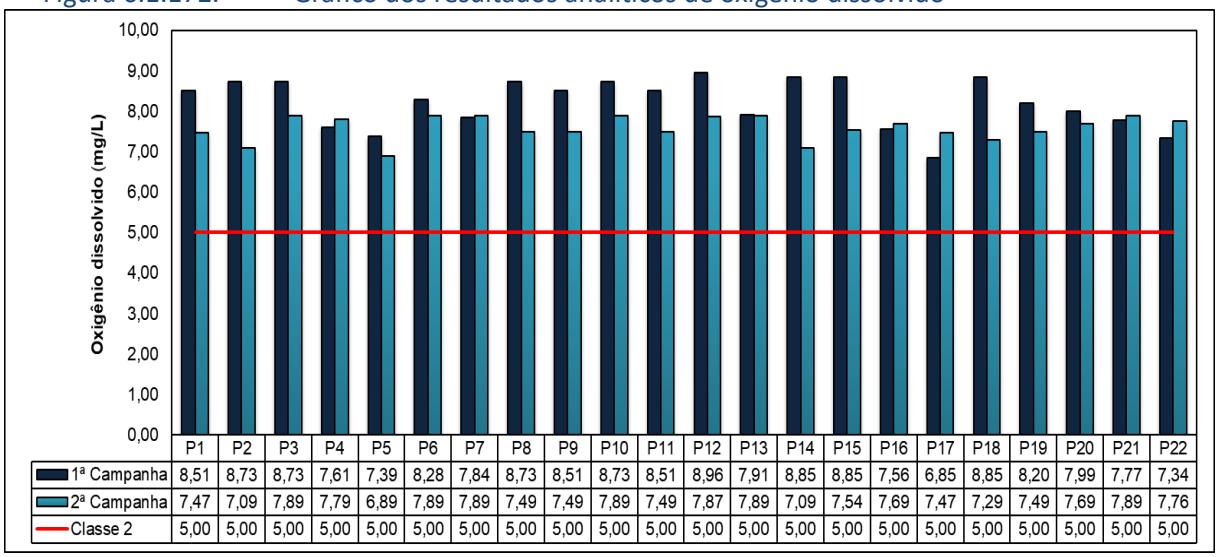
Assim como a $DBO_{5,20}$, o oxigênio dissolvido (OD) é um parâmetro de extrema importância para exames de qualidade da água, pois revela a possibilidade de manutenção de vida dos organismos aeróbios. A disponibilidade de OD está relacionada ao consumo de oxigênio pelas bactérias que degradam a matéria orgânica, já que estas fazem uso do oxigênio em seus processos respiratórios ocasionando a redução de concentração de OD no meio (BITTENCOURT, 2014; JUNIOR, 2018; VON SPERLING, 1996).

Dependendo da intensidade da redução das concentrações, pode ocorrer a morte de diversas espécies aquáticas e, caso o oxigênio seja completamente consumido o corpo d'água pode se tornar anaeróbio e com isso gerar maus odores (VON SPERLING, 1996).

Tendo em vista a manutenção da vida aquática, a Resolução CONAMA 357/2005 estabelece que os níveis de OD para corpos hídricos de Classe 2 devem ser superiores a 5 mg/L.

Os resultados analíticos do oxigênio dissolvido referente às duas campanhas de monitoramento são apresentados na Figura 6.1.172. Conforme observado, todos os pontos analisados em ambas as campanhas apresentaram concentrações superiores a 5 mg/L, o que não indica alto consumo de oxigênio por presença de matéria orgânica, resultando em águas com boa concentração de oxigênio dissolvido para as espécies aquáticas.

Figura 6.1.172. Gráfico dos resultados analíticos de oxigênio dissolvido



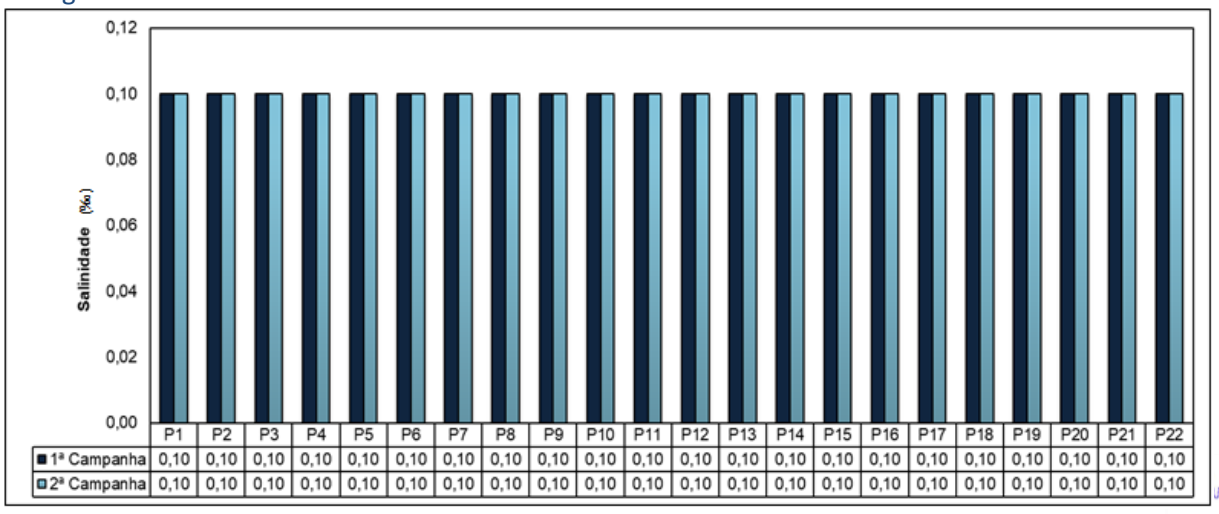
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22
1ª Campanha	8,51	8,73	8,73	7,61	7,39	8,28	7,84	8,73	8,51	8,73	8,51	8,96	7,91	8,85	8,85	7,56	6,85	8,85	8,20	7,99	7,77	7,34
2ª Campanha	7,47	7,09	7,89	7,79	6,89	7,89	7,89	7,49	7,49	7,89	7,49	7,87	7,89	7,09	7,54	7,69	7,47	7,29	7,49	7,69	7,89	7,76
Classe 2	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00

Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

- Salinidade

A salinidade traduz o teor de sais dissolvidos na água, dentre os quais se podem destacar os cloretos de Na, Mg e Ca, os sulfatos de Mg, K e Ca e os carbonatos de Ca e Mg (OLIVEIRA, 2010). Na Resolução CONAMA 357/2005, esse parâmetro é utilizado para enquadramento dos corpos hídricos em águas doces, salobras ou salinas. Para águas doces a salinidade deve ser igual ou inferior a 0,5‰, estando os pontos monitorados com concentrações inferiores a 0,1‰ (Figura 6.1.173).

Figura 6.1.173. Gráfico dos resultados analíticos de salinidade



	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22
1ª Campanha	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
2ª Campanha	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10

Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

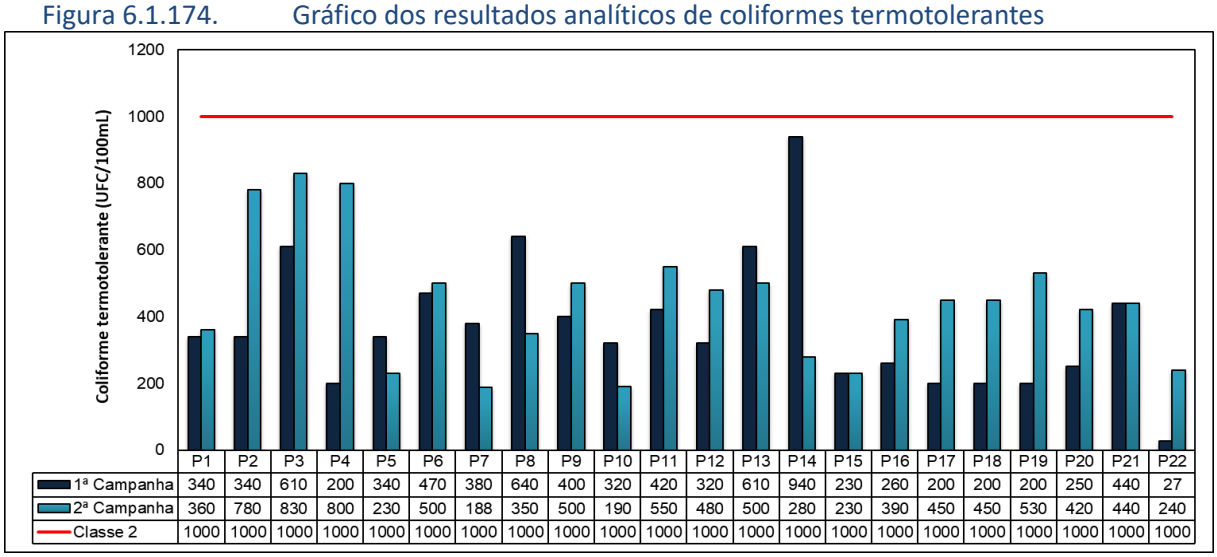
- Coliformes termotolerantes e Escherichia Coli

Os coliformes termotolerantes são microrganismos do grupo coliformes capazes de fermentar a lactose a 44 e 45°C. Este grupo é representado, principalmente, pela *Escherichia coli*, que é de origem exclusivamente fecal e está presente em fezes humanas, de pássaros e mamíferos. Outros

microrganismos do grupo coliforme podem ocorrer em águas com altos teores de matéria orgânica provenientes de efluentes industriais, material vegetal e solo em processo de decomposição. Portanto, a presença de coliformes termotolerantes não representa necessariamente contaminação de origem fecal (CETESB, 2019).

A Resolução CONAMA 357/2005 apresenta valores de referência para os coliformes termotolerantes e *Escherichia coli* com limites de 1.000 UFC/100 mL. Nenhum dos pontos amostrados ultrapassou os limites estabelecidos pela Resolução (Figura 6.1.174 e Figura 6.1.175).

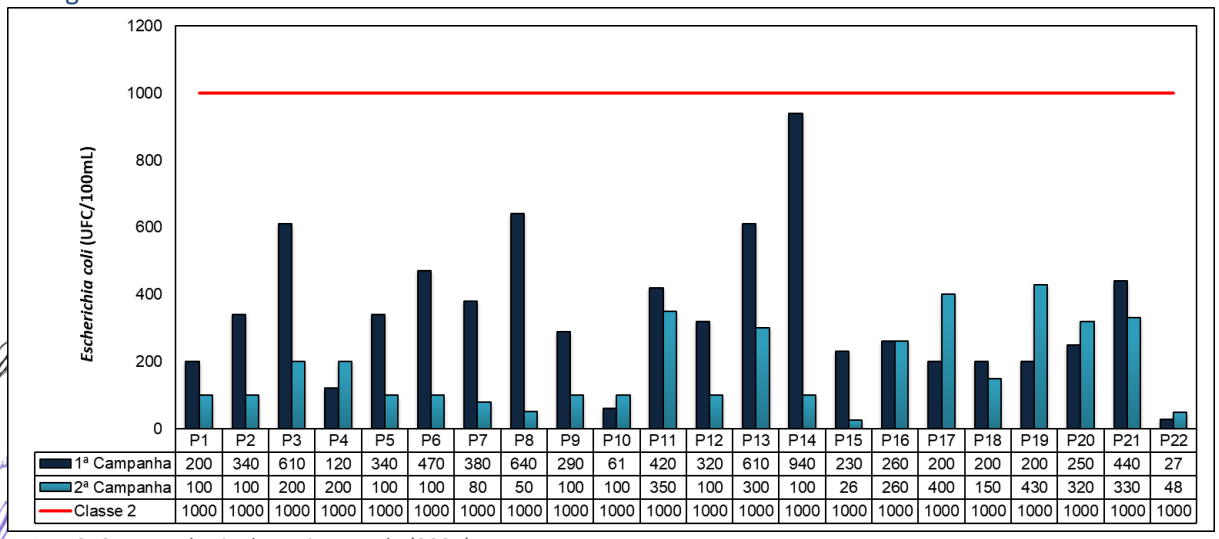
Figura 6.1.174. Gráfico dos resultados analíticos de coliformes termotolerantes



	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22
1ª Campanha	340	340	610	200	340	470	380	640	400	320	420	320	610	940	230	260	200	200	200	250	440	27
2ª Campanha	360	780	830	800	230	500	188	350	500	190	550	480	500	280	230	390	450	450	530	420	440	240
Classe 2	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.175. Gráfico dos resultados analíticos de *Escherichia coli*



	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22
1ª Campanha	200	340	610	120	340	470	380	640	290	61	420	320	610	940	230	260	200	200	200	250	440	27
2ª Campanha	100	100	200	200	100	100	80	50	100	100	350	100	300	100	26	260	400	150	430	320	330	48
Classe 2	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

- Frações de sólidos na água

Para a análise da qualidade da água foram determinadas as frações de sólidos totais, dissolvidos e sedimentáveis. Os sólidos na água correspondem à matéria que permanece como resíduo após a

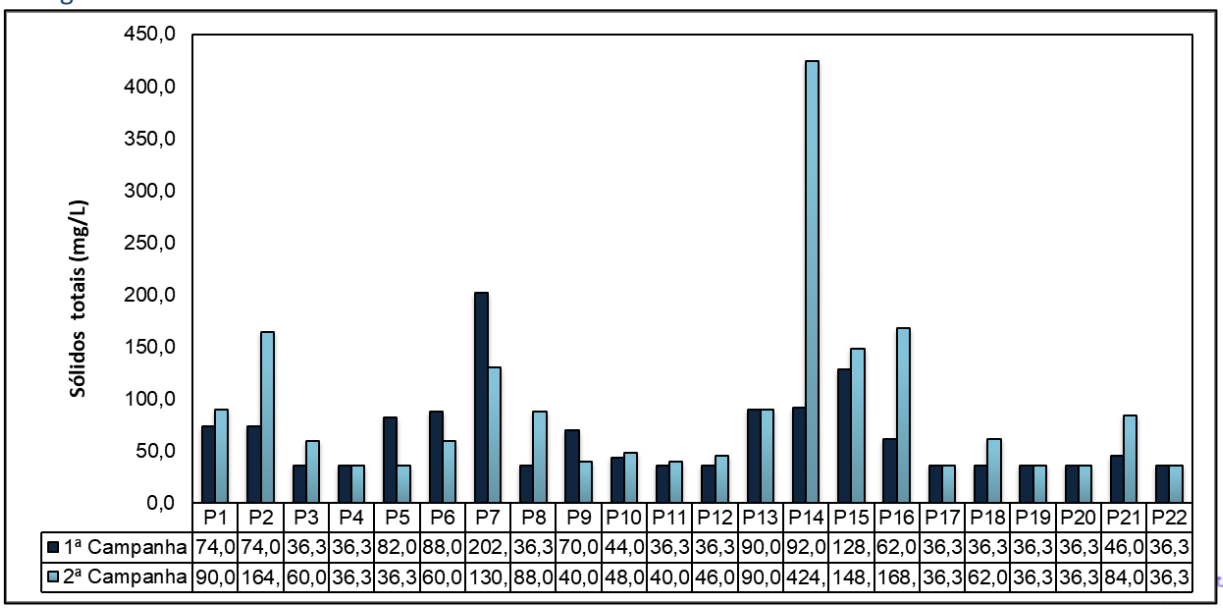
evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida. A fração de sólidos totais corresponde à soma da fração de sólidos dissolvidos, suspensos e sedimentáveis na água. Sendo que os sólidos dissolvidos totais representam a porção de sal inorgânica e de matéria orgânica dissolvidos na água, constituídos, principalmente, por cátions de cálcio, magnésio, sódio e potássio; e os ânions de carbonatos, bicarbonatos, clorídricos e sulfatos (WHO, 2003; CANADÁ, 2021).

Os sólidos dissolvidos geralmente estão associados à cor da água e a condutividade elétrica. Já os sólidos sedimentáveis caracterizam a porção de sólidos em suspensão que sedimentam sob ação da gravidade, estes sólidos em suspensão representam as frações de partículas superiores ao tamanho de 2 µm, incluindo partículas de argila, silte, plâncton e algas, influenciando os níveis de turbidez de um corpo hídrico.

Ao se depositarem nos leitos de corpos d'água, os sólidos podem causar o assoreamento e danos à vida aquática, pois podem prejudicar os organismos que vivem nos sedimentos e que servem de alimento para outros seres aquáticos (BITTENCOURT, 2014).

A Resolução CONAMA 357/2005 não apresenta valores de referência para os sólidos totais (Figura 6.1.176,), em suspensão e sedimentáveis (Figura 6.1.177). No entanto, para os sólidos dissolvidos totais é estabelecido o limite de referência de 500 mg/L para águas doces de Classe 2. Conforme observado na Figura 6.1.178, nenhum ponto amostrado ultrapassou o limite de referência.

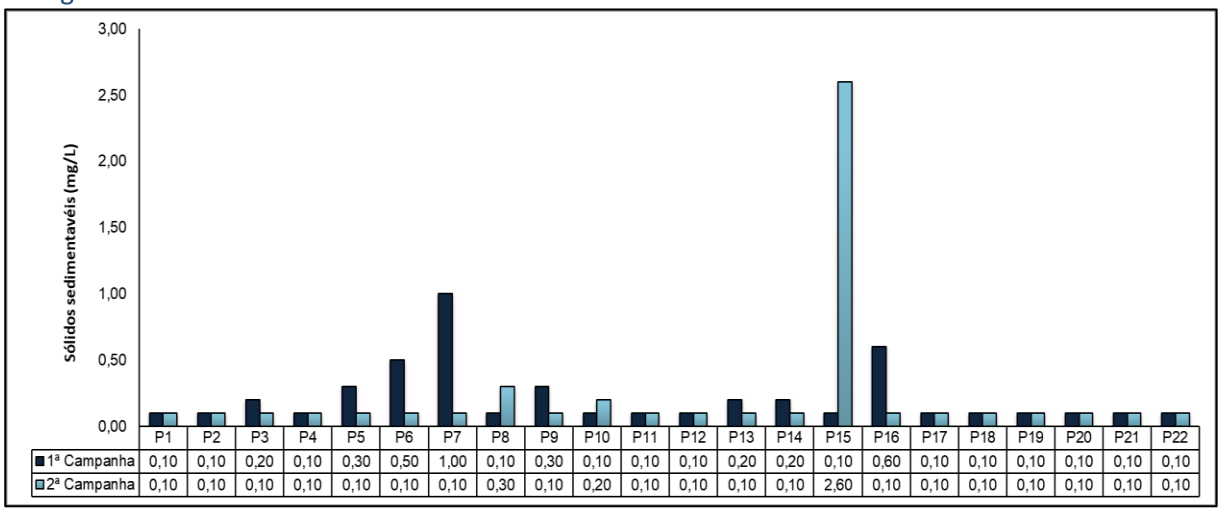
Figura 6.1.176. Gráfico dos resultados analíticos de sólidos totais



	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22
1ª Campanha	74,0	74,0	36,3	36,3	82,0	88,0	202,	36,3	70,0	44,0	36,3	36,3	90,0	92,0	128,	62,0	36,3	36,3	36,3	36,3	46,0	36,3
2ª Campanha	90,0	164,	60,0	36,3	36,3	60,0	130,	88,0	40,0	48,0	40,0	46,0	90,0	424,	148,	168,	36,3	62,0	36,3	36,3	84,0	36,3

Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

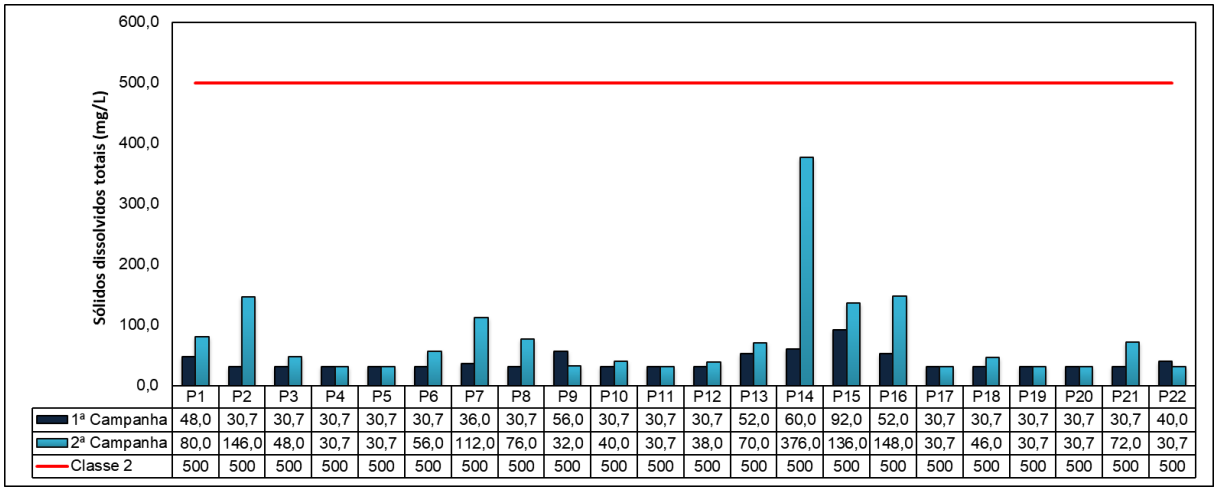
Figura 6.1.177. Gráfico dos resultados analíticos de sólidos sedimentáveis



	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22
1ª Campanha	0,10	0,10	0,20	0,10	0,30	0,50	1,00	0,10	0,30	0,10	0,10	0,10	0,20	0,20	0,10	0,60	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
2ª Campanha	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,30	0,10	0,20	0,10	0,10	0,10	0,10	2,60	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10

Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.178. Gráfico dos resultados analíticos de sólidos dissolvidos totais



	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22
1ª Campanha	48,0	30,7	30,7	30,7	30,7	30,7	36,0	30,7	56,0	30,7	30,7	30,7	52,0	60,0	92,0	52,0	30,7	30,7	30,7	30,7	30,7	40,0
2ª Campanha	80,0	146,0	48,0	30,7	30,7	56,0	112,0	76,0	32,0	40,0	30,7	38,0	70,0	376,0	136,0	148,0	30,7	46,0	30,7	30,7	72,0	30,7
Classe 2	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500

Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

- Turbidez

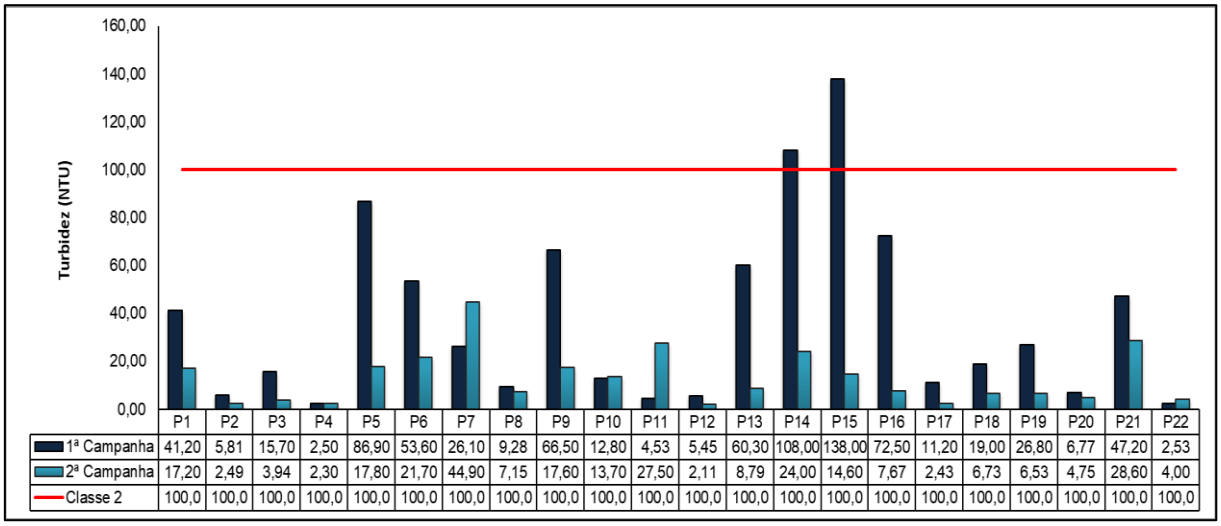
A turbidez representa o grau de interferência com a passagem da luz através da água devido a presença de sólidos em suspensão, o que confere à água uma aparência turva (VON SPERLING, 1996).

As origens destes sólidos em suspensão podem ser naturais ou antropogênicas. Os sólidos provenientes de partículas de rocha, argila e silte são de origem natural, também são consideradas a presença de algas e outros microrganismos. Apesar de não apresentar inconvenientes sanitários diretos, a turbidez confere à água um aspecto esteticamente desagradável, além disso, os sólidos em suspensão podem servir de abrigo para microrganismos patogênicos. Com relação às origens antropogênicas, estas podem estar associadas à presença de compostos tóxicos (VON SPERLING, 1996).

Em épocas de chuvas, os escoamentos superficiais transportam quantidades significativas de material sólido para os corpos d'água elevando a turbidez, o lançamento de efluentes também é caracterizado como fonte importante para o aumento deste parâmetro (BITTENCOURT, 2014). Isto acaba por afetar os organismos aquáticos, já que a penetração da luz no corpo hídrico é reduzida, prejudicando a fotossíntese (VON SPERLING, 1996).

Tendo em vista estes fatores, a Resolução CONAMA 357/2005 estabelece como valor de referência para águas doces de Classe 2, o limite de 100 NTU. Os pontos P14 e P15 excederam os limites da Resolução durante a 1ª Campanha devido à precipitação ocorrida nos dias anteriores a amostragem. Ainda, em mais de 80% dos pontos amostrados, os valores de turbidez foram maiores na 1ª campanha, corroborando que tais efeitos ocorreram devido a sazonalidade, considerando o período de chuvas. Com relação a 2ª Campanha de monitoramento, nenhum ponto amostrado apresentou limites superiores ao estabelecido (Figura 6.1.179).

Figura 6.1.179. Gráfico dos resultados analíticos de turbidez



	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22
1ª Campanha	41,20	5,81	15,70	2,50	86,90	53,60	26,10	9,28	66,50	12,80	4,53	5,45	60,30	108,00	138,00	72,50	11,20	19,00	26,80	6,77	47,20	2,53
2ª Campanha	17,20	2,49	3,94	2,30	17,80	21,70	44,90	7,15	17,60	13,70	27,50	2,11	8,79	24,00	14,60	7,67	2,43	6,73	6,53	4,75	28,60	4,00
Classe 2	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

- Temperatura

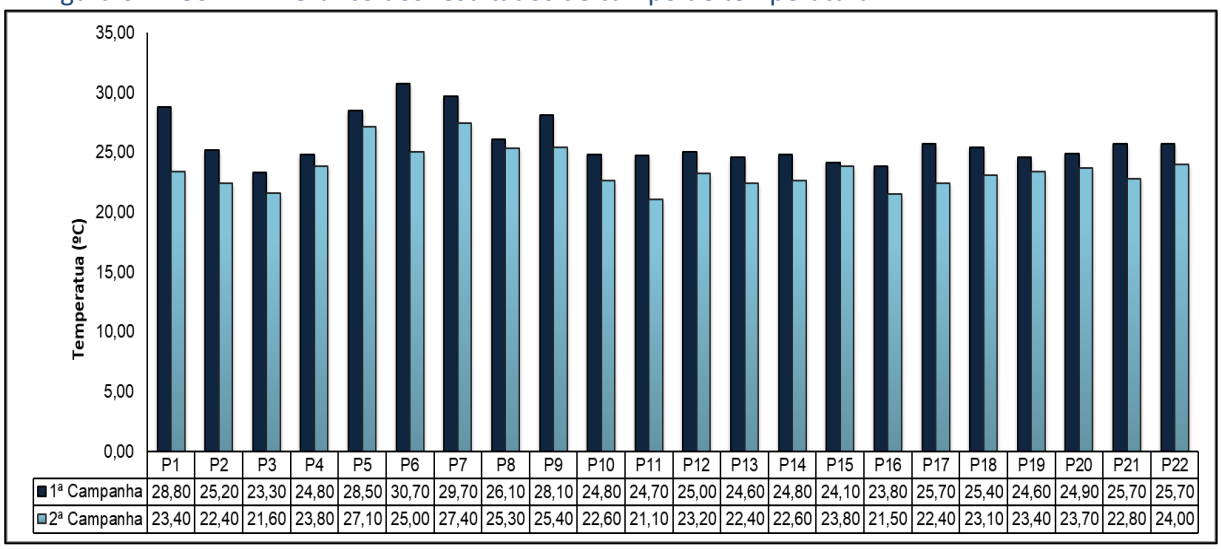
A temperatura, quando fora dos limites de tolerância térmica de alguns organismos, pode causar impactos sobre seu crescimento e reprodução. Apesar das variações de temperatura ao longo do dia e das estações do ano, o lançamento de efluentes com temperaturas elevadas pode causar efeitos consideráveis nos corpos hídricos (BITTENCOURT, 2014). A temperatura também influencia na solubilidade dos gases, como o oxigênio dissolvido, pois temperaturas elevadas diminuem a solubilidade dos gases. Portanto, a água de um corpo hídrico que foi artificialmente aquecida pode ser considerada que passou por poluição térmica, devido à diminuição das concentrações de oxigênio (BAIRD, 2011; VON SPERLING, 1996).

Apesar das influências da temperatura na qualidade da água, este parâmetro não possui limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005. Entretanto, a Resolução CONAMA 430/2011 que

dispõe sobre os padrões de lançamento de efluentes, estabelece que estes não devem ser lançados a temperaturas acima de 40ºC, com o objetivo de evitar problemas nos corpos hídricos receptores.

A Figura 6.1.180 apresenta os resultados de temperatura das amostras de água das duas campanhas de monitoramento. Pode-se observar uma queda nas temperaturas referentes à 2ª Campanha resultante da sazonalidade dos monitoramentos, já que esta ocorreu na estação seca próximo ao início do inverno, enquanto que a 1ª Campanha ocorreu no período chuvoso durante o verão.

Figura 6.1.180. Gráfico dos resultados de campo de temperatura



	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22
1ª Campanha	28,80	25,20	23,30	24,80	28,50	30,70	29,70	26,10	28,10	24,80	24,70	25,00	24,60	24,80	24,10	23,80	25,70	25,40	24,60	24,90	25,70	25,70
2ª Campanha	23,40	22,40	21,60	23,80	27,10	25,00	27,40	25,30	25,40	22,60	21,10	23,20	22,40	22,60	23,80	21,50	22,40	23,10	23,40	23,70	22,80	24,00

Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

- Nitrogênio total

O nitrogênio é um elemento indispensável para o crescimento de algas, vegetais superiores e outros organismos aquáticos. Entretanto, quando em concentrações elevadas pode resultar na proliferação excessiva de algas, resultando no fenômeno da eutrofização (JUNIOR, 2018).

A eutrofização é caracterizada pelo aumento do crescimento na biomassa fitoplanctônica devido ao excesso de nutrientes na água. Como consequência, ocorre a redução na transparência da água que interfere no ecossistema aquático e propicia a floração de cianobactérias, as quais produzem toxinas que podem oferecer riscos à saúde humana (OLIVEIRA, 2020).

Além disso, o nitrogênio pode estar presente nas águas naturais sob as formas de nitrogênio orgânico, amônia, nitrato e nitrito. Na forma de amônia livre, o nitrogênio é diretamente tóxico aos peixes. Já nos processos bioquímicos de conversão da amônia a nitrito e deste a nitrato, resulta no consumo de oxigênio dissolvido, o que pode afetar os ecossistemas aquáticos (VON SPERLING, 1996).

As fontes de poluição por nitrogênio são diversas, entretanto, a principal fonte é caracterizada pelos esgotos sanitários que lançam nas águas o nitrogênio orgânico e amoniacal, sendo que alguns efluentes industriais também contribuem para o lançamento de nitrogênio sob estas formas. O

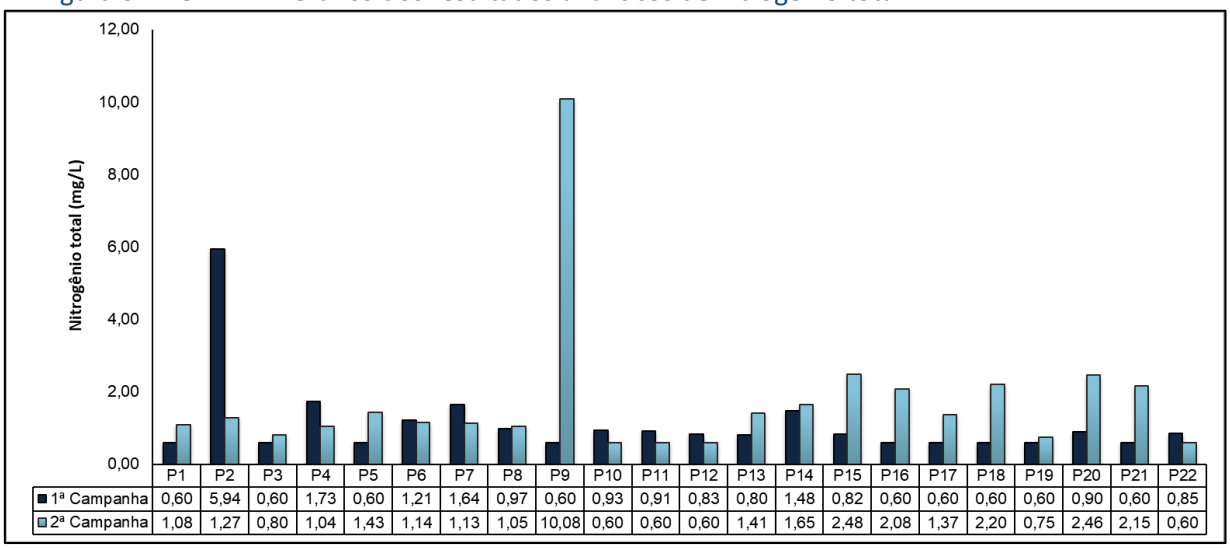
escoamento de água pluvial por solos fertilizados também é uma importante fonte de poluição de nitrogênio em corpos hídricos (CETESB, 2019).

A Resolução CONAMA 357/2005 não apresenta valores de referência para o nitrogênio total, mas apresenta valores para o nitrito, nitrato e nitrogênio amoniacal total, entretanto, o nitrogênio total é o parâmetro que possibilita o cálculo do Índice de Qualidade da Água (IQA).

A Figura 6.1.181 apresenta os resultados analíticos do nitrogênio total para as duas campanhas de monitoramento. Apesar de não possuir valores de referência, observa-se que o ponto P2 na 1ª Campanha apresentou valor elevado quando comparado com os outros pontos, o que não se repetiu na 2ª Campanha. Da mesma forma, o ponto P9 na 2ª Campanha apresentou aumento significativo com relação à coleta anterior. Entretanto, como citado anteriormente, o nitrogênio pode estar associado ao aumento do consumo de oxigênio, e, ao se analisar o parâmetro de OD nestes pontos (Figura 40) não se percebe um consumo significativo.

Sugere-se manter o monitoramento para verificar se tais efeitos se repetem em futuras campanhas. Ainda, há possibilidade de estratificar o Nitrogênio Total, analisando além do próprio, também os parâmetros nitrito, nitrato e nitrogênio amoniacal total.

Figura 6.1.181. Gráfico dos resultados analíticos de nitrogênio total



	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22
1ª Campanha	0,60	5,94	0,60	1,73	0,60	1,21	1,64	0,97	0,60	0,93	0,91	0,83	0,80	1,48	0,82	0,60	0,60	0,60	0,60	0,90	0,60	0,85
2ª Campanha	1,08	1,27	0,80	1,04	1,43	1,14	1,13	1,05	10,08	0,60	0,60	0,60	1,41	1,65	2,48	2,08	1,37	2,20	0,75	2,46	2,15	0,60

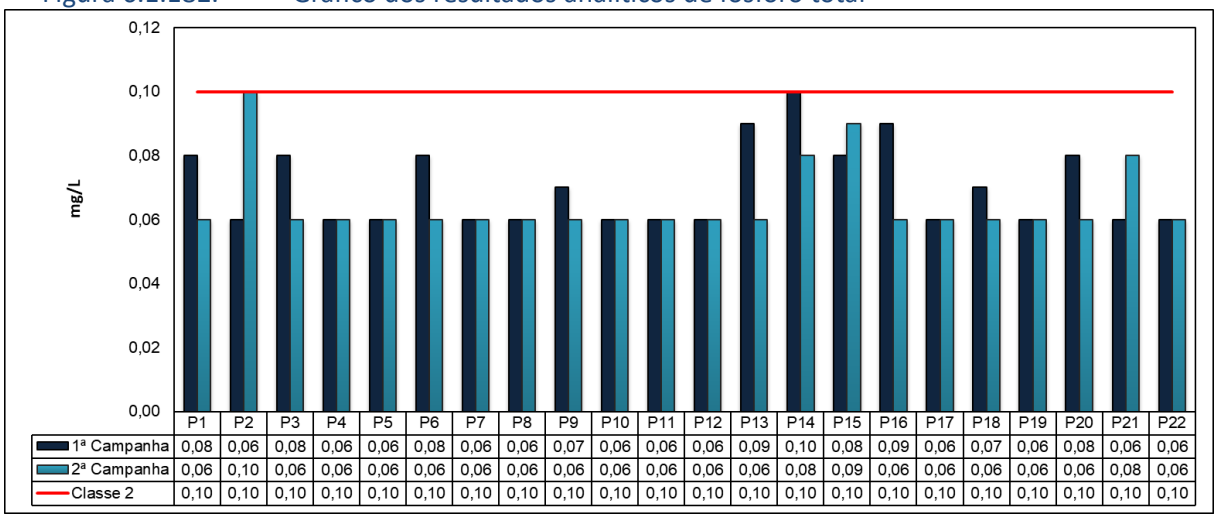
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

- 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 357/2005 estabelece o limite de 0,1 mg/L para ambientes lóticos, sistema aquático caracterizado por fluxo de água constante. Os resultados analíticos do fósforo total são apresentados na Figura 6.1.182, apenas o ponto P14 apresentou resultado equivalente ao limite estabelecido pela legislação na 1ª campanha e o P2 na 2ª campanha, ao passo que todos os demais pontos apresentaram valor inferior, logo, se mantendo em conformidade com o que é preconizado pela supracitada Resolução.

Figura 6.1.182. Gráfico dos resultados analíticos de fósforo total



	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22
1ª Campanha	0,08	0,06	0,08	0,06	0,06	0,08	0,06	0,06	0,07	0,06	0,06	0,06	0,09	0,10	0,08	0,09	0,06	0,07	0,06	0,08	0,06	0,06
2ª Campanha	0,06	0,10	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,08	0,09	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,08	0,06
Classe 2	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10

Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

- Óleos e Graxas

Os óleos e graxas, em seu processo de decomposição, reduzem o oxigênio dissolvido elevando a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e a Demanda Química de Oxigênio (DQO) causando alterações negativas no ecossistema aquático (METCALF & EDDY. Inc., 1991). Óleos e graxas são substâncias orgânicas de origem animal, mineral ou vegetal. Não costumam ser encontrados naturalmente nas águas, tendo sua origem, comumente, em despejos e resíduos industriais, esgotos domésticos, efluentes de oficinas mecânicas, postos de gasolinas, estradas e vias públicas (ORSSATTO; HERMES; BOAS, 2010).

A Resolução CONAMA 357/2005, determina que para águas doces classe 2, esse parâmetro deve ser Virtualmente Ausente (V.A.), ou seja, não deve ser perceptível pela visão, olfato ou paladar. Todos os pontos amostrados, em ambas as campanhas, apresentaram resultado de acordo com o padrão preconizado pela legislação vigente, não tendo sido indentificada a presença de óleos e graxas nas amostras.

6.1.6.3.2.5 Índice de qualidade da água (IQA)

A partir dos resultados obtidos nas análises físicas, químicas e biológicas foi possível determinar o Índice de Qualidade da Água (IQA) para os vinte e dois (22) pontos de monitoramento. Assim, é possível se obter um panorama geral das condições dos corpos hídricos avaliados. A Tabela 6.1.45 apresenta os resultados do IQA para as duas campanhas de monitoramento, todos os corpos hídricos monitorados foram classificados com qualidade entre 'Regular' e 'Boa'.

Tabela 6.1.45. Valores do Índice de Qualidade da Água

PONTO	1ª CAMPANHA		2ª CAMPANHA	
	VALOR IQA	IQA	VALOR IQA	IQA
P1	71,29	Boa	67,88	Regular
P2	72,93	Boa	70,87	Regular
P3	60,03	Regular	53,52	Regular
P4	60,26	Regular	63,13	Regular
P5	68,97	Regular	76,04	Boa
P6	69,49	Regular	74,47	Boa
P7	71,82	Boa	71,37	Boa
P8	62,28	Regular	76,91	Boa
P9	67,84	Regular	70,75	Regular
P10	63,08	Regular	78,90	Boa
P11	63,35	Regular	73,49	Boa
P12	74,76	Boa	73,85	Boa
P13	62,27	Regular	64,21	Regular
P14	56,78	Regular	59,79	Regular
P15	60,28	Regular	74,28	Boa
P16	71,01	Boa	69,12	Regular
P17	76,89	Boa	77,34	Boa
P18	73,79	Boa	75,27	Boa
P19	71,36	Boa	70,17	Regular
P20	76,74	Boa	77,47	Boa
P21	72,04	Boa	61,49	Regular
P22	84,63	Boa	78,95	Boa

Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

O ponto P1 apresentou redução em sua qualidade, de 'boa' para 'regular', isso pode ser explicado, principalmente, pelo resultado de pH encontrado neste ponto de 5,30, uma vez que este parâmetro representa o terceiro maior peso no cálculo de IQA (w = 11), suas alterações têm maior influência nos resultados do índice. O mesmo pode ser aplicado aos pontos P16 e P21, que apresentaram valores de pH fora dos limites estabelecidos pela CONAMA.

O contrário ocorreu nos pontos P8, P10 e P11, estes pontos apresentaram valores de pH menores que 6,0 na 1ª Campanha, enquanto que na 2ª Campanha os valores encontrados estavam de acordo com os limites da legislação, contribuindo para a melhora da qualidade da água.

Os pontos P2 e P19 também apresentaram redução em sua qualidade na 2ª Campanha. O pH neste ponto, apesar de estar em concordância com os limites da Resolução, apresentou variação de 7,50 para 6,38. Além disso, os coliformes termotolerantes neste ponto apresentaram aumento de 129% na 2ª campanha em comparação à 1ª Campanha (Figura 6.1.174). Este parâmetro também exerce grande influência no cálculo do IQA, representando o segundo maior peso do índice (w = 0,16). Com relação ao ponto P19, este também apresentou aumento no valor de coliformes termotolerantes.

Nos pontos P5, P6 e P15 a qualidade de água apresentou melhora, passando de 'regular' para 'boa'. No ponto P5 pode-se observar uma redução nos parâmetros de coliformes termotolerantes, turbidez e sólidos totais, que contribuíram para a melhora do Índice. No ponto P6, o que favoreceu a melhora da qualidade da água foi a redução dos parâmetros de DBO, sólidos totais, turbidez e fósforo total. Já com relação ao ponto P15, pode-se observar redução no parâmetro da DBO e significativa queda nos resultados de turbidez. Com relação aos demais pontos, a faixa de qualidade da água permaneceu constante.

6.1.6.3.3 Qualidade das Águas Subterrâneas

6.1.6.3.3.1 Localização e caracterização dos pontos de monitoramento

A campanha de monitoramento ocorreu entre os dias 08/06/2021 e 17/06/2021 com amostragem em dez (10) pontos e análises físico-químicas conforme a metodologia apresentada no item 6.1.6.2. A Tabela 6.1.46 apresenta as datas de coletas em cada ponto.

Tabela 6.1.46. Data de coleta de água subterrânea.

PONTO	MUNICÍPIO	DATA
PO1	Jaciara	08/06/2021
PO2	Rondonópolis	10/06/2021
PO3	Juscimeira	09/06/2021
PO4	Juscimeira	09/06/2021
PO5	Poxoréu	14/06/2021
PO6	Poxoréu	14/06/2021
PO7	Primavera do Leste	14/06/2021
PO8	Lucas do Rio Verde	17/06/2021
PO9	Lucas do Rio Verde	17/06/2021
PO10	Santa Rita do Trivelato	16/06/2021

Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2020).

- Ponto PO1

O ponto PO1 é um poço jorrante com 120 m de profundidade, ou seja, a linha de pressão do aquífero está acima do nível do solo, fazendo com que a água jorre espontaneamente, sem a necessidade de uma bomba para extraí-la. O poço está localizado em propriedade privada, no Clube da ASSEMJA (Associação dos Servidores de Jaciara-MT) e apresenta gradeamento e laje de proteção sanitária (Figura 6.1.183).

Figura 6.1.183. Ponto PO1





Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

- Ponto PO2

O ponto PO2 está localizado em propriedade particular do Sr. Silmar e possui sistema de bombeamento para recalque da água subterrânea e laje de proteção sanitária. (Figura 6.1.184).

Figura 6.1.184. Ponto PO2





Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

- Ponto PO3

Este ponto está localizado na Fazenda Santo Antônio do Ouro Branco, em Juscimeira, em área de pastagens e de criação gado. Segundo o proprietário, o poço possui 400 m de profundidade, bomba para captação da água, além de laje de proteção sanitária (Figura 6.1.185). A água deste poço não é utilizada para consumo humano ou dessedentação animal.

Figura 6.1.185. Ponto PO3





Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

- Ponto PO4

O ponto PO4 está localizado no loteamento Portal do Lago e a captação de água subterrânea é realizada por meio de poço tubular com 120 m de profundidade. O poço é jorrante com vazão média de 3,7 m³/h (Figura 6.1.186).

Figura 6.1.186. Ponto PO4





Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

- Ponto PO5

O ponto PO5 está localizado em propriedade particular, da Sra. Berenice, em área da Fazenda Comosato. A água do poço é utilizada para consumo humano e o mesmo possui laje de proteção sanitária e cobertura de proteção para conjunto motobomba (Figura 6.1.187).

Figura 6.1.187. Ponto PO5





Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

- Ponto PO6

O ponto PO6 está inserido em área agrícola na Fazenda Juriti, no município de Poxoréu (Figura 6.1.188), sendo utilizado para consumo humano pelas pessoas que residem no local.

Figura 6.1.188. Ponto PO6





Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

- Ponto PO7

O poço do ponto PO7 está localizado na Fazenda Cascavel II, na Vila União em Primavera do Leste-MT. O poço apresenta uma base cimentada e está localizado em área de depósitco de materiais e entulhos da construção civil (Figura 6.1.189).

Figura 6.1.189. Ponto PO7





Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

- Ponto PO8

Este ponto está localizado na sede da Comunidade São Cirstóvão,no município de Lucas do Rio Verde. O poço possui cerca de proteção no seu entorno (Figura 6.1.190) e a água subterrânea é utilizada para abastecimento público dos moradores locais.

Figura 6.1.190. Ponto PO8





Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

- Ponto PO9

O ponto PO9 está localizado em propriedade particular, na Fazenda Dois Irmãos em Lucas do Rio Verde, e possui laje de proteção sanitária. O poço foi construído pelo próprio morador e,conforme informações repassadas à equipe de campo, possui 13 metros de profundidade (Figura 6.1.191).

Figura 6.1.191. Ponto PO9





Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

- Ponto PO10

O ponto PO10 está localizado próximo ao CRAS (Centro de Referência da Assistência Social) da Comunidade Pacoval, no município de Santa Rita do Trivelato e possui laje de proteção sanitária (Figura 6.1.192).

Figura 6.1.192. Ponto PO10





Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

6.1.6.3.3.2 Resultados analíticos da água subterrânea

A campanha de monitoramento ocorreu entre os dias 08/06/2021 e 17/06/2021 com amostragem em dez (10) pontos e análises físico-químicas conforme a metodologia apresentada no item 6.1.6.2. Os resultados das análises laboratoriais referentes à Campanha de Monitoramento são apresentados na Tabela 6.1.47 No Anexo 6.1.4 é apresentado os laudos dos resultados analíticos.

Conforme apresentado na Tabela 6.1.47, grande parte dos parâmetros analisados apresentaram resultados em conformidade com a Resolução CONAMA 396/08 para os diversos poços monitorados, com exceção dos poços PO3, PO5 e PO6.

A água subterrânea do poço PO3 apresentou alterações nos teores de ferro total e sódio. O limite estabelecido para o ferro total pela Resolução CONAMA 396/08 é de 0,30 mg/L, e o resultado das análises foi de 0,340 mg/L. Este é um elemento comum nas águas subterrâneas, pois sua origem pode estar ligada às características geológicas do local, entretanto, a presença de contaminantes industriais ou a corrosão do revestimento ou filtro do poço podem elevar as concentrações deste parâmetro (SILVA, 2014; FILHO, 2018). Contudo, o valor excedente ao padrão da norma pequeno, e esta água não é utilizada para consumo humano.

Com relação ao sódio, este é um dos metais alcalinos mais abundantes nas águas subterrâneas. A Resolução CONAMA 396/08 determina como limite 200 mg/L em águas subterrâneas destinadas ao consumo humano. Porém, o poço PO3 apresentou resultado de 210 mg/L, que, mesmo sendo uma pequena alteração, já pode conferir gosto à água e afetar o crescimento de plantas caso utilizada para irrigação (SILVA, 2014; CETESB, 2019).

Nos pontos PO5 e PO6 as concentrações de chumbo ficaram acima do limite estabelecido pela resolução, com valores de 0,019 mg/L e 0,015 mg/L, respectivamente, sendo que o valor de referência é de 0,010 mg/L.

O chumbo tem ampla aplicação industrial na fabricação de baterias, tintas, esmaltes, inseticidas, entre outros. Elevados teores de chumbo podem estar associados a produtos manufaturados, deposição atmosférica, resíduos industriais e ao uso excessivo de agrotóxicos em áreas agrícolas próximas (CETESB, 2019; BEREZUK, 2002).

Tendo em vista que ambos os poços estão localizados em área agrícola, os agrotóxicos e fertilizantes se tornam as fontes de contaminação de chumbo mais prováveis. Os pesticidas inorgânicos são constituídos por metais como arsênio, ferro, chumbo, cobre, mercúrio, entre outros, e podem ser considerados como possíveis fontes de contaminação por metais (MACIEL, 2019). Os fertilizantes fosfatados também podem representar uma fonte de contaminação por chumbo, já que este ocorre naturalmente nas rochas fosfatadas, matéria-prima destes fertilizantes, e seu uso continuado pode resultar na acumulação de metais no solo com potencial de contaminação das águas subterrâneas (GONÇALVES, 2009).

Tabela 6.1.47. Resultados analíticos dos pontos de monitoramento de água subterrânea

PARÂMETROS	UNIDADE	LQ	CONAMA 396/2008 CONSUMO HUMANO	PONTOS DE MONITORAMENTO									
				P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	2,730	-	< 2,73	< 2,73	< 2,73	< 2,73	< 2,73	< 2,73	< 2,73	< 2,73	< 2,73	< 2,73
Alumínio Total	mg Al/L	0,015	0,20	0,049	0,047	0,016	0,025	0,13	0,034	0,05	0,016	0,019	0,027
Cálcio	mg CaCO3/L	1,040	-	1,60	1,60	17,60	8,00	11,20	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Cloreto	mg Cl-/L	2,970	250,00	< 2,97	< 2,97	4,30	< 2,97	4,30	< 2,97	3,28	6,80	3,40	< 2,97
Cobre Total	mg Cu/L	0,008	2,00	0,019	< 0,008	0,014	0,023	0,025	0,013	0,019	0,009	< 0,008	< 0,008
Cor Aparente	U.C.	0,620	-	1,70	1,70	15,40	1,50	6,30	< 0,62	< 0,62	1,40	0,80	< 0,62
Dureza Total	mg CaCO3/L	1,680	-	49,60	28,80	52,80	30,40	32,00	32,00	33,60	20,80	43,20	85,20
Ferro Total	mg Fe/L	0,060	0,30	< 0,06	< 0,06	0,340	< 0,06	0,07	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06
Manganês	mg Mn/L	0,021	0,10	0,031	0,031	0,045	0,042	0,021	< 0,021	0,042	< 0,021	< 0,021	< 0,021
Nitrato (como N)	mg NO3-/L	0,080	10,00	< 0,08	< 0,08	< 0,08	< 0,08	1,68	0,70	1,71	< 0,08	< 0,08	< 0,08
Nitrito (como N)	mg N-NO2/L	0,008	1,00	0,008	0,009	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008	0,01	0,016	< 0,008	< 0,008
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg N-NH3/L	1,350	-	< 1,35	< 1,35	< 1,35	< 1,35	< 1,35	< 1,35	2,01	< 1,35	1,51	11,89
Potássio	mg/L	0,120	-	0,62	2,10	14,70	5,09	12,50	0,53	13,30	0,26	0,23	0,91
Sódio	mg Na/L	0,030	200,00	0,05	0,24	210,00	2,57	2,88	1,10	1,74	0,65	0,62	1,54
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	30,700	1000,00	50,00	< 30,7	44,00	84,00	40,00	36,00	32,00	52,00	58,00	< 30,7
Sulfato	mg SO4-2/L	1,000	250,00	6,05	7,37	55,57	4,95	10,17	6,53	7,07	6,90	7,09	8,05
Zinco Total	mg Zn/L	0,066	5	< 0,066	< 0,066	0,134	< 0,066	< 0,066	< 0,066	< 0,066	< 0,066	< 0,066	< 0,066
Chumbo Total	mg/L	0,005	0,010	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,019	0,015	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Cromo Total	mg Cr/L	0,050	0,050	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Mercúrio	mg/L	0,0001	0,001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Molibdênio	mg/L	0,007	0,070	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007
Níquel	mg/L	0,007	0,020	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007
Odor	-	-	-	N.O	N.O	N.O	N.O	N.O	N.O	N.O	N.O	N.O	N.O
Prata	mg/L	0,001	0,100	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Selênio	mg/L	0,005	0,010	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Sulfeto de Hidrogênio	mg/L	0,006	-	< 0,006	< 0,006	0,030	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006
Vanádio Total	mg/L	0,050	0,050	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05

Legenda: LQ - Limite de quantificação. Os valores em vermelho indicam resultados que ultrapassaram o padrão da Resolução CONAMA 396/2008 para consumo humano.
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda, 2021.





Conforme apresentado na Tabela 6.1.47, grande parte dos parâmetros analisados apresentaram resultados em conformidade com a Resolução CONAMA 396/08 para os diversos poços monitorados, com exceção dos poços PO3, PO5 e PO6.

A água subterrânea do poço PO3 apresentou alterações nos teores de ferro total e sódio. O limite estabelecido para o ferro total pela Resolução CONAMA 396/08 é de 0,30 mg/L, e o resultado das análises foi de 0,340 mg/L. Este é um elemento comum nas águas subterrâneas, pois sua origem pode estar ligada às características geológicas do local, entretanto, a presença de contaminantes industriais ou a corrosão do revestimento ou filtro do poço podem elevar as concentrações deste parâmetro (SILVA, 2014; FILHO, 2018). Contudo, o valor excedente ao padrão da norma pequeno, e esta água não é utilizada para consumo humano.

Com relação ao sódio, este é um dos metais alcalinos mais abundantes nas águas subterrâneas. A Resolução CONAMA 396/08 determina como limite 200 mg/L em águas subterrâneas destinadas ao consumo humano. Porém, o poço PO3 apresentou resultado de 210 mg/L, que, mesmo sendo uma pequena alteração, já pode conferir gosto à água e afetar o crescimento de plantas caso utilizada para irrigação (SILVA, 2014; CETESB, 2019).

Nos pontos PO5 e PO6 as concentrações de chumbo ficaram acima do limite estabelecido pela resolução, com valores de 0,019 mg/L e 0,015 mg/L, respectivamente, sendo que o valor de referência é de 0,010 mg/L.

O chumbo tem ampla aplicação industrial na fabricação de baterias, tintas, esmaltes, inseticidas, entre outros. Elevados teores de chumbo podem estar associados a produtos manufaturados, deposição atmosférica, resíduos industriais e ao uso excessivo de agrotóxicos em áreas agrícolas próximas (CETESB, 2019; BEREZUK, 2002).

Tendo em vista que ambos os poços estão localizados em área agrícola, os agrotóxicos e fertilizantes se tornam as fontes de contaminação de chumbo mais prováveis. Os pesticidas inorgânicos são constituídos por metais como arsênio, ferro, chumbo, cobre, mercúrio, entre outros, e podem ser considerados como possíveis fontes de contaminação por metais (MACIEL, 2019). Os fertilizantes fosfatados também podem representar uma fonte de contaminação por chumbo, já que este ocorre naturalmente nas rochas fosfatadas, matéria-prima destes fertilizantes, e seu uso continuado pode resultar na acumulação de metais no solo com potencial de contaminação das águas subterrâneas (GONÇALVES, 2009).

6.1.7 Qualidade do Ar

A poluição do ar é uma consequência da crescente urbanização, desenvolvimento do setor agropecuário e aumento do tráfego de veículos automotivos sem o devido controle produzindo agentes tóxicos que, quando liberados na atmosfera, podem combinar com outros compostos presentes no ar e prejudicar a qualidade de vida da população. O ar nas áreas urbanizadas contém uma série de partículas potencialmente cancerígenas, como hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAP), benzeno e arsênico. Estas substâncias são o resultado da decomposição incompleta de

combustíveis fósseis, produzida pelo tráfego e pela atividade industrial. Estudos realizados em diversos países indicam que muitos compostos mutagênicos presentes no ar advêm do diesel e gasolina automotivos, e de outras fontes de combustão como de gases de escape dos motores diesel e de emissões de carvão (ROCHA, 2017).

Além destes, o modal de transporte ferroviário, assim como outras categorias de fontes móveis de emissão, apresenta comportamento bastante variável no que diz respeito às emissões atmosféricas. Isto se deve ao fato dessas emissões serem diretamente afetadas pelas variadas composições de trens e topografias aos quais os mesmos estão sujeitos e que acabam por influenciar no consumo de combustível, rendimento dos motores e, consequentemente, na magnitude das emissões.

Diferentes parâmetros podem ser utilizados na avaliação da qualidade do ar, dependendo do que se pretende investigar, sendo os principais: material particulado (MP), monóxido de carbono (CO), ozônio, óxidos de nitrogênio e dióxido de enxofre. O material particulado é também chamado de partículas totais em suspensão, fumaça preta, partículas respiráveis ou partículas torácicas. Recentemente, tem havido um esforço para usar características mais objetivas para sua caracterização, tais como o diâmetro de partículas: partículas com diâmetro inferior a 10 micrômetros são nomeadas MP10, partículas com um diâmetro inferior a 2,5 micrômetros são chamados MP2,5 (ou partículas finas) e partículas com diâmetro inferior a 0,1 micrômetro são chamados MP0,1 (ou partículas ultrafinas).

As partículas podem ser primárias, sendo provenientes de fontes de combustão e geralmente consistem de um núcleo de carbono com produtos químicos, como metais, sulfatos e hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, adsorvidos para as suas superfícies. As partículas secundárias são formadas por reações químicas na atmosfera a partir de partículas primárias e gases (tais como óxidos de nitrogênio, ozônio e óxidos de enxofre, que são oxidantes fortes), levando a formação de nitratos e amônia (OMS, 2005).

No Brasil, a Resolução CONAMA nº 491/2018 dispõe sobre padrões de qualidade do ar, ou seja, 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.

Um estudo realizado por Silva (2010) investigou os efeitos da exposição ao material particulado MP2,5 originário de queimadas e/ou fontes urbanas antropogênicas sobre a saúde de grupos populacionais sensíveis do estado de Mato Grosso. Os resultados demonstraram um incremento dos

níveis de exposição ao material particulado associado a aumentos de internações hospitalares por doenças respiratórias em crianças, sendo que, na estação seca, esta associação foi ainda maior.

As fontes de poluição atmosférica estão relacionadas a diversas atividades como as industriais e agrícolas, tratamento de resíduos sólidos e efluentes industriais, tráfego de veículos, queima de combustíveis fósseis. Além disso, as condições meteorológicas (direção e velocidade do vento, precipitação e temperatura) e a topografia local determinam uma maior ou menor dispersão dos poluentes atmosféricos e, portanto, influenciam nas concentrações de materiais particulados em suspensão. Essa interação entre as condições meteorológicas e a dispersão de poluentes na atmosfera é dinâmica e constante.

6.1.7.1 Objetivos

- Caracterização das concentrações existentes dos poluentes atmosféricos a partir dos parâmetros mínimos da resolução CONAMA nº491/2018 e normas correlatas.
- Identificação e caracterização das fontes de emissão significativas.

6.1.7.2 Metodologia

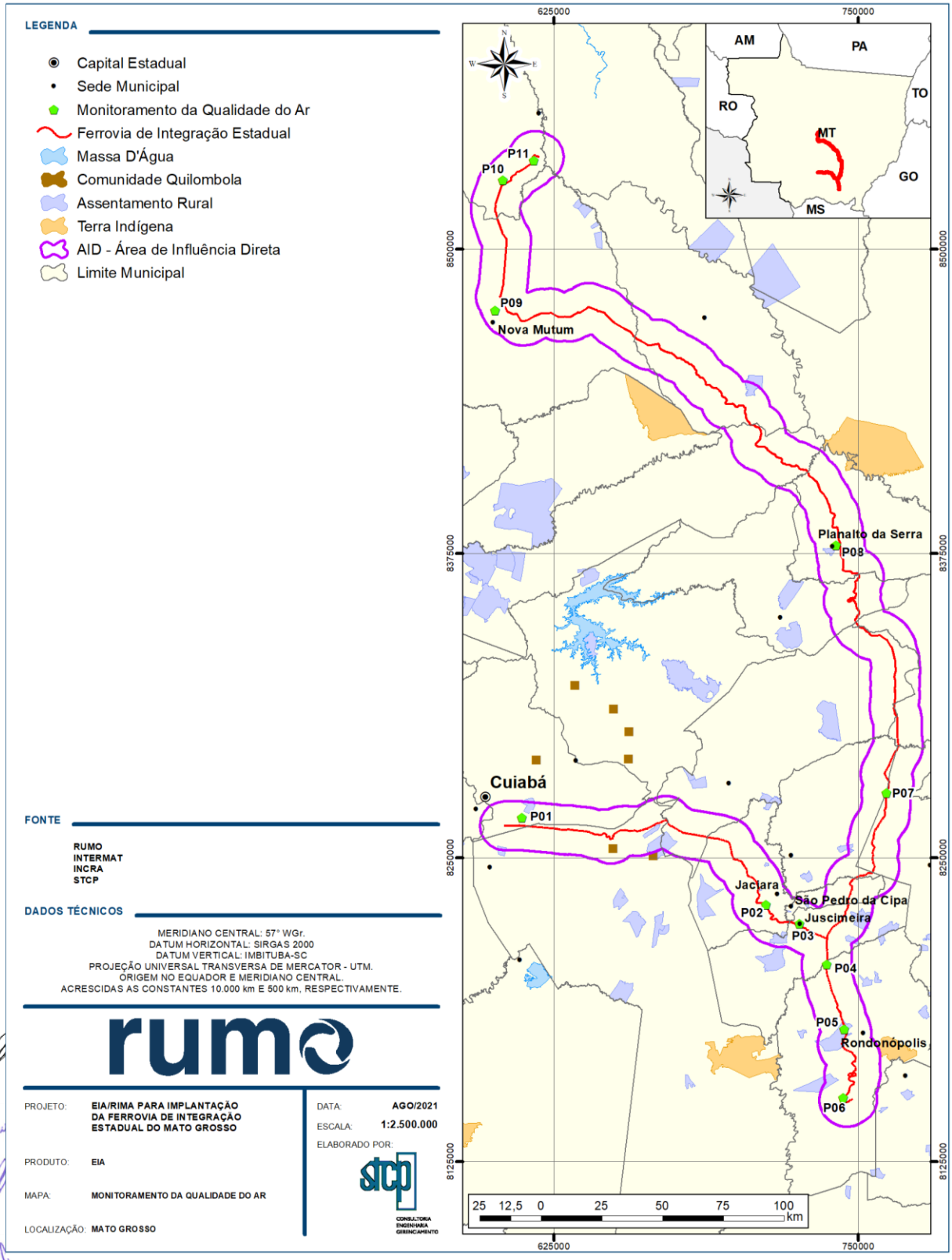
Após a caracterização geral da qualidade do ar na região do empreendimento, foi realizado o levantamento de dados primários para o diagnóstico em questão. Assim, estipularam-se onze (11) pontos para amostragem da qualidade do ar (Tabela 6.1.48 e Figura 6.1.193), utilizando-se o parâmetro Partículas Totais em Suspensão (PTS).

Tabela 6.1.48. Pontos de amostragens da qualidade do ar

PONTO DE COLETA	MUNICÍPIO	COORDENADAS UTM (21S)		DISTÂNCIA ATÉ O EIXO DA FERROVIA (KM)
		E (M)	N (M)	
AR 1	Cuiabá	611899,43	8266302,06	3
AR 2	Jaciara	712271,34	8230537,30	0,15
AR 3	Juscimeira	725978,16	8224375,77	0,45
AR 4	Boa Vista	736960,80	8206026,40	0,48
AR 5	Rondonópolis	744206,35	8179223,47	0,70
AR 6	Rondonópolis	743827,42	8151181,37	0,38
AR 7	Poxoréu	761702,32	8276510,37	0,38
AR 8	Planalto da Serra	740951,89	8378420,57	1,5
AR 9	Nova Mutum	600946,53	8475266,36	4,9
AR 10	Lucas do Rio Verde	604008,778	8528622,17	1,8
AR 11	Lucas do Rio Verde	616710,65	8536497,13	0,78

Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.193. Pontos de amostragens da qualidade do ar



Fonte: MMA/DSG e INCRA, adaptado por STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

Para coleta das Partículas Totais em Suspensão (PTS), foi utilizado o equipamento amostrador de partículas (Hi-Vol) marca RCLF, totalizando 11 amostras de material particulado. A metodologia utilizada para medir a concentração de material particulado nos pontos amostrais segue o preconizado pela norma Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), NBR nº 9.547/1997, que detalha a determinação da concentração total mássica de material particulado em suspensão no ar ambiente pelo método do amostrador de grandes volumes.

Em cada ponto, a amostragem foi realizada por um período ininterrupto de 24 horas,sendo que o equipamento ficou instalado a uma altura mínima de 2 metros do solo. Os filtros empregados na coleta de material particulado possuíam uma taxa de eficiência mínima de 99%, conforme teste do ftalato de dioctil (FDO) para partículas de 0,3 µm de diâmetro. A vazão imprimida pelo amostrador e a geometria do abrigo favorecem a coleta de partículas de diâmetro aerodinâmico de 25 µm a 50 µm.

Para análise dos filtros após a coleta, primeiramente foram equilibrados em dessecador durante 24 horas. A massa foi medida em balança de precisão, antes e depois da coleta, a fim de determinar o ganho de massa devido ao material particulado coletado nas 24 horas de amostragem. A temperatura no dessecador foi mantida entre 15 °C e 30 °C, com variação de no máximo 3 °C. A umidade relativa permaneceu constante, entre 20% e 45% com uma variação de no máximo 5%, durante todo o tempo de condicionamento.

Os padrões nacionais de qualidade do ar são estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 491, de 19 de novembro de 2018, 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.

Os padrões de qualidade para os parâmetros Partículas Totais em Suspensão (PTS) estão descritos na Tabela 6.1.49. Portanto, o limite para PTS é de 240 µg/m³ para amostragem de 24h (diária), não devendo este valor ser excedido mais de uma vez por ano. Já o padrão para amostragem geométrica anual é de 80 µg/m³.

Tabela 6.1.49. Padrões de Qualidade do Ar (Diário e Anual)

PARÂMETRO	PADRÃO	VALORES DE REFERÊNCIA	
		DIÁRIO (µG/M³)	ANUAL (µG/M³)
Partículas Totais em Suspensão (PTS)	Padrão Final (PF)	240	80

Fonte: Resolução CONAMA nº 491/2018, adaptado por STCP (2021).

A pressão atmosférica é um importante elemento de caracterização, considerando que as suas variações implicam diretamente na capacidade de mistura dos poluentes situados na camada de ar mais baixa da troposfera. Ao apresentar pressões cada vez menores, a atmosfera passa a ter um grau de instabilidade maior e a dispersão se torna mais eficiente no sentido vertical, reduzindo as concentrações de poluentes atmosféricos.

Com relação às precipitações, especificamente em situações de chuvas mais fortes de curta duração ou de menor intensidade, porém mais duradouras, resultam um eficiente agente de limpeza da atmosfera. Ainda mais, se acompanhadas por ventos mais intensos (velocidade), atribuindo-se grande eficiência na remoção dos poluentes em suspensão na atmosfera.

Outros fatores como temperatura, umidade e direção dos ventos também influenciam na qualidade do ar. Quanto maior for a temperatura atmosférica, maior será a taxa de evaporação do poluente da sua fonte emissora para o ar circundante. A ocorrência de baixa umidade relativa do ar (abaixo de 60%) está relacionada com o agravamento de doenças respiratórias em casos de elevadas concentrações de poluentes na atmosfera, pelo fato de provocar ressecamento de mucosas. Por fim, a direção dos ventos determina quais áreas geográficas podem ser afetadas pela dispersão dos poluentes.

Dessa forma, também foram monitoradas as condições meteorológicas de cada ponto, com um equipamento de estação meteorológica medindo velocidade e direção dos ventos, temperatura, umidade relativa, pressão barométrica, e pluviosidade.

6.1.7.3 Resultados

6.1.7.3.1 Coleta e análise de dados secundários

Buscando verificar as condições de qualidade do ar na região do empreendimento, foram levantados informações e estudos em municípios que se fazem presente da AID da malha ferroviária ou que estão próximos da mesma. O estado do Mato Grosso não conta com uma rede de monitoramento da qualidade do ar. O que ocorre é a apresentação de Boletins Informativos da Vigilância da Qualidade do Ar pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente (SEMA), os quais condensam dados de estimativas sobre a concentração de CO, MP10 e MP2,5, obtidas a partir do sistema de modelagem rodado pelo Instituto de Pesquisas Espaciais - CPTEC/INPE (IEMA, 2014). Os boletins apresentam informações diárias, sendo que estão disponíveis para consulta apenas os dos meses de janeiro a março de 2018.

Estes boletins apresentam informações de quinze (15) municípios do Mato Grosso com população superior a 100.000 mil habitantes, dentre os quais estão Rondonópolis, Sinop e Sorriso, cidades da AID do empreendimento. Do total de avaliações feitas no período referido acima, Rondonópolis apresentou qualidade do ar inadequada em 91% dos dias, Sinop e Sorriso apresentaram qualidade boa do ar em 56% e 100%, respectivamente, dos dias monitorados (SEMA, 2018).

Conforme dados do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos - CPTEC do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE (2020), em geral, o estado do Mato Grosso apresenta boa qualidade do ar quando verificado para o parâmetro Material Particulado. Contudo, os dados mostram que na

região de Cuiabá e Rondonópolis há focos onde a qualidade do ar se apresenta como moderada a ruim, devido principalmente às atividades desenvolvidas na região (Figura 6.1.194). De acordo com Deleon (2017), estes municípios apresentam piora nos índices de qualidade do ar nos meses de estiagem, principalmente em agosto e setembro, devido à baixa da umidade relativa do ar.

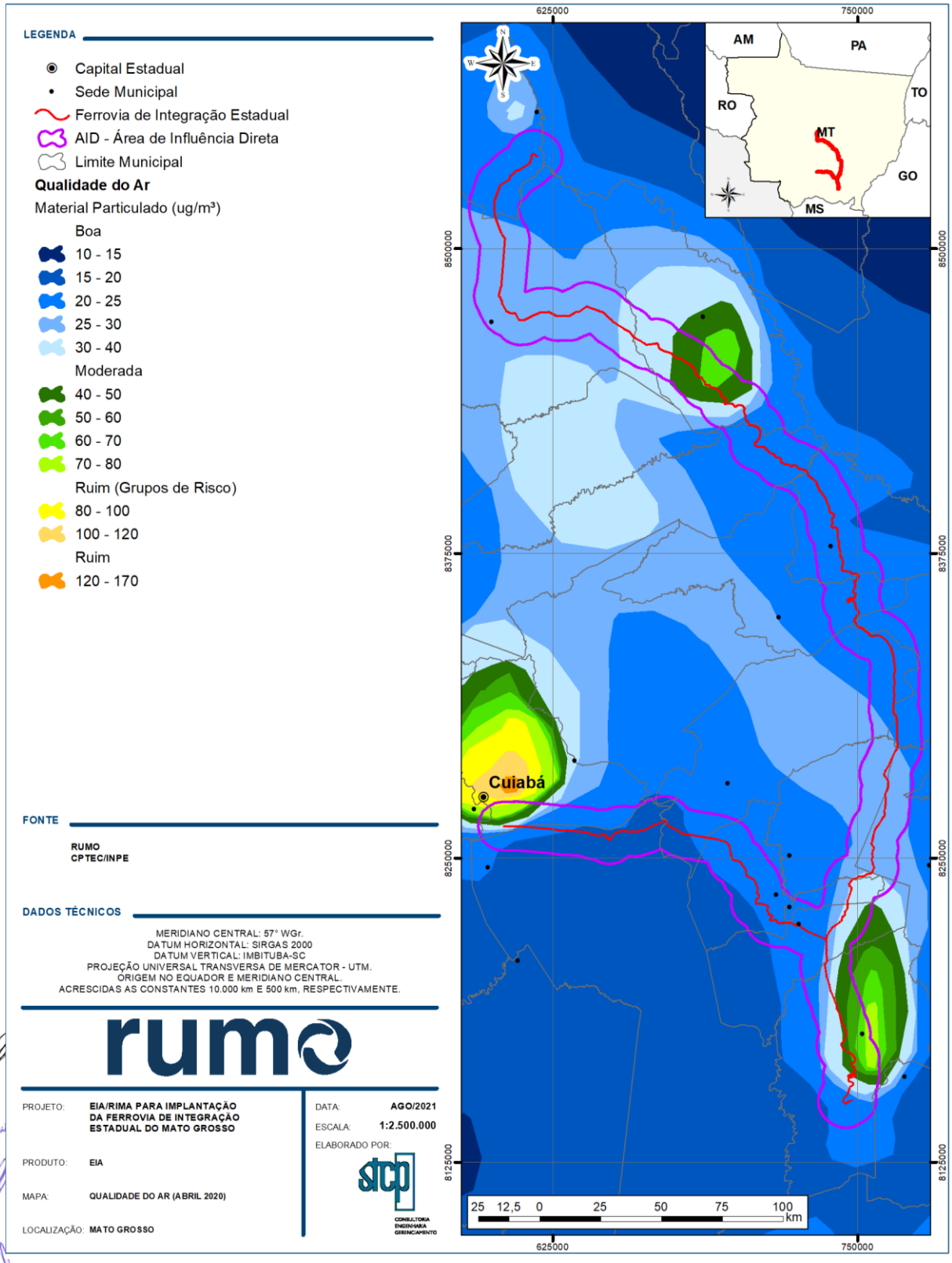
Rondonópolis é produtor de commodities, principalmente aquelas oriundas da pecuária e do agronegócio. Assim sendo, as principais fontes de emissão de poluentes que ocorrem no município são de fontes móveis, ou seja, do tráfego da frota de veículos, e de fontes fixas a partir de parques industriais. Um estudo realizado em Rondonópolis, utilizou dados produzidos pelo CPTEC/INPE e publicadas pela SEMA (Secretária Estadual de Meio Ambiente do Mato Grosso) afim de averiguar as estimativas de poluição atmosférica emitidas na região. De acordo com os resultados, entre 2012 e 2015 houve um aumento significativo nas concentrações anuais de monóxido de carbono (CO) e material particulado (MP2,5), estando esses dados correlacionados com o aumento do número da frota veicular em Rondonópolis (LEANDRO & ANGEOLETTO, 2017).

Segundo Aires (2019), a concentração de queimadas ocorrida principalmente durante estação seca (maio a setembro) contribui para a permanência dos poluentes atmosféricos sobre o município de Cuiabá, o qual sofre constantemente com índices críticos de poluentes neste período e apresenta concentrações acima dos limites estabelecidos na resolução CONAMA nº 491/2018. A autora ainda comprova este fato em seu estudo, utilizando-se de dados de 2012 a 2016, sendo que o número de queimadas apresentou correlações significativas com as concentrações de monóxido de carbono e material particulado MP2,5.

De acordo com dados da Organização Mundial da Saúde (OMS), quando a qualidade do ar se apresenta ruim, toda a população pode apresentar agravamento dos sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta e ainda apresentar falta de ar e respiração ofegante. Efeitos ainda mais graves podem ocorrer à saúde de grupos sensíveis como crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas.

A região do entorno do empreendimento tem característica rural, sendo que a área de influência é predominantemente agrícola e apresenta áreas de vegetação natural. No momento da realização das obras do empreendimento pode ocorrer a suspensão de poeiras e de material particulado, advindo de escavações no solo, do tráfego de veículos e do manejo de maquinários, e a geração de gases de combustão. Após a conclusão da ampliação da malha ferroviária pela RUMO, o transporte de grãos também pode vir a ocasionar a alteração da dinâmica do ar na área afetada.

Figura 6.1.194. Mapa da Qualidade do Ar no Estado do Mato Grosso (Abril de 2020)



Fonte: CPTEC INPE, adaptado por STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2020).

6.1.7.3.2 Levantamento dos dados primários da qualidade do ar

O levantamento de dados para a qualidade do ar e condições meteorológicas ocorreu entre 13/05/2021 a 31/05/2021, por um período de 24 horas para cada ponto amostrado.

A partir da Figura 6.1.195 são apresentadas o local onde o equipamento Hi-Vol e a estação meteorológica foram instalados.

No Anexo 6.1.5, Anexo 6.1.6 e Anexo 6.1.7 são apresentados as cartas gráficas de registro de monitoramento e de vazão do equipamento Hi-Vol, folha da calibração realizada no Hi-Vol previamente a cada amostragem e o relatório de calibração do copo calibrador, respectivamente.

Figura 6.1.195. Ponto AR01, Condomínio Residencial São José



Ponto amostrado no dia 25/05/2021. Coordenadas UTM 21(S): 611899,43; 8266302,06.
Fonte: RCLF (2021) e STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021)

Figura 6.1.196. Ponto AR2, Sítio Palácio das Águas





Ponto amostrado no dia 26/05/2021. Coordenadas UTM 21(S): 712271,33; 8230537,30.
Fonte: RCLF (2021) e STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021)

Figura 6.1.197. Ponto AR3, Paróquia Bom Jesus



Ponto amostrado no dia 13/05/2021. Coordenadas UTM 21(S): 725978,16; 8224375,77
Fonte: RCLF (2021) e STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021)

Figura 6.1.198. Ponto AR4, Fazenda em Boa Vista





Ponto amostrado no dia 27/05/2021. Coordenadas UTM 21(S): 736960,80; 8206026,40
Fonte: RCLF (2021) e STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021)

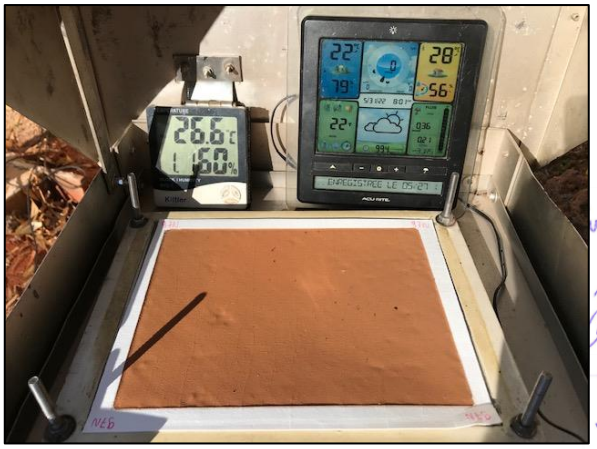
Figura 6.1.199. Ponto AR5, Escola Dersi Rodrigues de Almeida (Gleba Rio Vermelho)



Ponto amostrado no dia 28/2021. Coordenadas UTM 21(S): 744206,35; 8179223,47.
Fonte: RCLF (2021) e STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021)

Figura 6.1.200. Ponto AR6, Fazenda Ijuí - Próximo ao Terminal RUMO





Ponto amostrado no dia 28/05/2021. Coordenadas UTM 21(S): 743827,42; 8151181,36.
Fonte: RCLF (2021) e STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021)

Figura 6.1.201. Ponto AR7, Fazenda Pontal Primavera do Leste





Ponto amostrado no dia 17/05/2021. Coordenadas UTM 21(S): 761702,31; 8276510,37.
Fonte: RCLF (2021) e STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021)

Figura 6.1.202. Ponto AR8, Creche Municipal Marcelino Pati de Oliveira





Ponto amostrado no dia 18/05/2021. Coordenadas UTM 21(S): 740951,88; 8378420,56.
Fonte: RCLF (2021) e STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021)

Figura 6.1.203. Ponto AR9, Polícia Militar (Esquadrão de Policiamento Montado)





Ponto amostrado no dia 18/05/2021. Coordenadas UTM 21(S): 600946,52; 8475266,36.
Fonte: RCLF (2021) e STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021)

Figura 6.1.204. Ponto AR10, Comunidade São Cristovão



Ponto amostrado no dia 20/05/2021. Coordenadas UTM 21(S): 604008,77; 8528622,17.
Fonte: RCLF (2021) e STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021)

Figura 6.1.205. Ponto AR11, Fazenda Dois Vizinhos







Ponto amostrado no dia 22/05/2021. Coordenadas UTM 21(S): 616710,64; 8536497,12.
Fonte: RCLF (2021) e STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021)

6.1.7.3.3 Condições meteorológicas

Duranto o monitoramento, foram levantados os dados meteorológicos durante as 24 horas do monitoramento da qualidade do ar (Tabela 6.1.50). Em relação ao rumo magnético (direção do vento) foram consideradas as direções que apresentaram maior recorrência.

No Anexo 6.1.8 são apresenta os dados de monitoramento por hora durante as 24 horas e no Anexo 6.1.9 os gráficos do rumo magnético dos 11 pontos.

Tabela 6.1.50. Média dos parâmetros metereológicos

PONTO	RUMO MAGNÉTICO	VELOCIDADE DO VENTO (M/S)	PRESSÃO ATMOSFÉRICA LOCAL (MBAR)	TEMPERATURA DO AR (Cº)	PRECIPITAÇÃO (MM)
AR 1	SWW, SW, SSW	0,7708	994,53	25,8	0
AR 2	W	0,7375	993,21	28,07	0
AR 3	SWW, SSW	1,2042	994,9	22,18	0
AR 4	N, NE, E	1,1958	990,1	29,03	0
AR 5	N	1,8458	990,18	29,24	0
AR 6	N	1,2292	992,67	28,56	0
AR 7	N, SE, SSE, SW	0,8458	993,76	27,32	0
AR 8	N	1,1417	992,22	28,79	0
AR 9	SW	1,5045	996,24	19,19	12,2
AR 10	N	1,5292	990,31	28,77	0
AR 11	N	2,3458	990,44	29,03	0

Fonte: RCLF (2021) e STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Conforme a Tabela 6.1.50, no monitoramento dos onze pontos, apenas em um ponto houve precipitação - ponto AR9 -. A precipitação durou cerca de 20 minutos, suficiente para melhorar um pouco a qualidade do ar, porém a região atravessava um longo período de estiagem. Essa condição não é favorável, ambientalmente, uma vez que solo muito seco acaba por favorecer a alta

concentração de partículas em suspensão, provenintes de tráfego nas estradas de terra e de rajadas de vento que acabam por colocar poeira mais fina em suspensão.

A velocidade média dos ventos entre os pontos foi de 1,30 m/s, mantendo este padrão mesmo com diferença de topografia e altitude; a predominância dos ventos foi na direção norte. Essa velocidade é relativamente baixa e, portanto, prejudica a manutenção da qualidade do ar, uma vez que pouco dispersa o particulado existente na atmosfera.

6.1.7.3.4 Partícula total em suspensão (PTS)

Conforme a metodologia descrita anteriormente e a realização dos cálculos encontrou- se os valores de PTS e do PTS de referência para cada ponto de monitoramento.

Para a resolução do CONAMA 491/2018 o PTS não faz parte do índice de qualidade (IQAr), é apenas estabelecido o limite de 240 µg/m³ para amostragem de 24h (diária), não devendo este valor ser excedido mais de uma vez por ano. Conforme a Tabela 6.1.51 e Figura 6.1.206 nenhum ponto ficou fora do limite estipulado. O ponto AR9 foi que apresentou a menor concentração (64,58 µg/m^3), a qual é justificada devido à precipitação ocorrida durante o monitoramento.

Tabela 6.1.51. Dados de monitoramento para o cálculo das partículas totals suspensas

PONTO	TEMP. AMBIENTE (K)	PRESSÃO ATMOSFÉRICA (MMHG)	MASSA INICIAL (G	MASSA FINAL (G)	MASSA DE PTS COLETADA (G)	VOLUME (M^3)	PTS (µG/M³)	PTS REFERÊNCIA 25ºC 1ATM (µG/M³)
AR1	303,0	753,25	2,644	2,8704	0,2264	2067,3493	109,5122	106,7479
AR2	303,4	738,17	2,644	2,8571	0,2131	2218,5454	96,0539	91,6339
AR3	301,3	763,8	2,644	2,9938	0,3498	2145,856	163,0119	162,0599
AR4	301,6	736,66	2,644	2,8271	0,1831	2208,6924	82,8997	79,4077
AR5	303,4	733,64	2,644	2,8297	0,1857	2359,2356	78,7119	74,6297
AR6	300,6	749,48	2,644	3,0726	0,4286	2423,2948	176,8666	172,9089
AR7	302,1	715,55	2,644	2,8696	0,2256	2204,8983	102,3176	95,0412
AR8	301,8	720,82	2,644	2,9917	0,3477	2326,3771	149,4599	139,9939
AR9	301,4	729,87	2,644	2,8071	0,1631	2398,5509	67,9994	64,5778
AR10	301,8	728,36	2,644	2,874	0,23	2280,7763	100,8429	95,4283
AR11	301,7	730,63	2,644	2,9087	0,2647	2412,4318	109,7233	104,1889

Fonte: RCLF (2021) e STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Apesar de os pontos monitorados estarem localizado em fazendas e em áreas rurais com estradas de terra próximas, os pontos monitorados apresentaram uma concentração relativamente alta para uma região de baixa densidade populacional e concentração industrial.

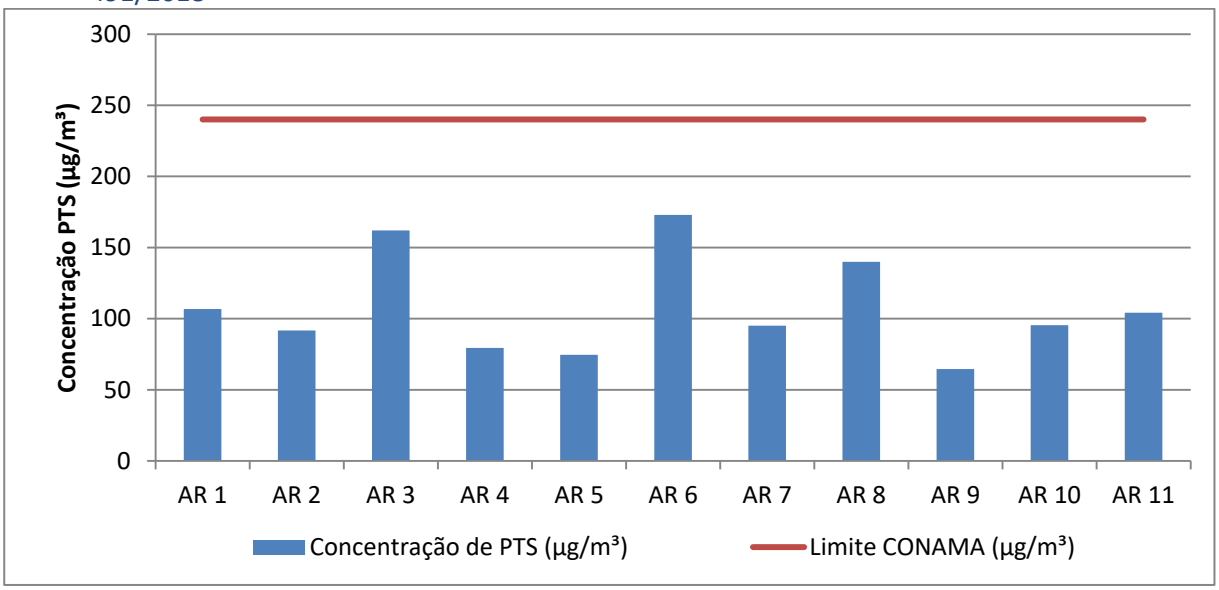
Destaca-se que esse monitoramento foi realizado como objetivo de caracterizar a qualidade do ar na região antes do início das obras da ferrovia. Portanto, é recomendado a continuição do monitoramento durante as fases de instalação e operação, sendo que para a fase de operação é indicado que seja realizado todo o escopo da CONAMA 491/2018.

Tabela 6.1.52. Resumo das concentrações de PTS (µg/m³) por ponto de monitoramento.

DATA	PONTO DE COLETA	TIPO DE LOCAL	CONCENTRAÇÃO DE PTS (µg/m³)	LIMITE CONAMA (µg/m³)
25/05/2021	AR 1	Condomínio	106,7479	240
26/05/2021	AR 2	Paróquia	91,6339	
13/05/2021	AR 3	Fazenda	162,0599	
27/05/2021	AR 4	Fazenda	79,4077	
28/05/2021	AR 5	Escola	74,6297	
30/05/2021	AR 6	Fazenda	172,9089	
17/05/2021	AR 7	Fazenda	95,0412	
18/05/2021	AR 8	Creche	139,9939	
23/05/2021	AR 9	Polícia	64,5778	
20/05/2021	AR 10	Escola	95,4283	
22/05/2021	AR 11	Fazenda	104,1889	

Fonte: RCLF (2021) e STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.206. Comparação concentrações de PTS (µg/m³) com o limite da CONAMA 491/2018



Fonte: RCLF (2021) e STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

6.1.8 Ruídos e Vibração

Na fase de obras pode ocorrer o aumento de ruídos e vibração devido à utilização de máquinas e equipamentos. O ruído pode ser definido como sendo um som indesejável, constituído por variação de pressão no tempo, propagado em qualquer meio que o ouvido humano seja capaz de detectar. O número de flutuações da pressão acústica no tempo, expressa em ciclos por segundo, recebe a denominação de frequência (Hertz).

O ruído gerado pelas máquinas de escavação e pelo transporte de material de construção varia em função da condição de operação das mesmas. Utilizando-se referências dos níveis de ruído emitidos por equipamentos similares, estima-se que até a uma distância de 400 m, durante o dia, e a 700 m à

noite, a operação de máquinas e equipamentos na obra virá a prejudicar as condições de conforto acústico. Esses parâmetros representam a máxima distância em que poderá haver desconforto acústico em áreas ocupadas por residências. Contudo, a manutenção constante dos equipamentos e maquinários utilizados se faz essencial para que sejam obedecidas às normas de emissão de ruídos. A alteração nos níveis de ruído e vibração ocorrerá também em locais onde será necessário realizar abertura de túneis na rocha por meio do uso de explosivos. Este efeito irá variar principalmente conforme a profundidade da explosão. Entretanto, a geração desse ruído será de um pico sonoro isolado e eventual, geralmente no período diurno e ocorrendo apenas algumas vezes durante um curto período da fase de obras.

Já na ferrovia pronta, o ruído ficará por conta da operação ferroviária e do tráfego dos trens, sendo que este não será contínuo. A maior parte dos ruídos é ocasionada pelo funcionamento mecânico da composição (ou demais veículos), constituído por uma somatória dos níveis de pressão sonora gerados pelo atrito entre o rodado e o trilho, pelo contato entre peças e partes de vagões e locomotivas, pelo funcionamento dos motores diesel-elétricos (ou a diesel, para outros veículos que não locomotivas), incluindo atrito de peças e engrenagens, ventilação, compressores, suspensão, explosões da combustão do óleo combustível, escapamento de gases, além daqueles gerados pelos sistemas pneumáticos e frenagens.

Parado, mas em funcionamento, o trem gera os ruídos da operação do motor, de compressores e do sistema pneumático em si, com descargas de ar características. Os ruídos mecânicos podem ser potencializados por eventuais irregularidades da via, como deformações, desgastes e irregularidades nos trilhos e demais estruturas, que elevam o atrito rodado/trilho. Assim sendo, percebe-se que a manutenção da via e dos próprios equipamentos (locomotivas e vagões, e outros veículos de via) é essencial para controle da geração de ruídos relacionados ao deslocamento. Dessa maneira, em áreas urbanas, onde há maior quantidade de receptores suscetíveis ao desconforto ocasionado pelo ruído da composição e pela própria questão de segurança a velocidade é limitada, fazendo com que o nível de pressão sonora seja também reduzido, tanto pelas fontes mecânicas, (já que o motor opera de forma relativamente constante sem grandes acelerações, e o ruído do atrito é proporcional à velocidade), quanto pelas fontes aerodinâmicas. A NBR 10.151/2019 é a norma brasileira que dispõe sobre a medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas e estabelece os limites de níveis de pressão sonora em função dos tipos de áreas habitadas e do período diurno ou noturno.

Além da propagação de ruído em diferentes níveis, a implantação e operação do empreendimento pode gerar vibração, a qual é um movimento oscilatório que pode ser descrito em termos de deslocamento, velocidade ou aceleração. A vibração pode ser medida por meio de seu nível de velocidade na escala de decibéis, sendo representada por VdB. Cada região da AID da malha ferroviária pode apresentar variação de vibração dependendo de variáveis como características geotécnicas do solo, estrutura mecânica do trem, incluindo características da suspensão, e estrutura da via. Nas obras de implantação de ferrovias são utilizados caminhões, carregadeira, escavadeiras e em alguns trechos rolo compactador. Dentre estes, o equipamento com possibilidade de ocasionar vibrações mais significativas seria o rolo compactador (FTA, 2018).

6.1.8.1 Objetivos

- Realizar o diagnóstico atual dos níveis de ruído e de vibração nos períodos noturnos e diurnos, priorizando os pontos críticos.

6.1.8.2 Metodologia

Visando o levantamento de dados primários para o diagnóstico dos níveis sonoros e de vibração existentes na área de influência do empreendimento, foram realizadas análises nos períodos diurno e noturno nos mesmos onze (11) pontos (Tabela 6.1.53 e Figura 6.1.207). Nesta verificação, foram priorizados pontos críticos como áreas residenciais, hospitais e unidades básicas de saúde, escolas, povoados e comunidades.

Tabela 6.1.53. - Pontos de Amostragem de ruídos e vibração

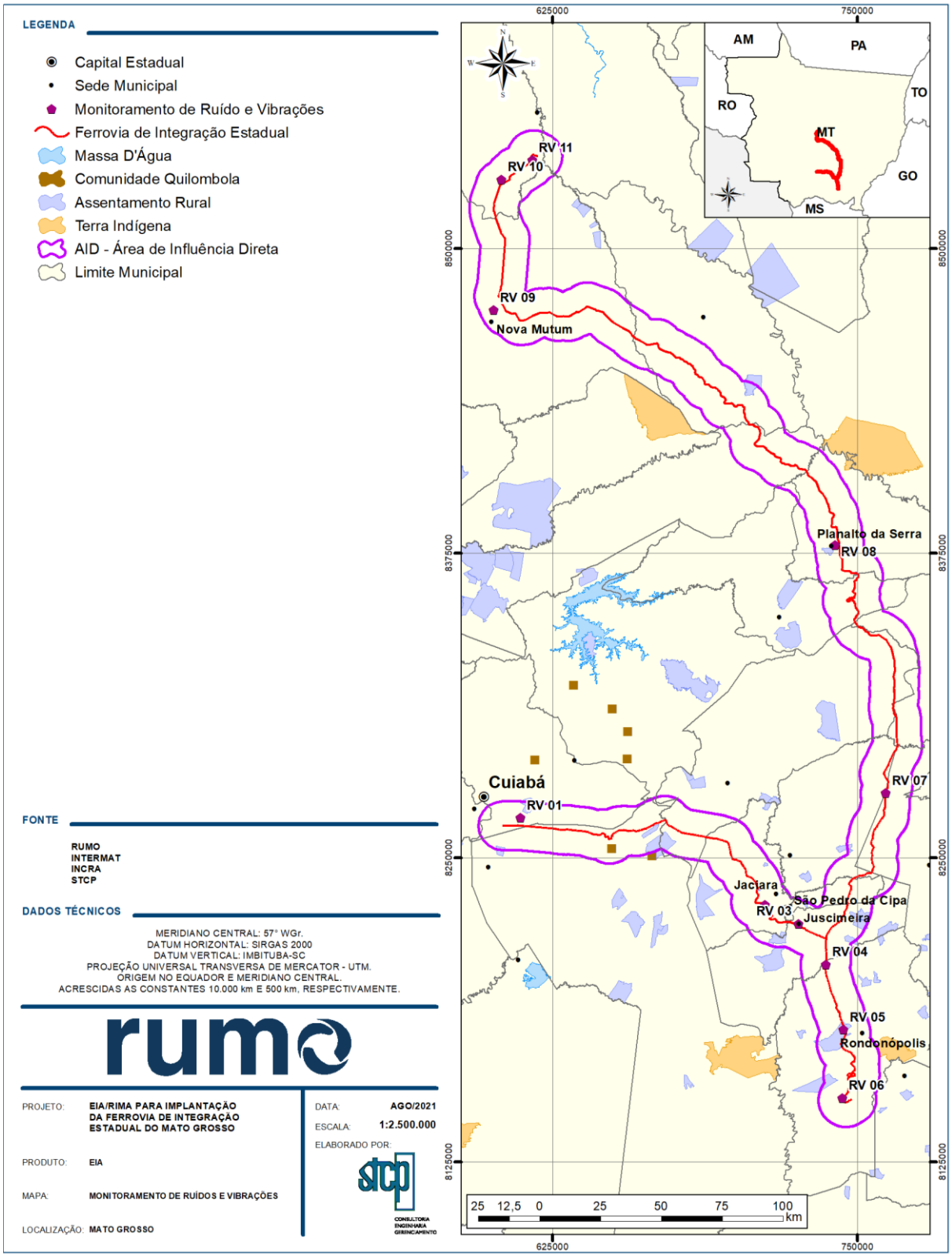
PONTO	MUNICÍPIO	COORDENADAS UTM (21S)		DISTÂNCIA ATÉ O EIXO DA FERROVIA (KM)
		E (M)	N (M)	
P1	Cuiabá	611868.00	8266307.00	3
P2	Jaciara	712236.00	8230507.00	0,15
P3	Juscimeira	725839.98	8222843.46	0,45
P4	Boa vista	737172.00	8206086.00	0,48
P5	Rondonopolis	744289.00	8179276.00	0,70
P6	Rondonopolis	743940.00	8151260.00	0,38
P7	Primavera do leste	761777.00	8276529.00	0,38
P8	Planalto da serra	740861.00	8378459.00	1,5
P9	Nova Mutum	600783.00	8474924.00	4,9
P10	Lucas do Rio Verde	603879.00	8528536.00	1,8
P11	Lucas do Rio Verde	616709.55	8536469.93	0,78

Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

Para o diagnóstico dos níveis sonoros, as medições foram realizadas com medidor de nível de pressão sonora devidamente calibrado (Anexo 6.1.10), respeitando-se a norma técnica ABNT NBR 10.151/2019. Com base na norma técnica, foi utilizado 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 próximo ao local onde será instalado o empreendimento. O método de avaliação utilizou o nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderada em A ($L_{Aeq,t}$) e integrado em um intervalo de tempo de 10 min, em conjunto com:

- L90: nível de pressão sonora excedido em 90% do tempo de medida efetiva;
- L10: nível de pressão sonora excedido em 10% do tempo de medida efetiva;
- Lmín: menor nível de pressão sonora num determinado intervalo de tempo;
- Lmáx: maior nível de pressão sonora num determinado intervalo de tempo.

Figura 6.1.207. Pontos de amostragem de ruídos e vibração na AID do empreendimento



Fonte: MMA/DSG e INCRA, adaptado por STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2020).

Ainda, para que as medições estivessem de acordo com as normas técnicas, o sonômetro foi posicionado entre 1,2 e 1,5 m de altura do solo.

Para a avaliação dos ruídos, o $L_{Aeq,t}$ é comparado com os limites de níveis de pressão sonora ($RL_{Aeq,t}$), específica para o tipo de área e o período de monitoramento (Tabela 6.1.54). Caso o $L_{Aeq,t}$ seja menor do que $RL_{Aeq,t}$ o resultado é considerado aceitável. Porém, caso o $L_{Aeq,t}$ seja maior do que esse é necessário calcular o nível de pressão sonora específico ($L_{Aeq,\text{específico}}$) da fonte sonora objeto de avaliação, sendo considerado aceitável o resultado, quando $L_{Aeq,\text{específico}}$ é menor ou igual ao $RL_{Aeq,t}$.

Tabela 6.1.54. 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 10.151/2019.

Desta forma foram classificadas as áreas em que os pontos de amostragem estão localizados (Tabela 6.1.55), com base no zoneamento ambiental, quando existente, ou quando da falta desse, optou-se por caracterizar a região com base em imagens do Google Earth. Os munícipios que dispõe de zoneamento são Cuiabá (P1), Jaciara (P2), Rondonópolis (P5 e P6), Primavera do Leste (P7), Nova Mutum (P9) e Lucas do Rio Verde, no entanto, o zoneamento do município de Jaciara, Primava do Leste e Lucas do Rio Verde não compreende a região dos pontos de análise, assim, para esses pontos, em específico, foram utilizadas as imagens do Google Earth.

Tabela 6.1.55. Classificação das áreas em que estão localizados os pontos de amostras

PONTO	CLASSIFICAÇÃO DA ÁREA	COORDENADAS X	COORDENADAS Y
P1	Área predominantemente industrial.	611868.00	8266307.00
P2	Áreas de residências rurais.	712236.00	8230507.00
P3	Área mista, predominantemente residencial.	725839.98	8222843.46
P4	Área mista, predominantemente residencial.	737172.00	8206086.00
P5	Áreas de residências rurais.	744289.00	8179276.00
P6	Áreas de residências rurais.	743940.00	8151260.00
P7	Áreas de residências rurais.	761777.00	8276529.00
P8	Área mista, predominantemente residencial.	740861.00	8378459.00
P9	Área mista com predominância de atividades comerciais e/ou administrativas.	600783.00	8474924.00

PONTO	CLASSIFICAÇÃO DA ÁREA	COORDENADAS X	COORDENADAS Y
P10	Área mista, predominantemente residencial.	603879.00	8528536.00
P11	Áreas de residências rurais.	616709.55	8536469.93

Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

Enquanto para o diagnóstico de vibrações foi utilizado o sismógrafo de engenharia calibrado (Anexo 6.1.11) conforme dispõe a NBR 9653 e a ISO 16063:21, sendo o monitoramento realizado por período ininterrupto de dez (10) minutos tanto para o período diurno quanto noturno. Para a avaliação dos resultados de vibração foram utilizados como referência a DD nº215/2007 (Tabela 6.1.56) e a DIN 4150-3 (Tabela 6.1.56 e Tabela 6.1.57). A primeira determina os limites de velocidade de partícula (pico) para a avaliação de incômodo, enquanto a DIN 4150-3 estabelece diretrizes para a avaliação dos efeitos de vibrações em estruturas.

Tabela 6.1.56. 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 preedominantemente residencial	0,3	0,3
Área mista, com vocação comercial e administrativa	0,4	0,3
Área preedominantemente industrial	0,5	0,5

Fonte: DD nº215/2007 apud ICMBIO (2016)

Tabela 6.1.57. Limites de velocidade de pico da vibração de partícula (de curta duração) para avaliação das estruturas - DIN 4150-3

TIPOS DE ESTRUTURA	1 HZ A 10 HZ	10 HZ A 50 HZ	50 HZ A 100 HZ
Edificações comerciais ou industriais	20,00	Vaiação linear de 20,00 a 40,00	Vaiação linear de 40,00 a 50,00
Edificações residencais	5,0	Vaiação linear de 5,00 a 15,00	Vaiação linear de 15,00 a 20,00
Edificações frágeis que não se classificam nos itens anteriores (por exemplo, monumentos históricos e demais edificações de fragilidade aparente)	3,0	Vaiação linear de 3,00 a 8,00	Vaiação linear de 8,00 a 10,00

Fonte: DIN 4150-3 apud ICMBIO (2016)

6.1.8.3 Resultados

O diagnóstico de ruídos ocorreu entre os dias 09 e 17 junho de 2021 e o diagnóstico de vibração foi realizado entre os dias 23 de fevereiro de 2021 e 04 de março de 2021, nos períodos noturno e diurno.

6.1.8.3.1 Ruídos

Durante o monitoramento de ruídos, foram observadas como principais fontes de ruído, próximo aos pontos amostrados, os sons oriundos da natureza (ex.:pássaros, cães e galinhas), automóveis e humanos (ex.: conversas e cultos de igreja), como descrito na Tabela 6.1.58. Na Figura 6.1.208 e na Figura 6.1.218 são apresentadas as fotos do monitoramento de ruídos nos pontos de amostra.

Figura 6.1.208. Monitoramento do ponto P1





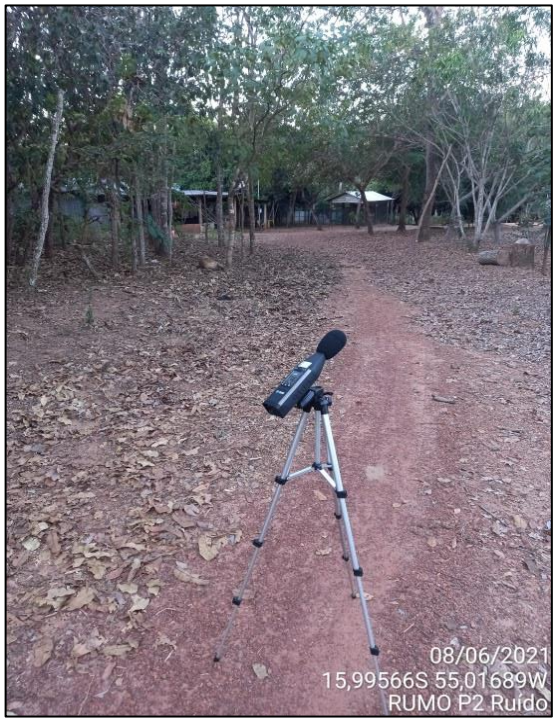
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021)

Tabela 6.1.58. Descrição das fontes emissoras de ruídos durante a campanha de monitoramento.

PONTOS	COORDENADAS X	COORDENADAS Y	FONTES EMISSORAS DIURNAS	FONTES EMISSORAS NOTURNAS	TIPO DE FONTE
P1	611868.00	8266307.00	Trator, pássaros, vento, pessoas convesando, veiculos, cortador de grama. Região próxima ao aeroporto	Grilos, cães, automóveis, som do aerodromo.	Aeroporto, natureza, automóveis e humana.
P2	712236.00	8230507.00	Pássaros, latido de cães, máquinas operando, galinhas.	Cães latindo, pessoas conversando, veiculos, grilos.	Natureza, automóveis e humana.
P3	725839.98	8222843.46	Automóveis, pessoas conversando, pássaros, veiculos, TV.	Latido de cães, grilos, pessoas conversando, crianças brincando, veiculos e avião.	Natureza, automóveis e humana.
P4	737172.00	8206086.00	Pássaros, veículos, pessoas conversando e crinaças brincando.	Veículos, grilos e pessoas conversando.	Natureza, automóveis e humana.
P5	744289.00	8179276.00	Veiculo, pessoas conversando, galinhas, insetos e pássaros.	Pessoas conversando, grilos, som de TV.	Natureza, e humana.
P6	743940.00	8151260.00	Veículos, pássaros, galinhas e pessoas conversando.	Insetos, pessoas conversando, cães latindo e veículos.	Natureza, automóveis e humana.
P7	761777.00	8276529.00	Pássaros, vento balançando folhas, pessoas conversando, TV ligada e insetos.	Insetos, grilo, pessoas conversando, TV ligada, maquina de lavar roupas e choro de filhote de cão.	Natureza, automóveis e humana.
P8	740861.00	8378459.00	Pássaros, veiculos, pessoas conversando, musica, serraria.	Cão latindo, pessoas conversando, buzina, insetos e veículos	Natureza, automóveis e humana.
P9	600783.00	8474924.00	Pássaros, veiculos, pessoas conversando, vento nas árvores, serralheria.	Veículos, pessoas conversando, crianças brincando e insetos	Natureza, automóveis e humana.
P10	603879.00	8528536.00	Veiculos, vento nas arovres e lavoura, cães latindo e pássaros.	Torre de comunicação, vento nas arovres e lavoura Veículos, e insetos.	Aviões, natureza, automóveis e humana.
P11	616709.55	8536469.93	Passaros, vento nas arvores, pessoas conversando, TV ligada, cão latindo e veículos.	Insetos, pessoas conversando, cães latindo, animais (coruja, morcego) automóveis e sprincle para regar ligado.	Natureza, automóveis e humana.

Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

Figura 6.1.209. Monitoramento do ponto P2





Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021)

Figura 6.1.210. Monitoramento do ponto P3





Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021)

Figura 6.1.211. Monitoramento do ponto P4





Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021)

Figura 6.1.212. Monitoramento do ponto P5





Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021)

Figura 6.1.213. Monitoramento do ponto P6





Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021)

Figura 6.1.214. Monitoramento do ponto P7





Figura 6.1.215. Monitoramento do ponto P8





Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021)

Figura 6.1.216. Monitoramento do ponto P9





Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021)

Figura 6.1.217. Monitoramento do ponto P10





Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021)

Figura 6.1.218. Monitoramento do ponto P11





Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021)

Tabela 6.1.59. Níveis de pressão sonora no período diurno nos pontos de amostra

PONTO	PERÍODO	UNIDADE	$L_{EQ(10MIN)}$	L_{MIN}	L_{MAX}	DESVIO PADRÃO	L90	L50	L10
P1	Diruno	dB	53,6	32,9	68,5	7,4	36,5	41	54
	Noturno		44,8	37,3	55,5	3,3	39,3	43,1	47,8
P2	Diruno	dB	43,5	33,3	56,2	5,3	34,1	37,8	47,8
	Noturno		42,9	35	67,5	3,1	35,9	36,8	39,2
P3	Diruno	dB	54,6	33,2	74,7	7,4	35,8	43,1	53,5
	Noturno		53,6	50,5	69,6	1,9	51,2	52	52,9
P4	Diruno	dB	50,4	36,9	68,3	4,9	39,4	43,1	49,2
	Noturno		49,7	44,8	63,9	2,2	46,5	48,1	50,6
P5	Diruno	dB	46,4	27	59,5	7,5	30,4	36,2	51,4
	Noturno		36,8	32,9	47,7	1,7	33,8	36,6	38,1
P6	Diruno	dB	45,5	37	56	3,5	39,5	43,1	48,5
	Noturno		41,2	38,1	53,3	1,4	39,2	40,7	42,1
P7	Diruno	dB	56,5	32,7	83,1	5,4	34,9	37,2	43,2
	Noturno		38,3	33,7	55,9	2,5	34,8	35,9	40,5

PONTO	PERÍODO	UNIDADE	$L_{EQ(10MIN)}$	L_{MIN}	L_{MAX}	DESVIO PADRÃO	L90	L50	L10
P8	Diruno	dB	45,8	31,7	62,8	4,5	37,5	42	48,6
	Noturno		45	33,4	67,6	4,4	34,4	35,3	41,7
P9	Diruno	dB	54,7	45,5	68,4	3,1	49,2	53,3	56,9
	Noturno		52,1	39,4	68,7	4,3	43,8	48,7	53,8
P10	Diruno	dB	47,2	38,2	54,4	3,2	42,1	45,5	50,4
	Noturno		41,5	32,5	49,8	2,9	36,7	40,6	44,3
P11	Diruno	dB	49,2	31,6	60,6	6,6	36-,1	43	54,3
	Noturno		43,5	31,1	46,5	3,2	40,1	43,5	45

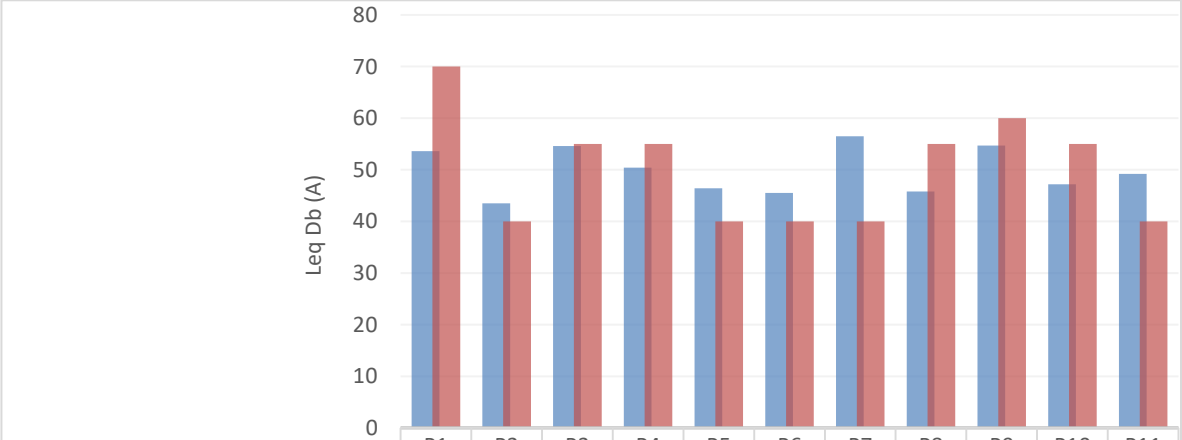
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

No monitoramento realizado, todos os cinco pontos de amostras caracterizados como “áreas de residências rurais” apresentaram valores de pressão sonora superiores ao estabelecidos pela NBR 10151/2019 (Tabela 6.1.60), tanto no período noturno quanto diurno. Além disso, ainda no período noturno, o P3 (“área mista, predominantemente residencial”), também apresentou valores de pressão sonora superior aos limites estabelecidos (Tabela 6.1.60). Apesar de esses níveis sonoros ultrapassarem os $RL_{Aeq,t}$, não foi possível calcular o nível de pressão sonora específico para todos os pontos, uma vez que não é possível determinar o nível residual, já que a região apresenta sons difusos e de difícil detecção de forma estratificada. Os pontos onde se conseguiu determinar o nível de pressão sonora específico e, consequentemente o residual foram os pontos P7 diurno e P2, P3 e P5 noturno, porém, mesmo assim, os valores ainda ficaram acima do limite estabelecido na NBR 10151/2019.

Desta forma, percebe-se que o espectro sonoro avaliado se apresenta instável e com variação de maior amplitude no período diurno em todos os pontos analisados. O mesmo ocorre no período noturno com exceção dos pontos P2, P3, P4, P5 e P7, onde o espectro sonoro se mostrou mais estável com variação de menor amplitude. Considerando o índice de antropização dos locais analisados se percebe que a ocupação humana influencia diretamente nesta variação, pois, além das ações propriamente humanas, que interferem nos níveis de pressão sonora do meio, ainda, os animais domésticos ali inseridos também possuem parcela nessa interferência.

Algumas interferências que notadamente não são padrão do local, como uma eventual buzina de veículo ou cão latindo, foram identificados e apontados nas fichas de campo e considerados na análise, porém, como já apontado anteriormente, a exclusão dessas interferências não ocasione em redução do LAeq o suficiente para ficarem abaixo dos limites estabelecidos pela NBR 10.151/19.

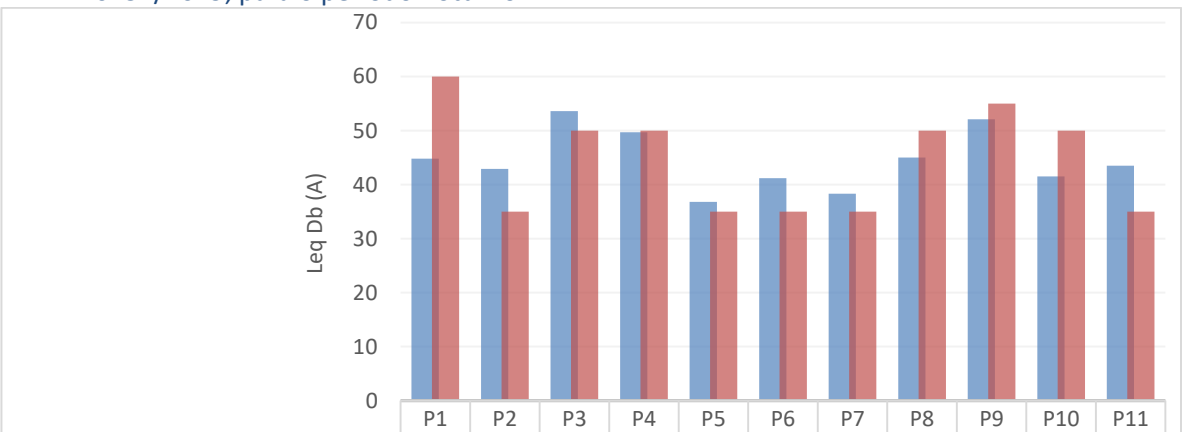
Figura 6.1.219. Comparação dos níveis de pressão sonora amostrados com os limites da NBR 10151/2019, para o período diurno.



	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11
Diurno	53,6	43,5	54,6	50,4	46,4	45,5	56,5	45,8	54,7	47,2	49,2
Limites diurnos NBR 10151:2019	70	40	55	55	40	40	40	55	60	55	40

Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

Figura 6.1.220. Comparação dos níveis de pressão sonora amostrados com os limites da NBR 10151/2019, para o período noturno.



	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11
Noturno	44,8	42,9	53,6	49,7	36,8	41,2	38,3	45	52,1	41,5	43,5
Limites noturnos NBR 10151:2019	60	35	50	50	35	35	35	50	55	50	35

Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

Tabela 6.1.60. Comparação dos níveis de pressão sonoros (Leq) com os limites diurno e noturnos estabelecidos pela NBR 10151:2019.

PONTO	CLASSIFICAÇÃO DA ÁREA	COORDENADA X	COORDENADA Y	PERÍODO	LEQ	LEQ INTERFERÊNCIA	LEQ RESIDUAL	LIMITES NBR 10151:2019
P1	Área predominantemente industrial.	611868.00	8266307.00	Diruno	53,6			70,00
				Noturno	44,8			60,00
P2	Áreas de residências rurais.	712236.00	8230507.00	Diruno	**43,5**			40,00
				Noturno	**42,9**	52,9	**37,1**	35,00
P3	Área mista, predominantemente residencial.	725839.98	8222843.46	Diruno	54,6			55,00
				Noturno	**53,6**	60,7	**52,1**	50,00
P4	Área mista, predominantemente residencial.	737172.00	8206086.00	Diruno	50,4			55,00
				Noturno	49,7			50,00
P5	Áreas de residências rurais.	744289.00	8179276.00	Diruno	**46,4**			40,00
				Noturno	**36,8**	41,9	**36,5**	35,00
P6	Áreas de residências rurais.	743940.00	8151260.00	Diruno	**45,5**			40,00
				Noturno	**41,2**			35,00
P7	Áreas de residências rurais.	761777.00	8276529.00	Diruno	**56,5**	72,6	**44,5**	40,00
				Noturno	**38,3**			35,00
P8	Área mista, predominantemente residencial.	740861.00	8378459.00	Diruno	45,8			55,00
				Noturno	45			50,00
P9	Área mista com predominância de atividades comerciais e/ou administrativas.	600783.00	8474924.00	Diruno	54,7			60,00
				Noturno	52,1			55,00
P10	Área mista, predominantemente residencial.	603879.00	8528536.00	Diruno	47,2			55,00
				Noturno	41,5			50,00
P11	Áreas de residências rurais.	616709.55	8536469.93	Diruno	**49,2**			40,00
				Noturno	**43,5**			35,00

Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda. (2021).

6.1.8.3.2 Vibração

O monitoramento de vibração, diurno e noturno, ocorreu em um intervalo de tempo de 10 minutos, sendo que todos os pontos de amostragem de vibração (Tabela 6.1.53 e Anexo 6.1.12) apresentaram velocidade de vibração de partícula equivalente a 0,00 mm/s, ou seja, dentro do padrão estabelecido pela DD nº 215/2007 (Tabela 6.1.56) e a DIN 4150-3 (Tabela 6.1.57). Os registros fotográficos podem ser consultados nas Figura 6.1.221 a Figura 6.1.231.

Figura 6.1.221. Análise de vibração, P1





Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.222. Análise de vibração, P2





Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.223. Análise de vibração, P3





Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.224. Análise de vibração, P4

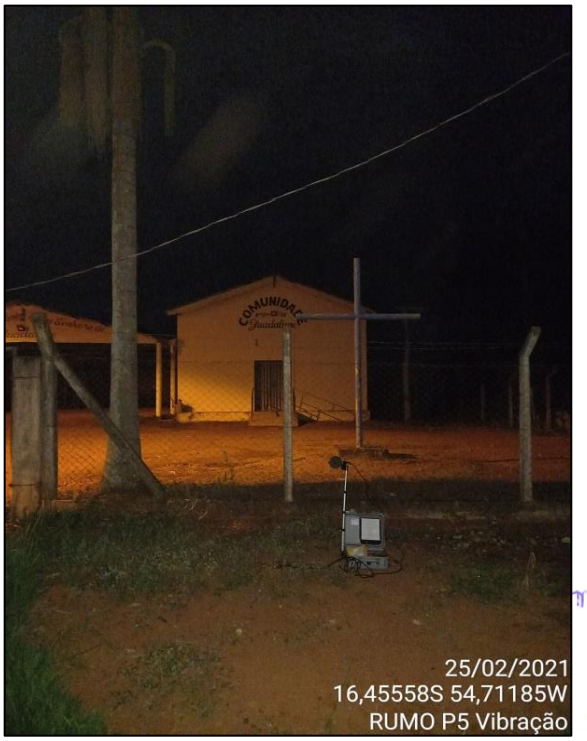




Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.225. Análise de vibração, P5





Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.226. Análise de vibração, P6





Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.227. Análise de vibração, P7





Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.228. Análise de vibração, P8

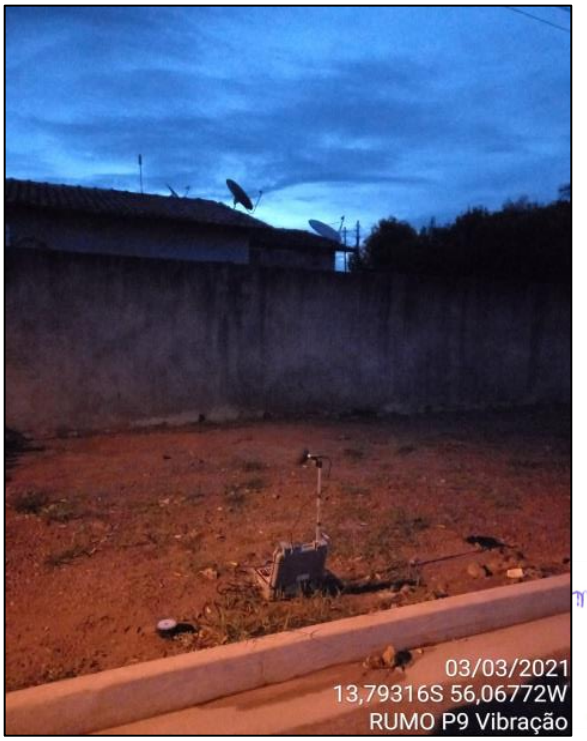




Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.229. Análise de vibração, P9





Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.230. Análise de vibração, P10





Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.231. Análise de vibração, P11





Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

6.1.9 Patrimônio Paleontológico

6.1.9.1 Objetivo

- Realizar o levantamento paleontológico preliminar da área de estudo do meio físico acompanhando do projeto de salvamento paleontológico.

6.1.9.2 Metodologia

Em escritório, foi realizada a busca por bibliografia científica, no âmbito da Paleontologia, que demonstrasse evidências fossilíferas previamente conhecidas no eixo da ferrovia. Também foi feito o contato com instituições de pesquisa para a verificação da existência de projetos de estudo ou amostras nestes locais. Foi feito o planejamento da atividade de campo, com a elaboração de mapas-base para impressão e uso em campo, organizando a informação disponível e facilitando o acesso às áreas de interesse, incluindo a descrição das unidades geológicas com potencial fossilífero com probabilidade de ocorrência na área e a lista de seu conteúdo fossilífero conhecido. A análise de mapas de declividade serviu de base para identificação de desníveis do terreno, locais onde a probabilidade de exposição de rocha é maior, de forma que o caminhamento em campo foi planejado para ocorrer nestas áreas, economizando tempo de campo e aumentando as chances de identificação de unidades geológicas fossilíferas (Anexo 6.1.13).

Os levantamentos de dados e informações deste relatório têm como base fontes e referências bibliográficas, documentais, cartográficas, imagens de satélite, geológicas, ocorrências fósseis previamente registradas na região, entre outros, tendo sido obtidos em órgãos públicos e agências governamentais especializadas, universidades e instituições de pesquisa, por pesquisa simples na internet.

A área de trabalho está localizada nos Municípios de Lucas do Rio Verde, Nova Mutum, Santa Rita do Trivelato, Rosário Oeste, Planalto da Serra, Nova Brasilândia, Primavera do Leste, Campo Verde, Dom Aquino, Poxoréu, São Pedro da Cipa, Juscimeira, Jaciara, Santo Antônio do Leverger, Cuiabá e Rondonópolis (MT). Em campo, foi executado reconhecimento das unidades geológicas no local, visando identificar as áreas potenciais e orientar os melhores locais para a identificação de materiais fósseis (Figura 6.1.232). Este reconhecimento permite a visualização geral dos limites de contato entre as unidades geológicas (com foco nas unidades potenciais para preservar fósseis) e, portanto, indica as áreas mais propensas aos trabalhos de diagnóstico. Da mesma forma, a observação da geomorfologia também orientou a escolha das localidades mais adequadas para vistoria.

A procura por fósseis foi planejada para ocorrer ao longo do eixo do projeto. Todo o traçado projetado para a obra, bem como seus arredores, foi investigado em campo. A identificação de áreas de interesse se fez pelo percorrimento da área, em alguns locais, facilitada pela existência de vias de acesso. O perímetro considerado para busca de afloramentos rochosos e exposições de sedimento foi de 500 metros (para cada lado) em relação ao traçado planejado para a obra, de forma a identificar unidades geológicas que sejam representativas do subsolo que sofrerá intervenção das atividades de construção civil.

Figura 6.1.232. Percorrimento da área de trabalho, que abrangeu a totalidade do eixo projetado para obras da ferrovia



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

O reconhecimento das unidades geológicas foi de vital importância, visando identificar os afloramentos para descrição litológica e observação de fósseis. Da mesma forma, a observação da topografia e tipos de solo também orientaram a escolha das localidades mais adequadas para estudo. Nestes locais, a investigação minuciosa de pontos potenciais para a preservação de fósseis foi conduzida tanto nas rochas e solos da área de interesse (Figura 6.1.233). As descrições do âmbito do mapeamento tiveram curso nos locais onde foram identificadas ocorrências fósseis ou material com potencial para preservação de fósseis. Nestes casos, ocorreu a observação e procedeu-se a descrição litológica, agregando-se o máximo de informação aos pontos investigados.

Figura 6.1.233. Identificação de unidades geológicas com ocorrência na área de estudo



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

A descrição das rochas, sedimentos e fósseis foi possível com uso de martelos, marretas, ácido clorídrico (com concentração 10%) e lupas de bolso (com aumento de 15x), e as estruturas foram aferidas com bússola modelo GEKOM PRO da Breithaupt Kassel. Os afloramentos encontrados foram limpos com o uso das ferramentas (apenas quando imprescindível e com o mínimo possível de intervenção). Porções intemperizadas da rocha foram evitadas e buscou-se fazer a descrição em partes menos alteradas da rocha ou sedimento. Quando possível, blocos de rocha com estruturas foram medidos e toda a informação foi anotada em caderneta de campo eletrônica, incluindo coordenadas geográficas do local e fotografias (Figura 6.1.234).

Figura 6.1.234. Uso de bússola para aferição de direção e mergulho/caimento de estruturas geológicas



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Em programas de Diagnóstico Paleontológico é imperativo que todos os tipos de macrofósseis e microfósseis sejam alvo de prospecção. Isso inclui os restos biológicos de todos os grupos de seres vivos, de todas as idades geológicas, desde o Éon Arqueano até a Idade Holoceno. Portanto, parte da atividade de campo consiste na procura por microfósseis que estejam visíveis à lupa de mão, para serem reportados em caso de ocorrência (Figura 6.1.235).

O potencial paleontológico indicado para cada ponto foi feito segundo o critério a seguir:

Nulo: não há materiais com potencial para conservação de restos biológicos.

Baixo: há materiais para conservação de restos biológicos, mas em condições desfavoráveis, como evidências de forte intemperismo, processos tafonômicos de fragmentação, dissolução, abrasão, entre outros.

Moderado: há materiais para conservação de restos biológicos, não ideais, mas com bom potencial para preservação.

Alto: há materiais ideais para conservação de restos biológicos bem preservados ou fósseis foram identificados.

Figura 6.1.235. Uso de lupa para descrição litológica e procura por fósseis



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Em casos de existência de risco iminente de destruição dos fósseis, e apenas neste, foi conduzida a coleta do material para posterior envio à Instituição de Salvaguarda (Figura 6.1.236). Para isto, preventivamente, foi feito com antecedência o pedido de autorização de coleta junto à ANM (Anexo 6.1.14). Onde as amostragens fossem necessárias, ocorreram as coletas de fósseis (macro e microfósseis) e a realização *in loco* da correspondente coluna estratigráfica, por especialistas em Paleontologia, agregando o máximo de informação científica às amostras coletadas.

Figura 6.1.236. Coleta de fósseis com risco de perda por exposição ao intemperismo



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Níveis com macrofósseis, quando escavados, foram abertos com uso de martelos, picaretas, enxadas e equipamentos de proteção individual. Quando possível, os blocos de rocha com fósseis foram orientados durante a coleta para permitir futuros estudos de tafonomia. Em rocha friável ou sedimento inconsolidado, por vezes optou-se por fazer o peneiramento com uso de peneira com malha de 5 milímetros, a fim de concentrar possíveis macrofósseis de tamanho pequeno. Este material peneirado é embalado em sacos plásticos e levado a laboratório para triagem posterior. Para o caso de fragmentação ou o surgimento de rachaduras em fósseis, eles são estabilizados com o uso de Paraloid B-72 dissolvido em álcool.

Durante a coleta de espécimes fósseis, cada exemplar ganha um número de tombo individual e o máximo de informação geológica é associado aos registros, de forma a permitir ampla gama de possibilidades de pesquisa quando o material estiver depositado na instituição de salvaguarda (Figura 6.1.237 e Figura 6.1.238). Cada exemplar fóssil é registrado em uma ficha que contém todos os dados pertinentes à sua coleta. Esta ficha contém a lista de todas as amostras coletadas em cada coluna. O código numérico atribuído a cada peça coletada, seja ela com macrofósseis ou para preparação micropaleontológica, segue seguinte padrão: **C-X.Yα**, onde:

> C = Número da coluna estratigráfica elaborada no programa de diagnóstico, identificadas sequencialmente (exemplo: C1, C2, C3...).
>
> X = nível de coleta, demarcado na coluna estratigráfica (caractere numérico: 1, 2, 3...). “R” significa que a amostra é rolada, não possui nível estratigráfico identificável
>
> Y = número sequencial da amostra retirada do nível indicado (caractere numérico: 1, 2, 3..., presente apenas em níveis em que mais de uma amostra foi coletada).
>
> α = usado apenas quando uma peça possui partes isoladas, quando a peça ou fóssil possui partes que em conjunto completam o todo (caractere alfa: a, b, c...).

Exemplo – Amostra C1-2.3b – Amostra coletada no local da Coluna 1, no nível de coleta 2 especificado na coluna estratigráfica, é a terceira amostra retirada do nível e trata-se da parte b de um fóssil em várias partes.

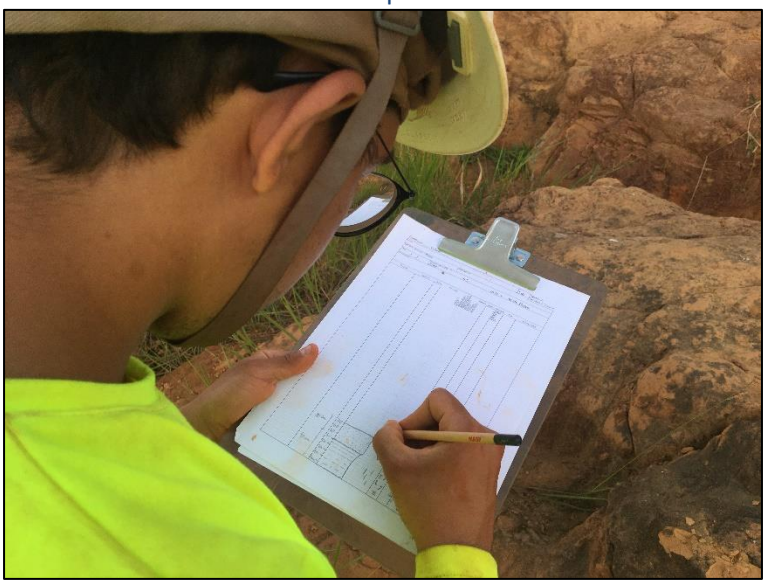
Em campo, as amostras foram acondicionadas em caixas, sem sobreposição, e transportadas cuidadosamente até o laboratório, onde passaram pelo tratamento curatorial e posteriormente transferidas definitivamente para a Instituição de Salvaguarda. A instituição selecionada foi o PALMA – Laboratório de Paleontologia e Palinologia de Mato Grosso, da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), localizado na cidade de Cuiabá, sob a supervisão da Professora Dra. Silane Ap. Ferreira da Silva Caminha (Anexo 6.1.15). Os originais das colunas estratigráficas e as listas de amostras coletadas, ambos elaborados em campo, acompanharam as amostras e foram encaminhados e doados à instituição de salvaguarda, para permanecerem disponíveis para pesquisa científica (Anexo 6.1.16).

Figura 6.1.237. Identificação de amostras segundo registros de coleta de campo, para permitir o uso científico dos fósseis coletados



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.238. Elaboração de coluna estratigráfica e anotação de informações detalhadas de coleta a fim de subsidiar estudos científicos posteriores com o material coletado



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

6.1.9.3 Resultados

6.1.9.3.1 Correlação entre a geologia regional e a paleontologia

A poligonal do empreendimento está alocada sobre litologias conhecidas pela abundância e preservação excepcional de microfósseis e macrofósseis de vários grupos de seres vivos. Depósitos aluvionares recentes também são potenciais para a preservação de fósseis do Período Quaternário.

Todo este conjunto justifica a determinação da elaboração do Programa de Salvamento e a atenção ao patrimônio paleontológico nas atividades de construção.

O eixo de atividades de obra atravessa unidades geológicas caracterizadas pela preservação de fósseis nos municípios interceptados (Figura 6.1.239). As frentes de atividades de implementação de infraestrutura ocorrem nas proximidades de rochas potencialmente fossilíferas do Período Ediacarano (Neoproterozóico) e de rochas limítrofes entre as bacias do Paraná e Parecis (Fanerozóico), conforme os dados disponíveis pelo Serviço Geológico Brasileiro (GeoSGB-CPRM, 2021).

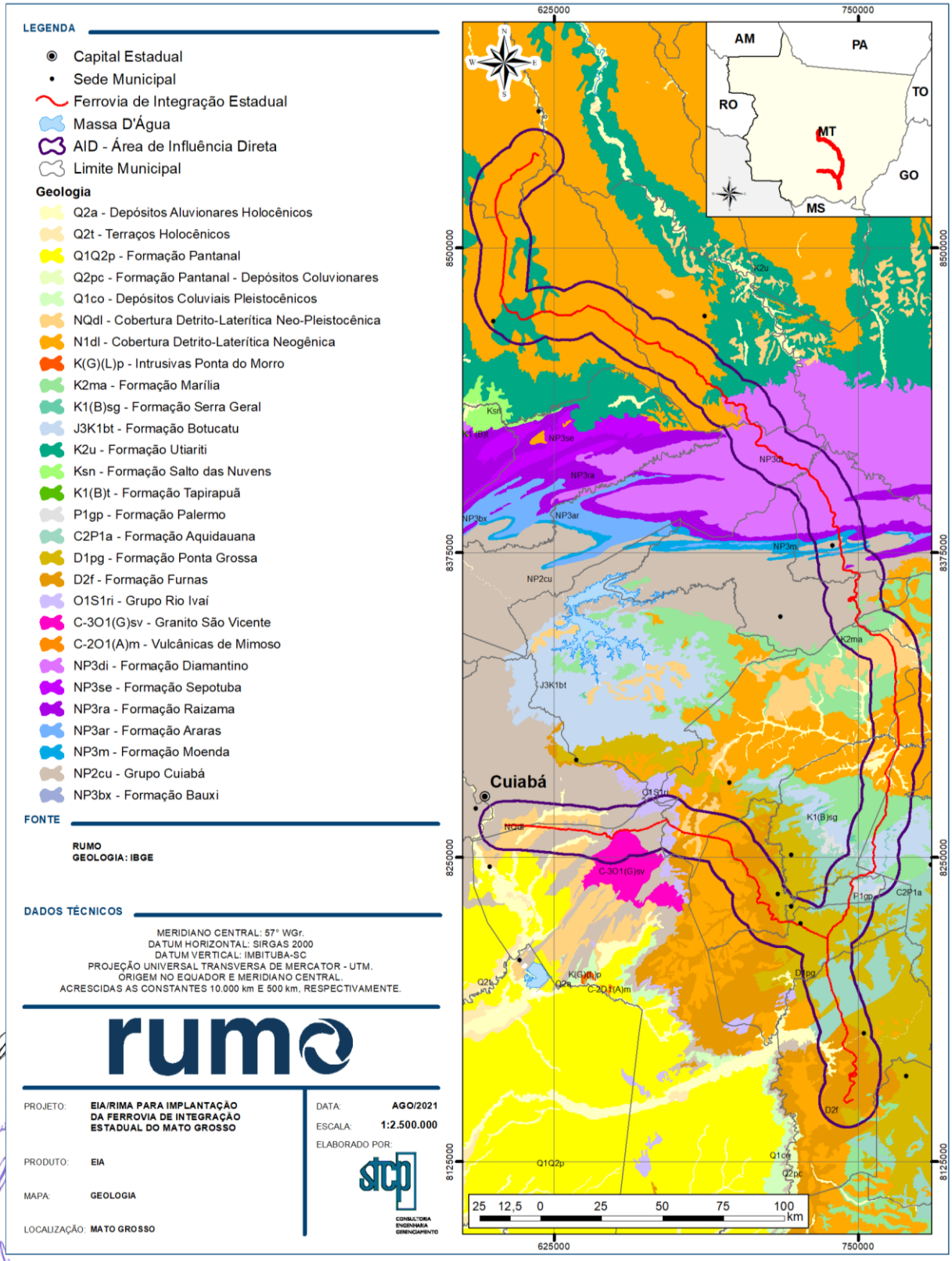
A bacia do Paraná se encontra distribuída em grande área da América do Sul, aflorante no Brasil, Argentina, Uruguai e Paraguai (Figura 6.1.240). Trata-se de uma bacia intracratônica, por possuir embasamento consolidado e domínio crustal caracterizado por elevada resistência a esforços originados em margens de placas (Milani & Ramos, 1998). Simétrica, a bacia é composta por rochas sedimentares e derrames basálticos do Fanerozóico (Schneider *et al.*, 1974) e seu registro estratigráfico excede sete mil metros de espessura, no depocentro principal (Milani & Zalán, 1999).

A reativação de estruturas herdadas do embasamento é um fenômeno relativamente comum em bacias intracratônicas (Rostirolla *et al.*., 2000; Mantovani *et al.*., 2005). A evolução tectônica desta bacia, principalmente a paleozóica, foi intimamente relacionada a reativações de lineamentos em duas direções preferenciais: N0-65W e N50-90E (Zalán *et al.*., 1991; Alvarenga *et al.*., 1998). Na porção norte da bacia, destacam-se as reativações de falhas durante o Cretáceo, com rejeitos que chegam a atingir centenas de metros. Próximo a estas falhas é comum o basculamento de blocos, que em alguns casos produz mergulhos de até 60° (Alvarenga *et al.*, 1998).

Na bacia do Paraná preservam-se rochas sedimentares do Neo-Ordoviciano ao Neocretáceo (Zalán *et al.*., 1991) com importantes hiatos deposicionais no Siluriano Superior, Carbonífero Inferior, Triássico Superior e Cretáceo Inferior (Milani *et al.*., 1994). A seção cronoestratigráfica abrange o Grupo Rio Ivaí, Grupo Paraná, sequência Gondwana I, sequência Gondwana II, sequência Gondwana III e Grupo Bauru (Milani *et al.*., 2007). O Grupo Paraná e a sequência Gondwana I possuem as formações da bacia com ocorrência no eixo de obras do empreendimento.

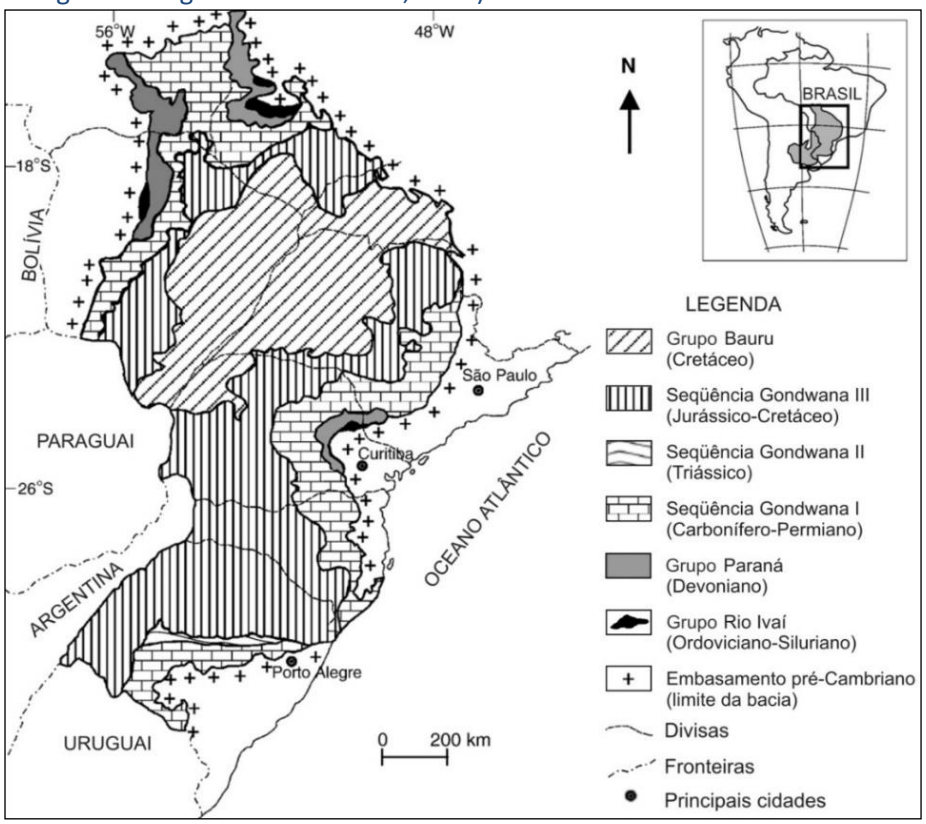
A Bacia do Parecis é uma extensa cobertura sedimentar formada inicialmente por fratura interior continental (IF) e posteriormente passando para o regime de sinéclise interior continental (IS), segundo a classificação de Kingston *et al.*. (1983; Figura 6.1.241).

Figura 6.1.239. Mapa geológico regional com principais formações rochosas no eixo de obras



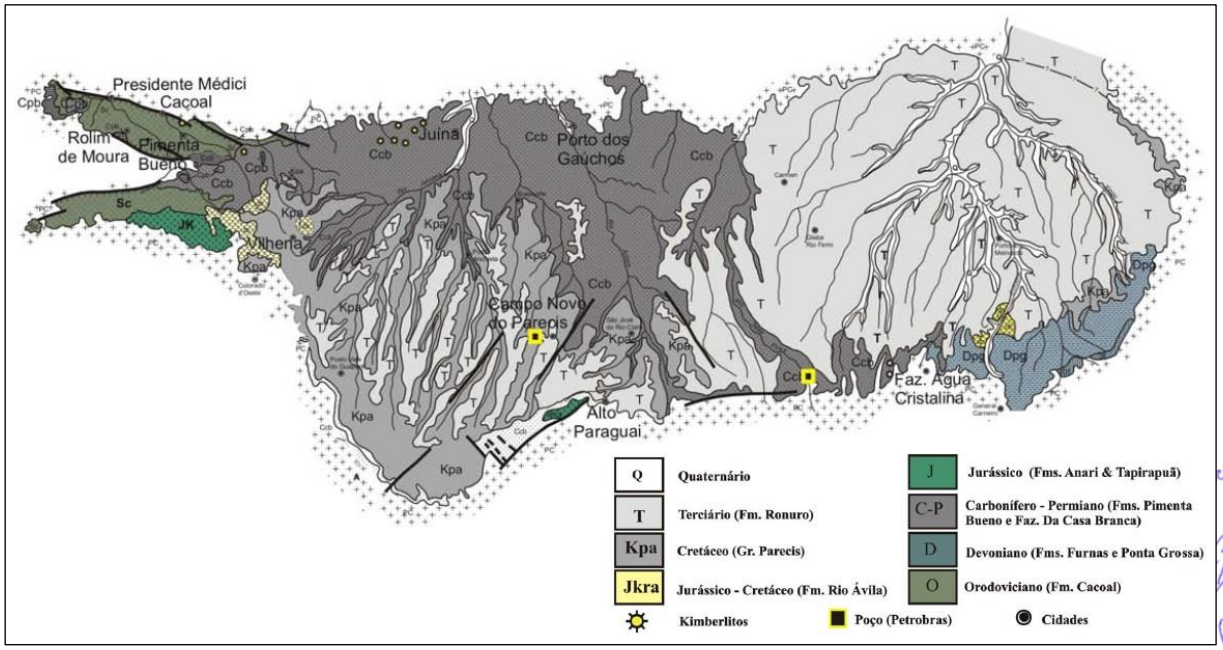
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.240. Mapa de localização da bacia do Paraná (Milani, 1997; unidades aloestratigráficas segundo Milani *et al.*, 2007)



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.241. Mapa da Bacia do Parecis (Bahia, 2007)



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Na Era Paleozóica ocorreu o preenchimento inicial da bacia do Parecis, com conglomerados, arenitos, siltitos e folhelhos, nesta ordem em direção ao centro da bacia, com alguma contribuição de sedimentos carbonáticos e glaciais. Na porção leste da bacia estão afloramentos das formações Furnas e Ponta Grossa. Do Período Devoniano ao Cretáceo houve evento extensional que produziu sedimentação em sistema da riftes. Sedimentos cenozóicos estão presentes após o soerguimento da Cordilheira Andina, pela Formação Ronuro, de cobertura detrítico-laterítica de idade miocena, que pode ser correlacionada com a Formação Solimões das bacias do Amazonas e Solimões e com a Formação Cachoeirinha da Bacia do Paraná (Bahia, 2007).

O trecho Rondonópolis-Cuiabá apresenta a Supersequência Ordoviciana-Siluriana Rio Ivaí (Milani, 1997), constituída por diamictitos, arenitos e folhelhos (Lacerda Filho *et al*., 2004). Marca o estágio inicial de sedimentação da Bacia do Paraná, com o desenvolvimento do rifte e a subsequente invasão de um golfo por águas do Panthalassa (Milani, 2004). Também apresenta a Supersequência Devoniana Grupo Paraná nos municípios de Rondonópolis, Juscimeira, São Pedro da Cipa e Jaciara, arenito-pelítica (Lochkoviano-Frasniano, 419-372 Ma) marcando uma transição de um trato de sistema de mar baixo (arenitos e conglomerados proximais da Formação Furnas), para um trato de sistema transgressivo (pelitos laminados da Formação Ponta Grossa), com grande continuidade horizontal (Bergamaschi, 1999). A Formação Furnas consiste de arcóseos grossos, arenitos conglomeráticos, conglomerados oligomíticos e arenitos interdigitados com pelitos como argilitos, siltitos e folhelhos (Lacerda Filho *et al*., 2004). Já foi interpretada como ambientes fluviais transicionais e deltaicos, porém trabalhos recentes sugerem ambientes marinhos costeiros rasos (Assine *et al*., 1999; Sedorko *et al*., 2017). A Formação Ponta Grossa possui folhelhos carbonosos, com contribuição arenítica, além de arenitos siltosos e siltitos (Lacerda filho *et al.*, 2004).

Rochas podem apresentar fábrica e estruturas primárias intensamente bioturbadas (Milani, 2004). Representam porções mais distais da plataforma carbonática, sendo majoritariamente de baixa energia, porém ocasionalmente afetados por eventos de tempestade, retrabalhando bioclastos (Bosetti *et al.*, 2009). Por último, o trecho Rondonópolis-Cuiabá possui ocorrência de rochas da Supersequência Carbonífera-Permiana Gondwana I, que inclui a Formação Aquidauana, que aflora ao norte de Rondonópolis e a nordeste de Juscimeira, São Pedro da Cipa e Jaciara, consistindo de diamictitos, arenitos avermelhados a bege claros, arenitos finos laminados e siltitos. Esta unidade é interpretada como produto de paleoambientes fluvioglaciais em um evento que atingiu toda Gondwana Ocidental (Souza *et al*., 2015; França & Potter, 1988). Sedimentos quaternários da Formação Pantanal afloram nas proximidades de Cuiabá, consistindo em coberturas sedimentares arenito-pelíticas pleistocênicas (Lacerda Filho *et al*., 2004), parcialmente laterizadas, depositadas em contextos fluvio-lacustres (rios meandrantes e leques aluviais) (Assine, 2003).

No trecho Rondonópolis-Lucas do Rio Verde, partindo da extremidade sul desta linha, encontram-se as mesmas unidades devonianas e carboníferas detalhadas acima (Formação Furnas, Ponta Grossa e Aquidauana), sendo sobrepostas, a partir dos municípios de Antônio Cândido da Silva e Cachoeira, pelas unidades a seguir. A Formação Permiana Palermo é a unidade mais apical do Grupo Guatá, formada por pacotes pelíticos compostos por siltitos, argilitos e folhelhos, além de arenitos finos e lentes conglomeráticas. Estruturas heterolíticas, típicas de planícies de maré, são também encontradas (ex: Wavy e Linsen), além de bioturbações (Tognolli & Neto, 2003). A Formação

Jurássica Botucatu possui arenitos eólicos finos a grossos com grãos arredondados e com alta esfericidade, organizados em estratificações cruzadas de grande porte. Comumente interpretados como mar e campos de dunas de um extenso paleodeserto (Scherer, 2000). Há unidades Neocretácicas, incluindo o Grupo Bauru, que é classicamente divido nas Formações Araçatuba (lamitos laminados de ambiente lacustre), Formação Adamantina (arenitos fluviais, por vezes pelíticos, com porções conglomeráticas), Formação Marília e Uberaba (arenitos fluvio-aluviais grossos, pelitos e conglomerados, com ocorrências carbonáticas) (Fernandes & Coimbra, 1996; Batezelli, 2010). Contudo, nesta região as unidades estão pouco definidas, sendo compostas por arenitos finos e muito finos, intercalados com siltitos e argilitos, além de conglomerados subordinados. Regionalmente, o Grupo Bauru é indiviso. Da Bacia Parecis ocorre a Formação Salto das Nuvens, possivelmente correlata com o Grupo Bauru, aqui é formada por conglomerados polimíticos (clastos de gnaisse, basalto e quartzito) intercalados com arenitos líticos finos a médios, por vezes com a presença de ventifactos de origem eólica-aluvial depositados em condições de clima árido (Batezelli *et al.*, 2014).

Dentre as unidades aflorantes na área de estudo, as depositadas no Período Devoniano possuem relevantes espessura, área de ocorrência e conteúdo fossilífero. O conhecimento de que a bacia do Paraná ocupou região de alta paleolatitude durante o este momento e está de acordo com a ocorrência de fósseis e indicadores sedimentares e estratigráficos presentes nas formações Furnas e Ponta Grossa, que refletem as condições de clima frio durante a formação dessas unidades geológicas.

Conteúdo Fossilífero esperado

A seguir estão organizados, por ordem de idade, os registros fossilífero das unidades interceptadas neste projeto (Tabela 6.1.61). Unidades cretácicas no Estado do Mato Grosso ainda não possuem estratigrafia bem definida, portanto, ocorrências de vertebrados fósseis associadas a rochas do Grupo Bauru podem pertencer a Bacia Parecis, e vice-versa (Sales *et al.*, 2018).

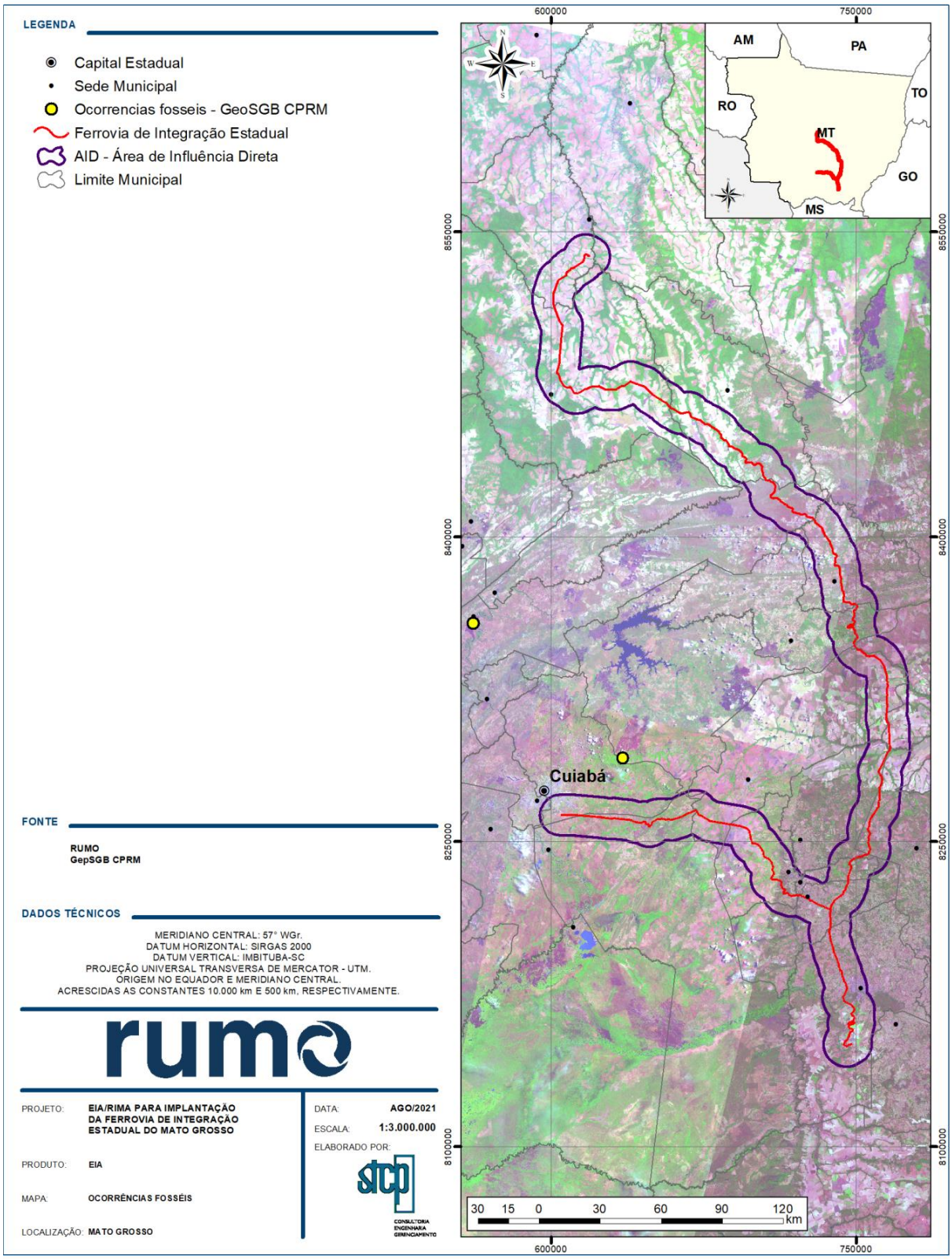
Alguns pontos merecem especial atenção, pois o sistema GeoSGB do Serviço Geológico do Brasil (CPRM) também informa a existência de ocorrências fósseis previamente registradas nas proximidades do eixo de obras (Figura 6.1.242), compostas por fósseis de ostracodes (Tomassi, 2009), estromatolitos (Barros *et al.*, 1974), o dinossauro *Gondwanatitan faustoi* (Franco-Rosas *et al.*., 2004), mamíferos (Paula Couto, 1979; Cartelle & Hirooka, 2005), cutículas de vegetais (Olivatti *et a.*., 1972) e troncos de pteridófitas (Costa *et al*., 1975).

Tabela 6.1.61. Conteúdo fossilífero previamente conhecido para as unidades geológicas com ocorrência na área de estudo

UNIDADE	GRUPOS FÓSSEIS	REFERÊNCIAS
Supersequência Rio Ivaí (Ordoviciano-Siluriano)	Icnofósseis diversos de invertebrados marinhos Crustacea (Ostracoda), Braquiópodes (Obiculoidea sp.) Bivalves e Gastrópodes	Adorno, 2014 Adorno *et al.*., 2016
Formação Furnas (Devoniano)	Icnofósseis diversos de invertebrados marinhos	Sedorko *et al.*., 2017
Formação Ponta Grossa (Devoniano)	Cnidária (Conulários) Braquiópodes (Linguliformes e Rinconeliformes) Moluscos (Bivalves, Gastrópodes, Tentaculídeos e Cefalópodes) Equinodermos (Crinóides) Artrópodes (Trilobitas)	Simões *et al.*., 2009 Leme *et al.*., 2015 Fregatto & Vega, 2015 Scheffler & Fernandes, 2007
Formação Aquidauana (Carbonífero-Permiano)	Palinomorfos	Souza *et al.*., 2015
Formação Palermo (Permiano)	Icnofósseis diversos de invertebrados marinhos Possivelmente ocorrência de carvão	Buatois *et al.*., 2009
Formação Botucatu (Jurássico)	Icnofósseis de vertebrados (Theropoda, Ornithopoda, Therapsida e Mammalia)	Leonardi & Carvalho, 2007
Grupo Bauru (Neocretáceo)	Dinosauria (Theropoda; Abelisauridae) (Theropoda; Megaraptora) (Sauropoda, Titanosauria)	Kellner & Campos, 2002 Sales *et al.*., 2018
Formação Salto das Nuvens (Neocretáceo)	Crocodylomorpha (Notosuchia, Sphagesauridae)	Marconato, 2006
Formação Pantanal (Pleistoceno)	Gastrópodes	Manoel *et al.*., 2007

Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.242. Mapa de ocorrências fósseis nas proximidades do empreendimento (GeoSGB-CPRM, 2021)



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

6.1.9.3.2 Diagnóstico Paleontológico

O diagnóstico paleontológico abrangeu o meio físico, incluindo aspectos geológicos e estratigráficos e seu conteúdo fossilífero. Este serviço englobou estudos de contextualização geológica e paleontológica da área de influência do empreendimento.

O levantamento de dados primários foi realizado através de trabalho de campo, consistindo em explorar e identificar pontos com potenciais fossilíferos dentro da área de influência demarcada. O trabalho de campo ocorreu entre os dias 22 de abril a 18 de maio de 2021. A partir da análise prévia do potencial paleontológico nas áreas de influência, os materiais mais passíveis para ocorrência de fósseis foram localizados, gerando uma lista de pontos estratégicos dentro da área em questão. As demais áreas apresentam solos e rochas com baixo potencial para a preservação fossilífera, onde a implantação de obras procederá sem riscos ao patrimônio. Também foi dada atenção à possibilidade de ocorrência de microfósseis.

A partir da análise prévia do potencial paleontológico nas áreas de influência, os materiais mais passíveis para ocorrência de fósseis foram registrados, as unidades geológicas identificadas em campo ocorrem como se segue sumarizado na Tabela 6.1.62. Os trabalhos percorreram 4.939 quilômetros na zona rural dos municípios sulcados pelo eixo da ferrovia, aproveitando estradas regionais e particulares (dentro das propriedades), além do deslocamento por áreas de pasto, plantações e mata nativa, fora de estradas. O resultado foi a lista de pontos estratégicos dentro da área em questão. Ao longo do percurso foram identificados e avaliados o total de 92 pontos de interesse geológico e paleontológico (Figura 6.1.244, Anexo 6.1.17 eAnexo 6.1.18).

Tabela 6.1.62. Unidades geológicas identificadas no traçado da ferrovia, com os respectivos pontos de ocorrência.

PONTOS	UNIDADE GEOLÓGICA
01 e 02	Formação Salto das Nuvens
02 a 13	Formação Diamantino
14 a 17	Formação Raizama
18 a 24	Unidade Cuiabá (Subunidade 7)
25 a 34	Grupo Bauru Indiviso
35 a 44	Formação Botucatu
45 a 47	Formação Aquidauana
48 e 49	Formação Palermo
50 a 52	Formação Aquidauana
53 a 57	Formação Ponta Grossa
57 e 58	Formação Furnas
59	Depósito aluvionar
60 a 65	Formação Furnas
66 a 69	Formação Ponta Grossa
70 a 80	Formação Furnas

PONTOS	UNIDADE GEOLÓGICA
81 a 86	Unidade Cuiabá (Subunidade Indivisa)
87 a 89	Formação Pantanal
90 a 92	Unidade Cuiabá (Subunidade Indivisa)

Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

A área investigada se desenvolve sobre alguma variedade de unidades geológicas, que incluem rochas sedimentares, sedimentos inconsolidados, rochas magmáticas e rochas metamórficas. Das unidades aflorantes no traçado de obras, destacam-se as rochas da Unidade Cuiabá (Subunidade 7) (Neoproterozóico), Formação Diamantino (Neoproterozóico), Formação Raizama (Neoproterozóico), Formação Ponta Grossa (Devoniano), Formação Furnas (Devoniano), Formação Aquidauana (Carbonífero), Formação Palermo (Permiano), Formação Botucatu (Jurássico), Formação Salto das Nuvens (Cretáceo), Grupo Bauru Indiviso (Cretáceo), Formação Pantanal (Quaternário) e Depósito aluvionar (Quaternário).

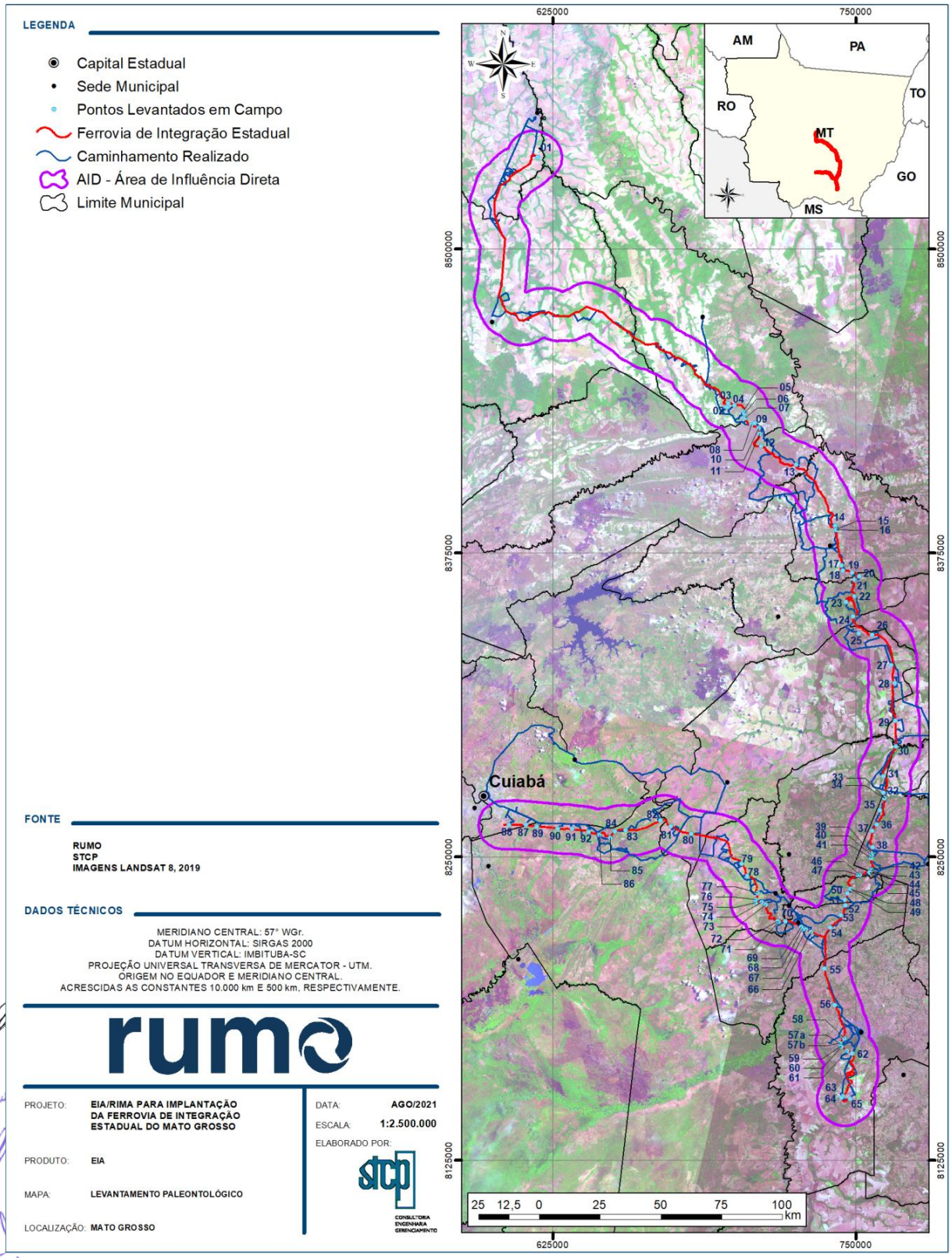
Seguindo o traçado da obra no sentido norte-sul, entre os pontos 01 e 02 foi observada a predominância de extensas coberturas de solo em terreno plano, que praticamente recobrem as rochas em todo o trecho, com baixo potencial para a preservação fossilífera. Trata-se de perfis de solo, mais ou menos evoluídos (dependendo da profundidade do solo em cada local), derivados dos arenitos da Formação Salto das Nuvens. Estes solos aparecem em áreas de relevo plano a levemente ondulado, caracterizados por latossolos arenosos (Figura 6.1.243). O material possui coloração avermelhada (oxidada) ou esbranquiçada quando próximo de drenagens, com contribuição de matéria orgânica.

Figura 6.1.243. Aspecto plano do relevo na área de ocorrência da Formação Salto das Nuvens, que produz solos arenosos profundos.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.244. Mapa de pontos de localização de locais de interesse e trajetórias percorridas durante a fase de campo



Fonte: STCP Engenharia de Projetos LTDA (2021).

Na área compreendida entre os pontos 02 e 14 ocorrem afloramentos bem preservados da Formação Diamantino, de idade neoproterozóica. Arenitos maciços ou com laminação incipiente, finos rosados ou avermelhados, oxidados com acamamento incipiente ou nítido, por vezes intercalação com siltitos nodulares e laminados (Figura 6.1.245). As camadas são rítmicas com horizontes areníticos com estratificações cruzadas, níveis pelíticos e a possível presença de estruturas heterolíticas ou mesmo clastos pelíticos retrabalhados por tempestade. Há também a ocorrência de conglomerados, localmente. Apresenta sistema de fraturas com duas direções.

Figura 6.1.245. Imagem de morro da Formação Diamantino, com camadas sub-horizontais de arenitos e siltitos. Ponto 13.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

A Formação Raizama e a Unidade Cuiabá (Subunidade 7), também de idade neoproterozóica, ocorrem entre os pontos 14 e 24. Estas unidades são caracterizadas pela presença de rochas metamórficas com maior grau de deformação, incluindo, para a Formação Raizama, filitos intemperizados e dobrados, quartzitos maciços aflorando na forma de grandes blocos que marcam a borda de zona metamórfica, sendo o material que sustenta os altos morros da região.

A Unidade Cuiabá (Subunidade 7) aparece localmente com ardósias rosáceas típicas, metaritmitos dobrados, com vergência leste-oeste, granada-clorita-muscovita-xisto verticalizado com porfiroblastos rotacionados, todos com graus variáveis de metamorfismo, mas predominantemente de alto grau. Todas essas rochas são cortadas por veios de quartzo centimétricos (Figura 6.1.246).

Um extenso platô domina a paisagem entre os pontos 24 e 34. Trata-se da área de ocorrência do Grupo Bauru Indiviso, de idade cretácea (Figura 6.1.247). Nesta região os afloramentos são inexistentes e o perfil de solo é profundo, com exceção do intervalo entre os pontos 30 e 34, onde alguns afloramentos de arenitos estão presentes. Esses são blocos de arenito médio, coeso, mal selecionado, com cimentação indeterminada.

Figura 6.1.246. Granada-clorita-muscovita-xisto verticalizado com porfiroblastos rotacionados. Ponto 20, rochas pertencentes à Unidade Cuiabá (Subunidade 7).



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

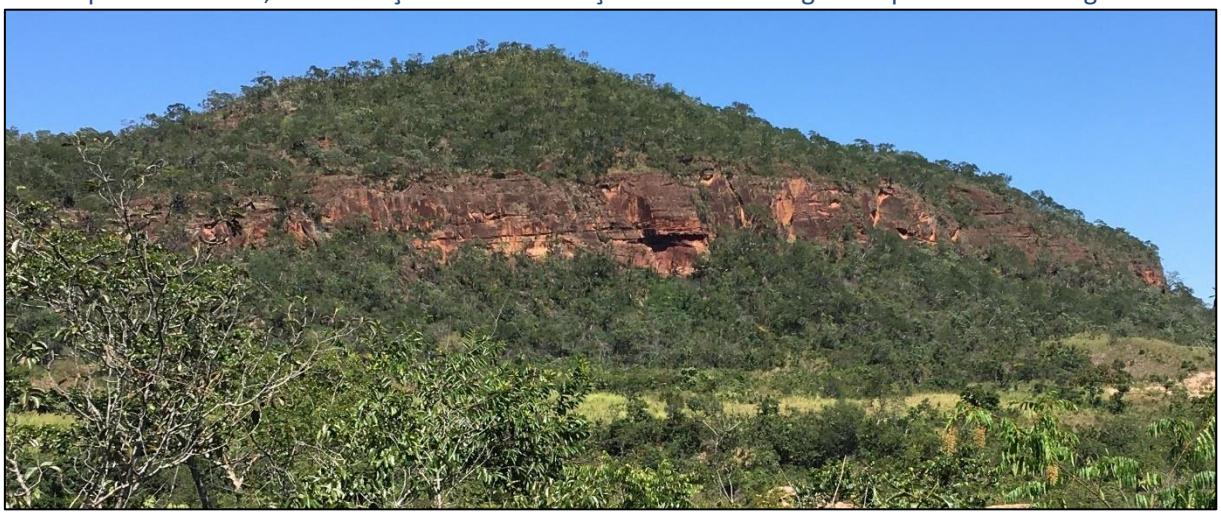
Figura 6.1.247. Aspecto do relevo de platô no intervalo entre os pontos 24 e 34, área de ocorrência do Grupo Bauru Indiviso. Ponto 28.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

A Formação Botucatu domina a paisagem entre os pontos 35 e 44, surgindo como grandes morros com dezenas de metros de espessura de arenitos fino a médio, rosa e avermelhado, coeso e silicificado, por vezes aflora como lajedo, com arenito intemperizado (Figura 6.1.248). Sempre possui grãos arredondados bem selecionados, estratificação cruzada de grande porte e baixo ângulo. Às vezes há possível cimentação de óxidos e porções de grãos mais grossos devido a prováveis colapsos nos declives da duna.

Figura 6.1.248. Exposições de arenitos da Formação Botucatu em morros na região entre os pontos 35 e 44, com exibição de estratificações cruzadas de grande porte e baixo ângulo.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).
Obs.: Imagem tomada a partir do ponto 43.

Entre os pontos 44 e 52 foram observadas exposições rochosas das formações Aquidauana e Palermo, de idade carbonífera e permiana, respectivamente. A Formação Aquidauana aparece localmente com arenitos finos a médios, maciços e de coloração branca, às vezes siltosos, com lentes de arenito mal selecionado intercalados com ruditos e conglomerados de clastos angulosos. A Formação Palermo possui pacotes pelíticos laminados, são rosáceos e micáceos, além de arenitos brancos a bege, maciços e com grãos angulosos (Figura 6.1.249).

Figura 6.1.249. Arenitos da Formação Aquidauana no Ponto 47.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

A área com maior potencial fossilífero inserida no traçado da Ferrovia de Integração Estadual se encontra na região de afloramento das formações Furnas e Ponta Grossa, ambas de idade devoniana.

A Formação Ponta Grossa foi identificada entre os pontos 53 e 56 e entre os pontos 66 e 69, se concentrando na região do entroncamento da ferrovia, na área territorial do Município de Juscimeira e extremidade norte do Município de Rondonópolis. O relevo nas áreas de ocorrência desta unidade é ondulado. As rochas foram identificadas como arenito fino, laminado e micáceo, arenitos finos a médios avermelhados, pelitos, conglomerados de matriz fina e arenitos médios com estratificação cruzada acanalada (Figura 6.1.250 e Figura 6.1.251).

Figura 6.1.250. Aspecto de morro com afloramentos da Formação Ponta Grossa, ponto 53.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.251. Talude em canteiro central (entre os dois lados da rodovia BR-364 duplicada), na pista sentido Cuiabá. Exposição de conglomerados de matriz fina e arenitos médios com estratificação cruzada acanalada da Formação Ponta Grossa.

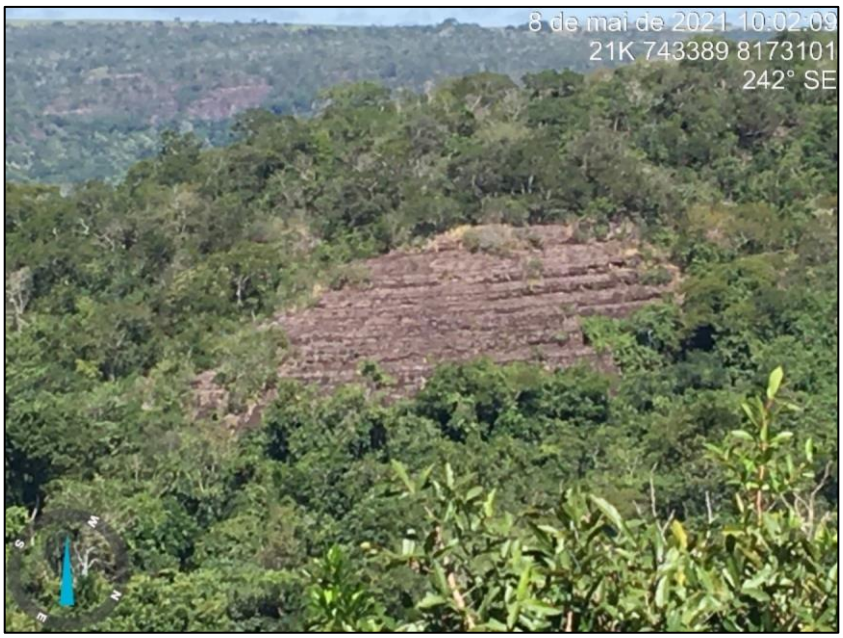


Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

A Formação Furnas aflora nos arredores dos pontos 57 (a e b) a 65 e entre os pontos 70 a 80. As rochas parecem mais coesas do que as da Formação Ponta Grossa, e são compostas por camadas de arenítos brancos, beges e amarelo-avermelhados, finos a grossos, por vezes micáceos, moderadamente selecionados, com grãos angulosos, maciços, com estratificações cruzadas (às vezes de baixo ângulo) ou laminados (regime de fluxo superior), por vezes com laminações truncadas e lenticulares, com níveis oxidados, dispostos em camadas decimétricas, coesos a friáveis. Podem conter clastos de argila, com algumas camadas de conglomerados. Quando aparecem alterados, produzem pedolitos espessos (5 metros), oxidados. Sua melhor exposição ocorre nas margens do Rio Vermelho (pontos 57 e 60), nas proximidades de Rondonópolis, onde quebras de relevo expõem dezenas de metros de espessura da unidade sedimentar (Figura 6.1.252, Figura 6.1.253 e Figura 6.1.254).

Entre os pontos 81 a 86 e os pontos 91 e 92 são afloramentos da Unidade Cuiabá (Subunidade Indivisa). Esta subunidade é caracterizada por quartzito maciço, cinza-claro ou rosáceo, cortado por veios de quartzo e níveis de conglomerado fino, além de metassedimentares laminadas argilosas e siltosas, às vezes com clivagem ardosiana. Nos locais de afloramento deste trecho do eixo encontra-se as maiores declividades e acidentes topográficos do projeto, na Serra de São Vicente (Figura 6.1.255). Mais próximo a Cuiabá há algumas exposições dessa unidade em áreas planas, nos pontos 90 a 92.

Figura 6.1.252. Exposições de camadas de arenito da Formação Furnas nas proximidades do ponto 57.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.253. Exposições de arenitos da Formação Furnas no ponto 60.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.254. Estratificações cruzadas em camadas decimétricas de arenitos da Formação Furnas, ponto 57a.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.255. Exposições de rochas neoproterozóicas da Unidade Cuiabá (Subunidade Indivisa) na Serra de São Vicente, ponto 85.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

A Formação Pantanal ocorre nos arredores de Cuiabá, sendo identificada nos pontos 87 a 89. Localmente aparecem como siltitos de cor creme, fossilíferos, sobrepostos por ruditos, depositados em ambiente fluvial/lagunar e planícies de inundação, em áreas muito planas (Figura 6.1.256 a Figura 6.1.258).

Figura 6.1.256. Siltitos de cor creme, da Formação Pantanal, aflorantes no ponto 87.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.257. Contato entre os siltitos de cor creme sobrepostos por camada de rudito , da Formação Pantanal, aflorantes no ponto 87.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.258. Detalhe do rudito, da Formação Pantanal, aflorante no ponto 87.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Assemblagem fossilífera no eixo projetado

Em vários pontos foi observado maior potencial paleontológico e, em 20 deles, foram constatadas ocorrências fossilíferas (Tabela 6.1.63). Nos casos em que os vestígios encontrados não estavam nítidos a ponto de permitirem a identificação inquestionável de fósseis, estes materiais foram reportados a fim de que sejam verificados futuramente. São estes os possíveis fósseis assinalados aos

pontos 33, 35, 62 e 73 (Figura 6.1.259 a 0). Os elementos fósseis dos pontos 33, 49 e 62 não puderam ser fotografados por serem diminutos.

Tabela 6.1.63. Lista de pontos em que fósseis foram identificados – Pontos em negrito foram objeto de coleta e envio de material para a Instituição de Salvaguarda.

PONTO	LITOLOGIA	FÓSSEIS
33	Saprolito (areia fina a média, oxidada, com possíveis concreções de gipsita). Provável presença de icnofóssil. Grupo Bauru.	Possíveis icnofósseis (tubos)
35	Saprolito semelhante ao ponto anterior com seixos dispersos e possível perfuração de invertebrados. Formação Botucatu.	Possíveis icnofósseis (tubos)
39	Arenito fino organizado em pacotes com estratificação cruzada de grande porte e baixo ângulo. Fragmento ósseo não identificado foi encontrado. Formação Botucatu.	Fragmento ósseo não identificado
42	Pacote de 12 metros de arenitos avermelhados friáveis, com estratificações cruzadas de grande porte e ângulo baixo. Porções de grãos mais grossos devido a prováveis colapsos nos declives da duna. Há a presença de icnofósseis de invertebrados, de espessuras variáveis, nas superfícies de acamamento. (024/10). Formação Botucatu.	Icnofósseis
49	Afloramento em flanco de morro testemunho consistindo em arenitos brancos a bege, maciços e com grãos angulosos. Ocorrência de pequeno ostracoda. Formação Palermo.	Ostracodes
53	Morro de 15 metros de altura com arenito fino, laminado e micáceo, transicionando para pelitos mais acima. Os horizontes mais finos apresentam abundância de icnofósseis na forma de tubos verticais, por vezes com mudanças de direção. Formação Ponta Grossa.	Bioturbações perpendiculares ao plano acamamento
54	Arenitos siltosos finos, com icnofósseis, sobrepostos por sedimentos conglomeráticos. Formação Ponta Grossa.	Bioturbações perpendiculares ao plano acamamento
55	Corte de estrada com conglomerados de matriz fina e arenitos médios com estratificação cruzada acanalada. Presença de bioturbação nas camadas superiors e estrutura sedimentar dômica que aparenta ser um estromatólito siliciclástico no arenito inferior. Formação Ponta Grossa.	Bioturbações e estromatolito siliciclástico
57	Na base (57a) há pacotes areníticos maciços, amarelo-avermelhados, com níveis oxidados, dispostos em camadas decimétricas da Formação Furnas. Acima na estratigrafia (57b), há camadas de granulometria mais fina, sendo siltitos com laminações truncadas da Formação Ponta Grossa, fossilíferos (icnofósseis de morfologia similar aos pontos anteriores, além de perfurações cônicas).	Bioturbações perpendiculares ao plano acamamento
62	Arenito médio, branco, moderadamente selecionado, com grãos angulosos e estratificações cruzadas. Possíveis fragmentos de bioclastos observáveis em lupa, nos níveis mais finos. Formação Furnas.	Possíveis bioclastos
66	**Arenitos finos a médios, avermelhados, com a presença de braquiópodes diversos. Formação Ponta Grossa.**	**Moldes e contramoldes de braquiópodes.**
67	**Arenitos finos a médios, avermelhados, aflorando em planta (estrada) com a ocorrência de icnofósseis, braquiópodes e pluricolunal de crinóide. Formação Ponta Grossa.**	**Icnofósseis, braquiópodes e pluricolunal de crinóide.**
68	**Corte de estrada, com exposição de pacote espesso de intercalação de arenitos finos e pelitos. Nos horizontes pelíticos há predominância de icnofósseis verticais, enquanto em zonas arenosas finas foram encontrados braquiópodes diversos. Nível de argilito verde serve para correlação estratigráfica com próximo ponto. Formação Ponta Grossa.**	**Icnofósseis, braquiópodes e Incertae sedis.**

PONTO	LITOLOGIA	FÓSSEIS
69	**Continuação do corte de estrada anterior com exposição de pacote espesso de intercalação de arenitos finos e pelitos. Nível de arenito esverdeado com bioclastos diversos e possível preservação do tipo compressão carbonosa, incluindo: braquiópodes, crinóides, gastrópodes, trilobitas e espículas indeterminadas. Formação Ponta Grossa.**	**Braquiópodes, crinóides, gastropodes, trilobitas e espículas indeterminadas.**
70	Pacotes de arenitos finos a médios, laminados, com a presença de icnofósseis no formato de tubo, por vezes bifurcados e concordantes com a plano de acamamento. Formação Furnas.	Bioturbações verticais e concordantes.
73	Estrada rural onde afloram arenitos finos, laminados e muito micáceos. Possível bioturbação. Formação Furnas.	Possíveis bioturbações (tubos)
74	Pelitos rosáceos micáceos com laminações truncadas e lenticulares. Icnofósseis na forma de tubo verticais. Formação Furnas.	Bioturbações verticais.
75	Sequência em morro de arenitos finos e médios, com estratificações cruzadas e horizontes de níveis maciços de 50 cm. Fotos de icnofósseis. Formação Furnas.	Bioturbações verticais
87	**Camada de 20 centímetros de siltitos de cor creme e fossilíferos (bioturbações e dente de peixe), sobrepostos por ruditos. Formação Pantanal**	**Bioturbações e dente de peixe.**
91	**Metaargilito laminado e verticalizado (320/85). Presença de pequenos tubos e estruturas esféricas que podem ser icnofósseis. Unidade Cuiabá (Subunidade Indivisa).**	**Possíveis icnofósseis**

Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.259. Possível fragmento de icnofóssil, oxidado, encontrado no ponto 35, Formação Botucatu.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.260. Possível fragmento de icnofóssil, oxidado, encontrado no ponto 35, Formação Botucatu.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.261. Exemplo de possível tubo de icnofóssil, ponto 73, Formação Furnas.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Nos dezesseis pontos restantes, fósseis característicos das formações geológicas foram identificados. No ponto 39 foi encontrado um fragmento ósseo, pequeno (com cerca de 1 milímetro), que pode ser parte de animal vertebrado ou invertebrado (Figura 6.1.262).

Figura 6.1.262. Fragmento ósseo não identificado (ponto branco no centro da imagem), na Formação Botucatu, Ponto 39.



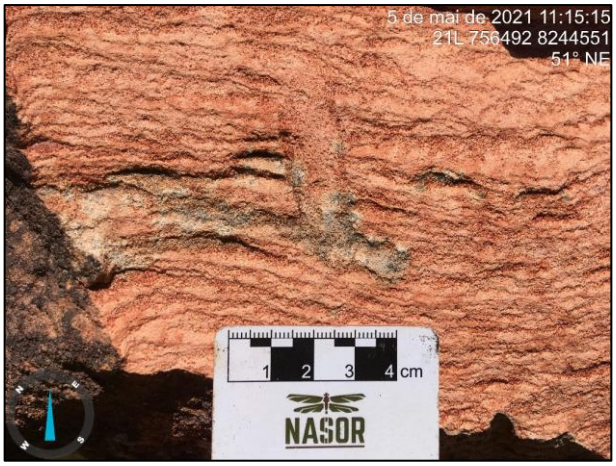
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

A Formação Botucatu está bem representada no ponto 42, onde as estratificações cruzadas de grande porte, baixo ângulo e as faces de paleodunas são bastante nítidas. Neste local foram encontradas bioturbações de animais escavadores, não identificados (Figura 6.1.263 a Figura

6.1.265). Estas bioturbações são tubos sinuosos subverticais preenchidos por areia do próprio sedimento, visíveis apenas pelo seccionamento da estratificação original da rocha.

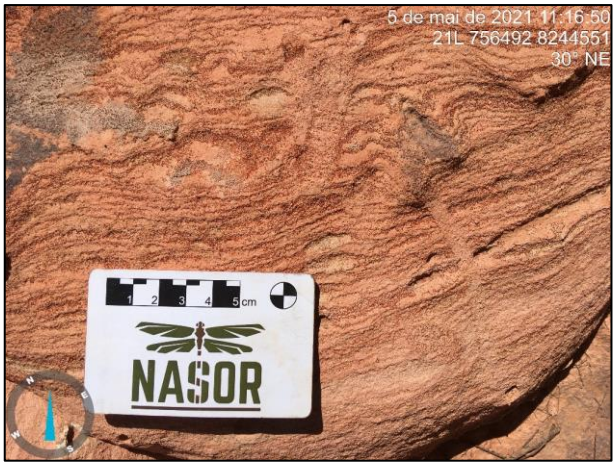
Tubos de icnofósseis também são abundantes nos pontos 53 e 54, onde afloram rochas da Formação Ponta Grossa. Trata-se de tubos alongados de seção circular, verticais, que seccionam o acamamento truncado dos arenitos finos e pelitos. Em planta, as bioturbações aparecem como pequenas formas circulares, porém, em cortes laterais, apresentam-se como discretas bioturbações na laminação da rocha, cujos tubos são compostos pelo mesmo sedimento da rocha e aparecem com pouco contraste (Figura 6.1.266 a Figura 6.1.271).

Figura 6.1.263. Icnofóssil seccionando estratificação de paleoduna, ponto 42, Formação Botucatu.



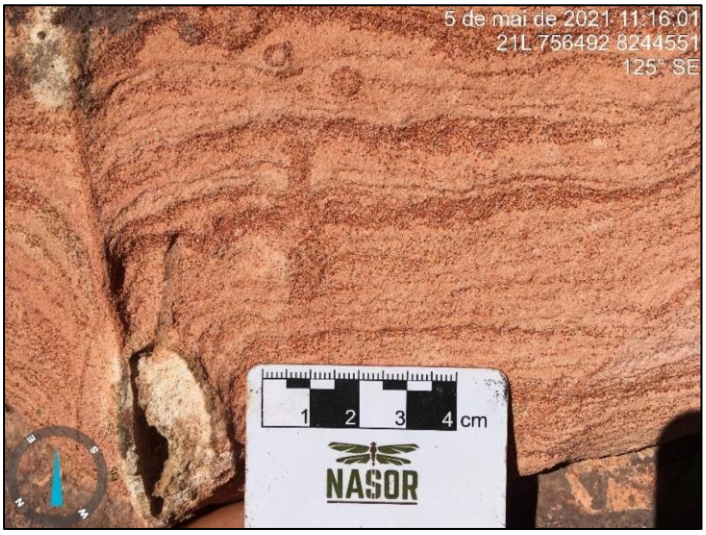
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.264. Icnofósseis seccionando estratificação de paleoduna, ponto 42, Formação Botucatu.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.265. Icnofósseis seccionando estratificação de paleoduna, ponto 42, Formação Botucatu.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.266. Icnofósseis discretamente seccionando estratificação truncada de arenitos finos e pelitos, ponto 53, Formação Ponta Grossa.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.267. Icnofóssil em visão oblíqua, seccionando estratificação de arenitos finos e pelitos, ponto 53, Formação Ponta Grossa.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.268. Icnofósseis discretamente seccionando estratificação de arenitos finos e pelitos, ponto 53, Formação Ponta Grossa.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.269. Aspecto em planta de icnofóssil, ponto 53, Formação Ponta Grossa.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

No ponto 55 ocorrem bioturbações intensas e um possível estromatólito siliciclástico. Os estromatólitos são estruturas laminadas de sedimentação formadas por cianobactérias em calcários. São conhecidos e foram estudados por todo o século XX, mas sua forma siliciclástica somente foi conhecida recentemente. O possível estromatólito siliciclástico ocorre no ponto 55 com a forma de dois domos arredondados, caracterizado por elevações locais da laminação do arenito, sem estratificações cruzadas internas, que não é visível ou se repete em outras porções da mesma

camada. Em camada acima, os arenitos possuem bioturbações intensas, intemperizadas (Figura 6.1.274 a Figura 6.1.273).

Figura 6.1.270. Icnofósseis tubulares também presentes no ponto 54, Formação Ponta Grossa.

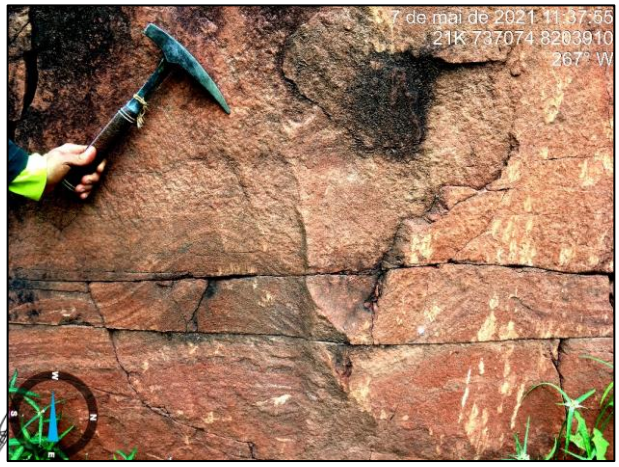


Figura 6.1.271. Icnofósseis tubulares também presentes no ponto 54, Formação Ponta Grossa.



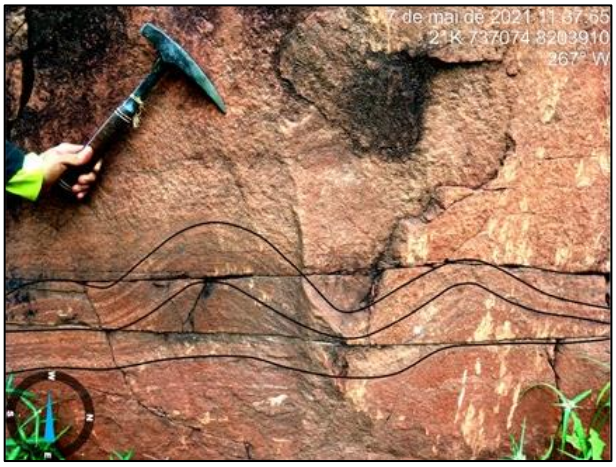
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.272. Aspecto do possível estromatólito siliciclástico, ponto 55, Formação Ponta Grossa.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021)

Figura 6.1.273. Desenho ressaltando laminação do possível estromatólito siliciclástico, ponto 55, Formação Ponta Grossa.

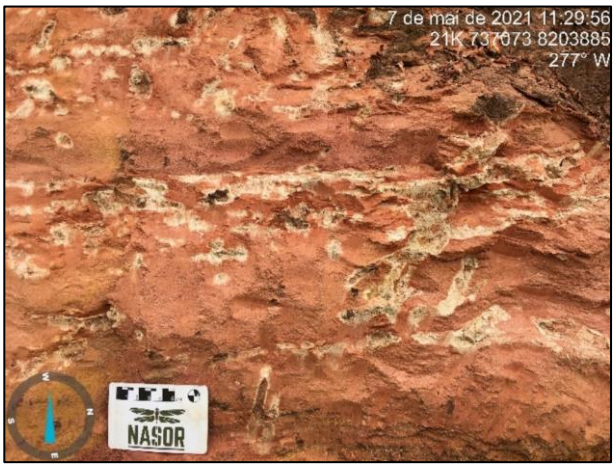


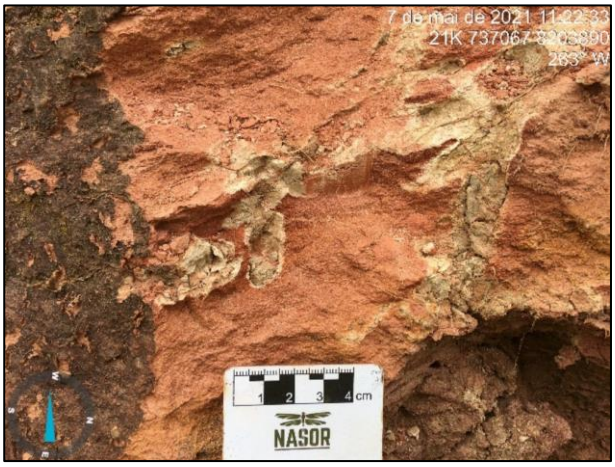
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.274. Bioturbação intensa em camada de arenito, ponto 55, Formação Ponta Grossa.



Figura 6.1.275. Bioturbação intensa em camada de arenito, ponto 55, Formação Ponta Grossa.





Bioturbação intensa em camada de arenito, ponto 55, Formação Ponta Grossa.
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).



Paleontólogo aponta localização do possível estromatólito siliciclástico, ponto 55, Formação Ponta Grossa.
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Icnofósseis tubulares alongados e verticais também ocorrem no ponto 57b. No local há camadas siltitos com laminações truncadas da Formação Ponta Grossa, fossilíferos, apresentando icnofósseis de morfologia similar aos pontos anteriores, além de perfurações cônicas, estas últimas são possivelmente escavações de repouso (Figura 6.1.276 a Figura 6.1.286).

No ponto 66 ocorrem arenitos finos a médios da Formação Ponta Grossa, avermelhados, com a presença abundante de braquiópodes diversos. Neste local, a rocha e os fósseis de invertebrados estavam em processo de intemperismo e erosão, portanto, procedeu-se a descrição da Coluna Estratigráfica 1 e a coleta preventiva dos fósseis para que não se percam nos eventos de erosão. O local apresenta pelo menos dois tipos de braquiópodes, que estão oxidados, preservados na forma de moldes externos e contramoldes.

Figura 6.1.276. Icnofósseis tubulares verticais, alongados, vista em planta, ponto 57b, Formação Ponta Grossa.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.277. Icnofóssil cônico em siltitos, ponto 57b, Formação Ponta Grossa.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.278. Icnofóssil cônico em siltitos, ponto 57b, Formação Ponta Grossa.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.279. Fósseis de braquiópodes, ponto 66, Formação Ponta Grossa.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.280. Fóssil de braquiópode, ponto 66, Formação Ponta Grossa.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.281. Fóssil de braquiópode, ponto 66, Formação Ponta Grossa.



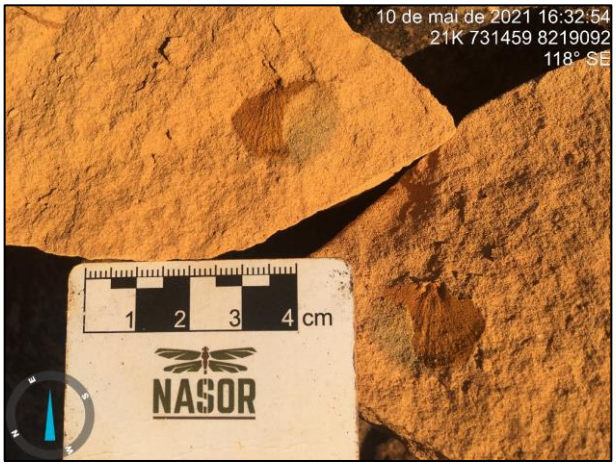
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.282. Fóssil de braquiópode, ponto 66, Formação Ponta Grossa.



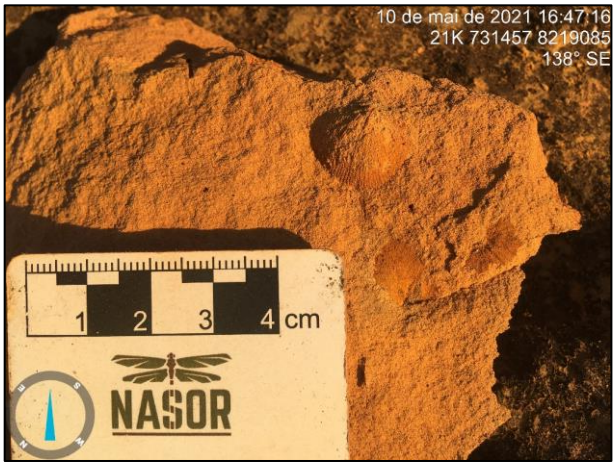
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.283. Fósseis de braquiópodes, ponto 66, Formação Ponta Grossa.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.284. Fósseis de braquiópodes, ponto 66, Formação Ponta Grossa.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.285. Fósseis de braquiópodes, ponto 66, Formação Ponta Grossa.



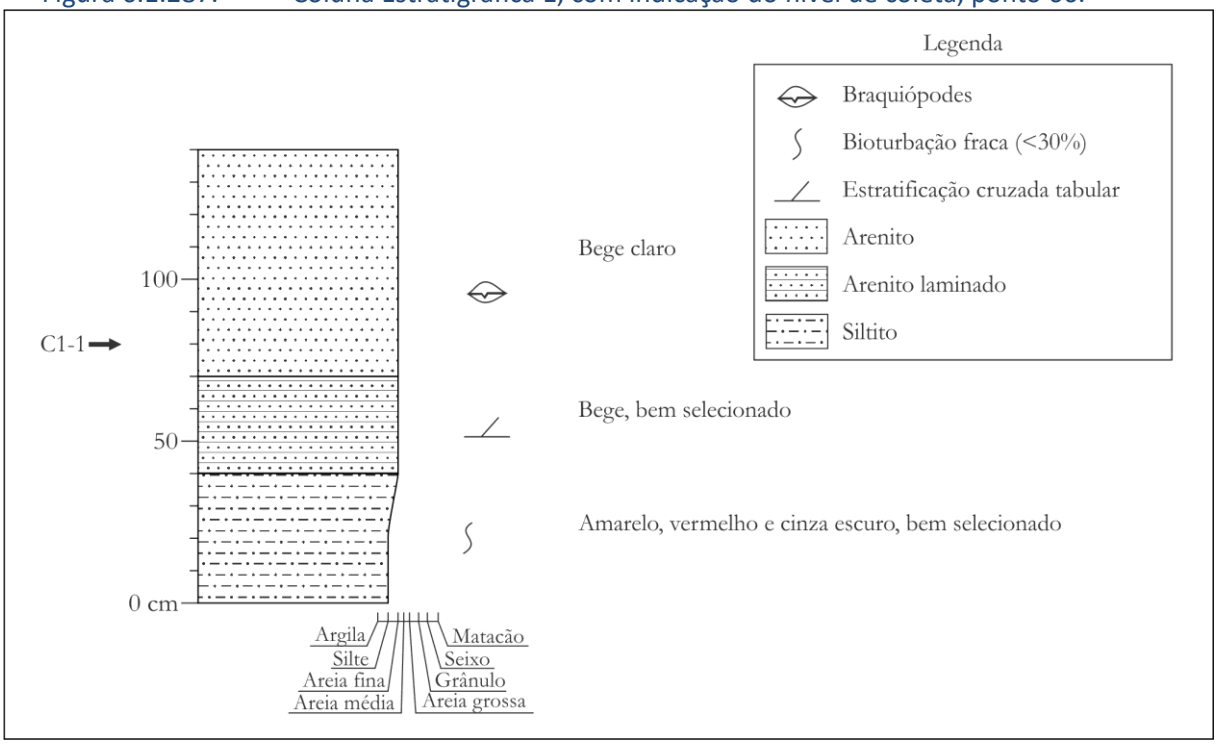
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.286. Fósseis de braquiópodes, ponto 66, Formação Ponta Grossa.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.287. Coluna Estratigráfica 1, com indicação do nível de coleta, ponto 66.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Em estrada rural, no ponto 67, afloram arenitos finos a médios, avermelhados, com a ocorrência de icnofósseis tubulares, braquiópodes similares aos do ponto 66 e um pluricolunal de crinóide, todos da Formação Ponta Grossa (Figura 6.1.288 a Figura 6.1.290, e Figura 6.1.291). Assim como no ponto anterior, estes fósseis estavam sob risco iminente de destruição e, por este motivo, se executou descrição da Coluna Estratigráfica 2 e a coleta do material para encaminhamento à Instituição de Salvaguarda.

Figura 6.1.288. Fragmento de fóssil de braquiópode, ponto 67, Formação Ponta Grossa.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.289. Icnofóssil tubular vertical, ponto 67, Formação Ponta Grossa.



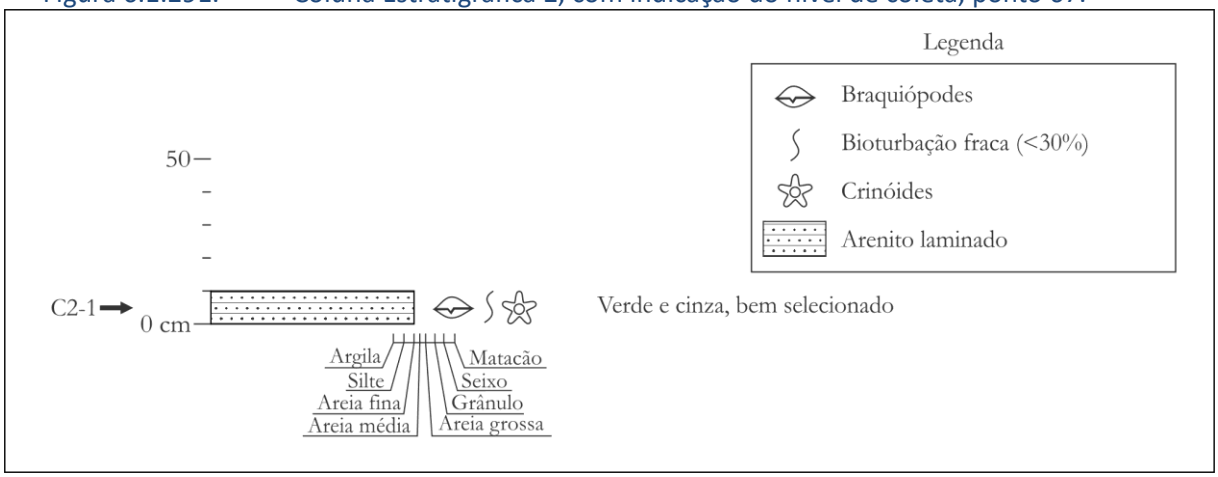
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.290. Pluricolunal de crinóide, ponto 67, Formação Ponta Grossa. Escala em centímetros.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.291. Coluna Estratigráfica 2, com indicação do nível de coleta, ponto 67.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

O ponto 68 está localizado em corte na rodovia BR-364, que expõe conjunto sedimentar de intercalação de arenitos finos e pelitos da Formação Ponta Grossa, onde há predominância de icnofósseis verticais (nos níveis pelíticos), enquanto em zonas arenosas finas foram encontrados braquiópodes diversos e um *Incertae sedis*. Entre os icnofósseis ocorrem estruturas cônicas de tamanho maior (três centímetros na porção mais larga e cinco centímetros de altura), com parede bem definida e interior oco. A erosão atuante na encosta representa risco aos fósseis, expostos às intempéries, e mais uma vez houve a descrição de elaborar a coluna estratigráfica e a coleta do material se fez necessária (Figura 6.1.292 a Figura 6.1.303).

Figura 6.1.292. Bioturbação intensa em alguns níveis, ponto 68, Formação Ponta Grossa.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.293. Tubo de icnofóssil vertical, ponto 68, Formação Ponta Grossa.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.294. Tubo de icnofóssil paralelo ao acamamento, ponto 68, Formação Ponta Grossa.



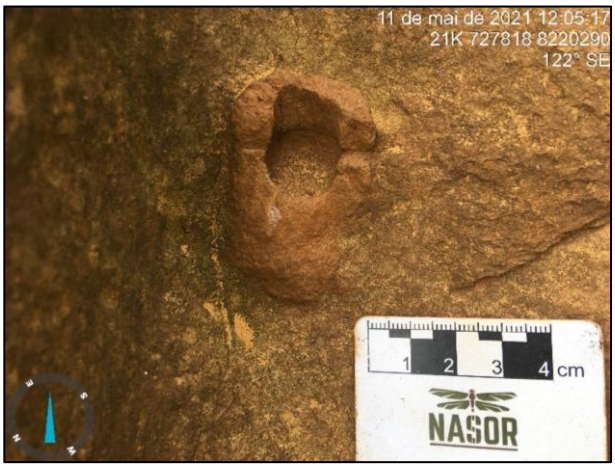
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.295. Tubo de icnofóssil paralelo ao acamamento, ponto 68, Formação Ponta Grossa.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.296. Icnofóssil cônico de grandes dimensões, ponto 68, Formação Ponta Grossa.



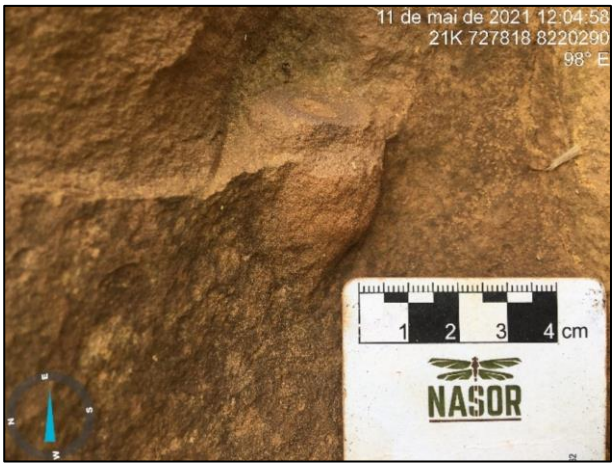
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.297. Icnofóssil cônico de grandes dimensões, ponto 68, Formação Ponta Grossa.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.298. Icnofóssil cônico de grandes dimensões, ponto 68, Formação Ponta Grossa.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.299. Icnofóssil cônico de grandes dimensões, ponto 68, Formação Ponta Grossa.



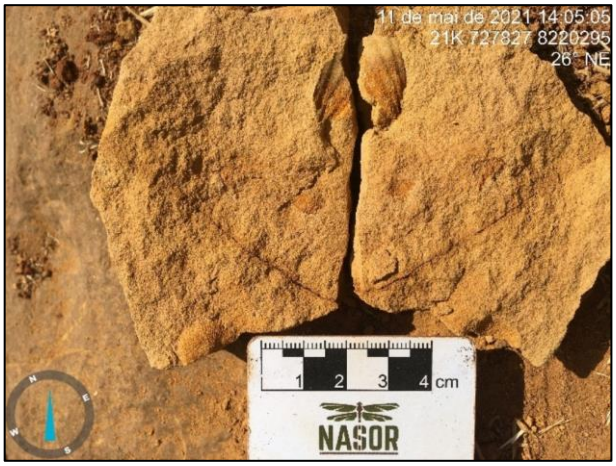
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.300. *Incertae sedis* impresso em rocha, ponto 68, Formação Ponta Grossa.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.301. Braquiópodes diversos em níveis arenosos, ponto 68, Formação Ponta Grossa.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.302. Braquiópodes diversos em níveis arenosos, ponto 68, Formação Ponta Grossa.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

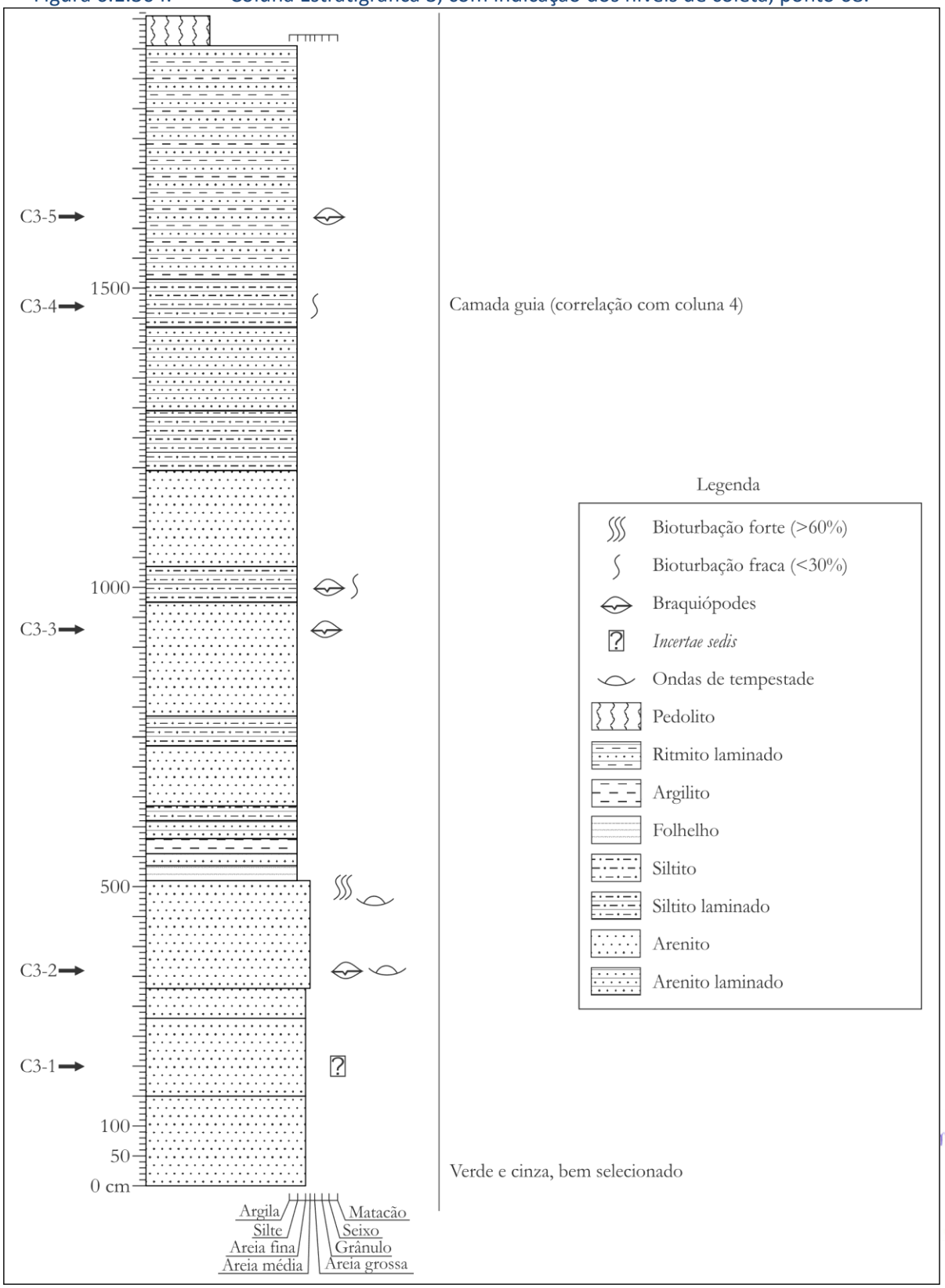
Figura 6.1.303. Braquiópode oxidado em nível arenoso, ponto 68, Formação Ponta Grossa.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

A continuidade lateral das rochas do ponto 68 é diretamente observada no ponto 69 (Figura 6.1.304). O mesmo conjunto de arenitos finos e pelitos é exposto no corte de rodovia, que contém níveis abundantes com bioclastos diversos e preservação do tipo compressão carbonosa, incluindo: braquiópodes, crinóides, gastrópodes, trilobitas e espículas indeterminadas, tudo pertencente à Formação Ponta Grossa (Figura 6.1.305 a Figura 6.1.311). O risco de perda de fósseis neste ponto também foi determinante para que coletas ocorressem no local.

Figura 6.1.304. Coluna Estratigráfica 3, com indicação dos níveis de coleta, ponto 68.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.305. Molde externo de pigídio de trilobita, ponto 69, Formação Ponta Grossa. Escala em centímetros.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.306. Paleontólogo aponta nível rico em bioclastos, canteiro central da rodovia BR-364 (sentido Cuiabá), ponto 69, Formação Ponta Grossa.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.307. Fragmentos de invertebrados marinhos diversos, ponto 69, Formação Ponta Grossa.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.308. Fragmentos de invertebrados marinhos diversos, ponto 69, Formação Ponta Grossa.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.309. Fragmentos de invertebrados marinhos diversos, ponto 69, Formação Ponta Grossa.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.310. Fragmentos de invertebrados marinhos diversos, ponto 69, Formação Ponta Grossa.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

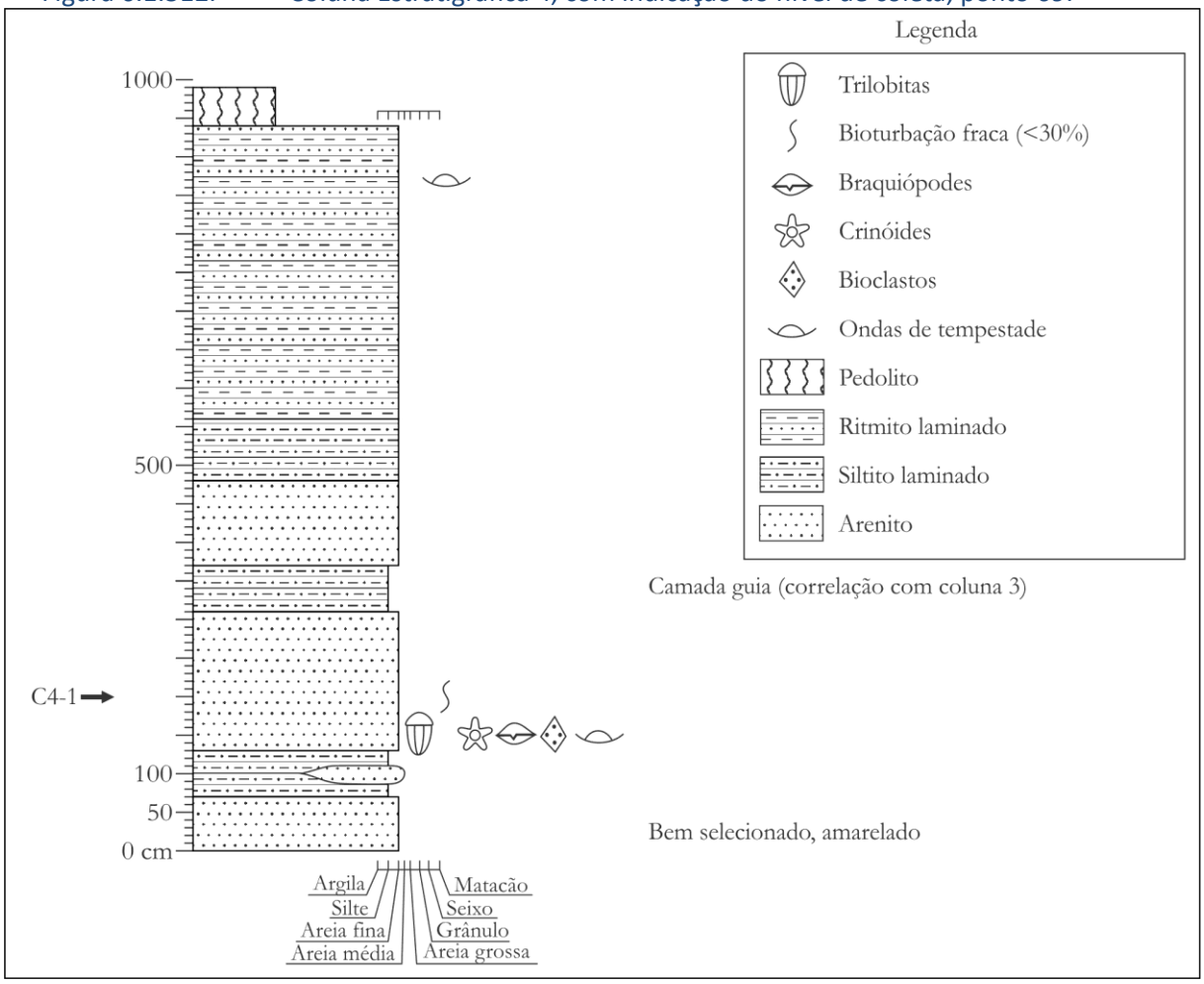
Figura 6.1.311. Fragmentos de invertebrados marinhos diversos, ponto 69, Formação Ponta Grossa.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021)

Icnofósseis no formato de tubo, alguns deles bifurcados e concordantes com a plano de acamamento, ocorrem nos arenitos finos a médios, laminados da Formação Furnas no ponto 70 (Figura 6.1.313 a Figura 6.1.317). Neste ponto a rocha apresenta-se com maior grau de intemperismo.

Figura 6.1.312. Coluna Estratigráfica 4, com indicação do nível de coleta, ponto 69.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.313. Icnofóssil tubular vertical, ponto 70, Formação Furnas.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.314. Icnofósseis diversos, ponto 70, Formação Furnas.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.315. Icnofósseis tubulares verticais, ponto 70, Formação Furnas.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.316. Icnofóssil concordante com o acamamento, ponto 70, Formação Furnas.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.317. Icnofóssil (rastro) no plano de acamamento, ponto 70, Formação Furnas.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Nos pontos 74 e 75 (Formação Furnas) foram encontrados icnofósseis na forma de tubo verticais, bastante similares aos dos pontos 53 e 54 (Formação Ponta Grossa). No ponto 74 eles aparecem nos pelitos rosáceos micáceos com laminações truncadas e lenticulares e no 75 estão presentes nos arenitos finos e médios, com estratificações cruzadas e horizontes de níveis maciços (Figura 6.1.318 a Figura 6.1.320).

Figura 6.1.318. Icnofósseis tubulares verticais, visão em planta (estruturas circulares), ponto 74, Formação Furnas.



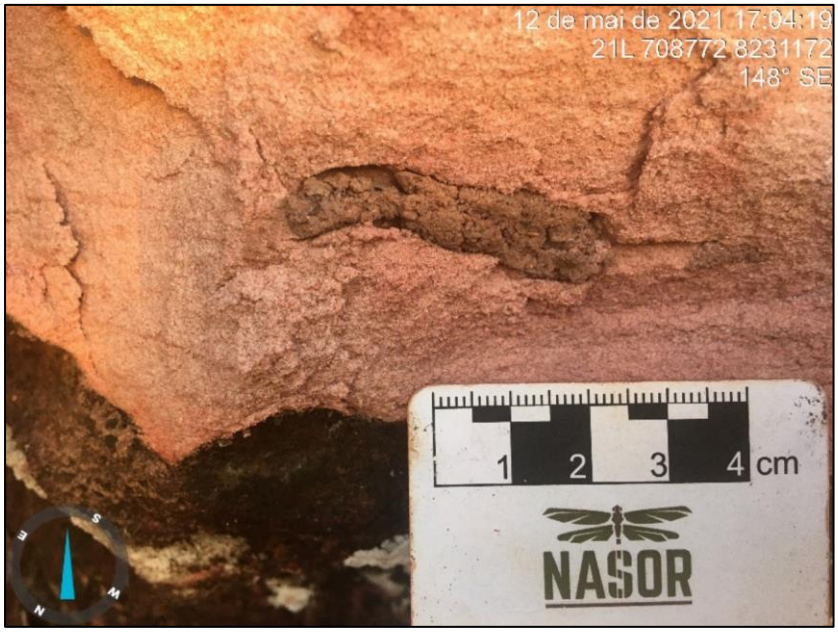
Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.319. Icnofósseis tubulares verticais, visão oblíqua, ponto 74, Formação Furnas.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.320. Icnofóssil preenchido com argila, ponto 75, Formação Furnas.

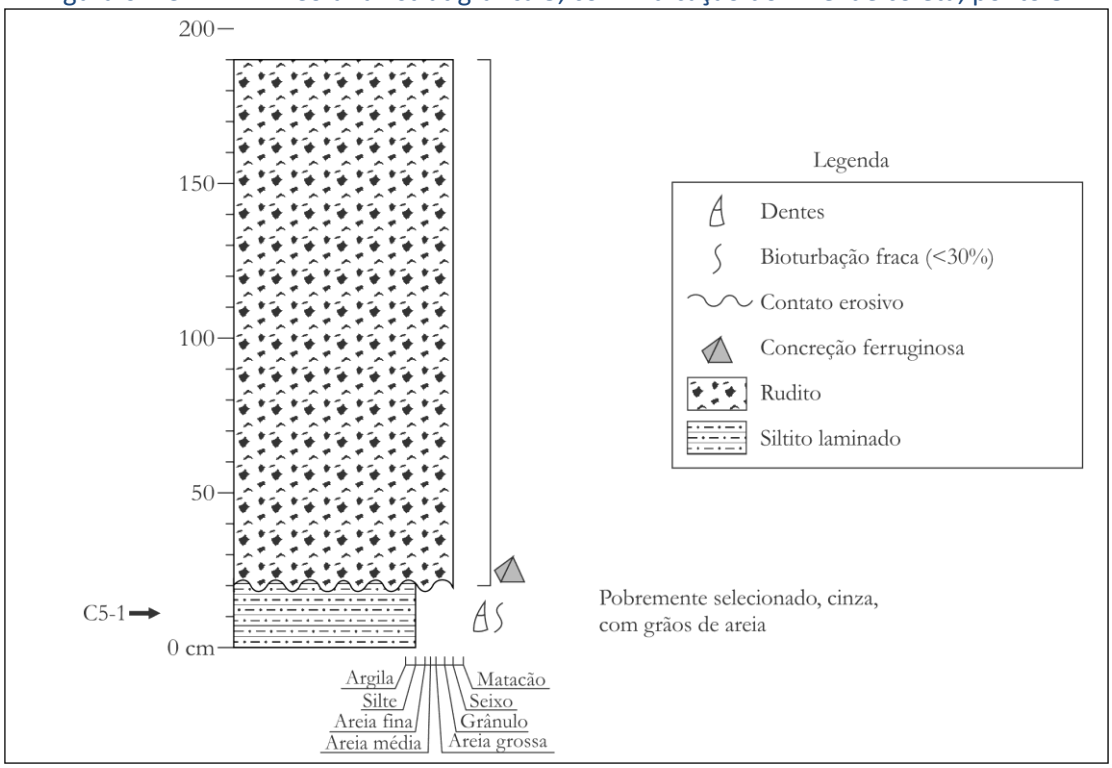


Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Apenas uma pequena porção da Formação Pantanal aflora no ponto 87. Mas a pequena camada de 20 centímetros de siltitos de cor creme mostrou-se fossilífera, com bioturbações e um exemplar diminuto de dente de peixe. Estes sedimentos possuem idade quaternária e são importantes para a coleta de fósseis relativamente mais recentes. A fim de preservar estes fósseis dos processos erosivos que ocorrem no local, foi elaborada a Coluna Estratigráfica 5 e procedeu-se a coleta (Figura 6.1.321).

No ponto 91, as rochas pertencem à Unidade Cuiabá (Subunidade Indivisa), de idade neoproterozóica, e no local foram encontradas e coletadas estruturas tubulares e esféricas similares a icnofósseis. Neste caso não foi possível elaborar coluna estratigráfica porque os níveis estavam verticalizados (sem indicação de topo e base) e o conjunto sedimentar era homogêneo e pouco espesso. Este registro fossilífero, se confirmado, possui importância ímpar para a Paleontologia, pois os seres escavadores são conhecidos por surgirem apenas no Período Cambriano (Figura 6.1.322).

Figura 6.1.321. Coluna Estratigráfica 5, com indicação do nível de coleta, ponto 87.



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Figura 6.1.322. Estruturas esféricas e tubulares presentes nos metaargilitos verticalizados no ponto 91, Unidade Cuiabá (Subunidade Indivisa).



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Os pontos em que coletas ocorreram, foram amostradas 40 peças que incluem braquiópodes, icnofósseis, crinóides, trilobita, gastrópode, bioclastos, dente de peixe e *Incertae sedis* (Tabela 6.1.64). Os fósseis foram destinados ao PALMA - Laboratório de Paleontologia e Palinologia de Mato Grosso, da Universidade Federal de Mato Grosso, localizado na cidade de Cuiabá, sob a supervisão da Professora Dra. Silane Ap. Ferreira da Silva Caminha.

Tabela 6.1.64. Número de amostras coletadas no ponto indicado, com caracterização biológica preliminar dos restos fósseis.

PONTO	AMOSTRAS PARA MICROFÓSSEIS	AMOSTRAS COM MACROFÓSSEIS	TOTAL DE AMOSTRAS	CONTEÚDO OBSERVADO
66	0	7	7	Braquiópodes
67	0	6	6	Braquiópodes, icnofósseis e crinóide
68	0	7	7	Braquiópodes, icnofósseis e Incertae sedis
69	0	16	16	Trilobita, gastrópode, crinóides e bioclastos
87	0	2	2	Icnofóssil e dente de peixe
91	0	2	2	Possíveis icnofósseis

Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

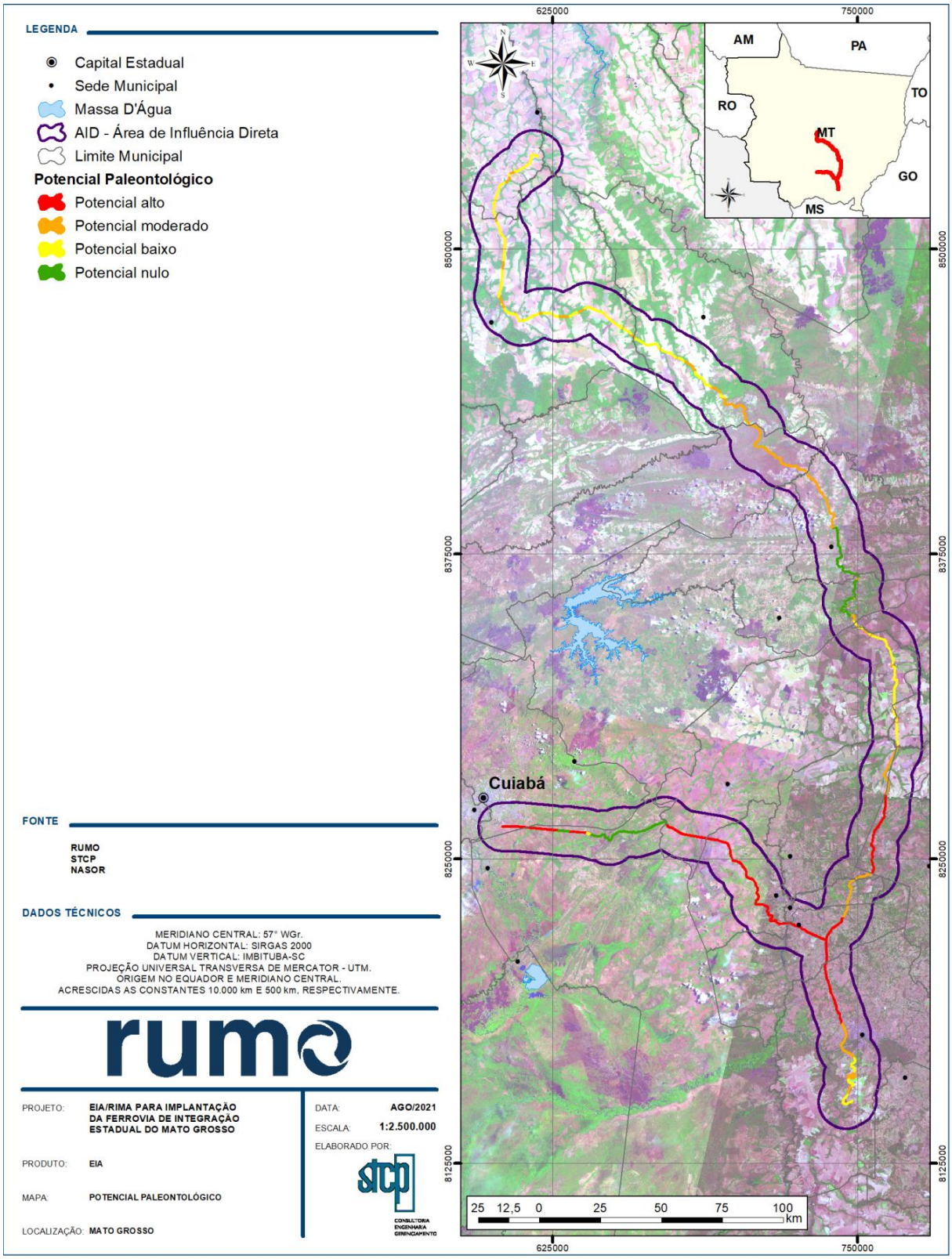
Potencial Paleontológico

A elaboração do Mapa de Potencialidade Paleontológica permite que se conheça o risco de dano ao patrimônio fóssil em termos espaciais, orientando as atividades subsequentes para evitar que ocorram. Os mapas de Potencial Paleontológico têm como função ilustrar as áreas do empreendimento mais susceptíveis ao aparecimento de fósseis, e, portanto, quais locais devem receber maior atenção do Programa de Salvamento Paleontológico durante as obras civis, que incluem também a construção de galpões, oficinas, britadores, escritórios, pátios, entre outros. No âmbito da Paleontologia, foi estabelecida uma faixa de 300 metros (para os dois lados) a partir do eixo de obras do traçado da ferrovia e de vias de acesso, e de faixa de perímetro de 300 metros em relação à área de construção de estruturas de apoio às obras de construção da ferrovia (Figura 6.1.323). Essa área abrange toda a ADA, inclusive seus trechos mais largos onde considerando cortes e aterros, bem como os principais acessos.

Sedimentos fluviais quaternários possuem potencial para conservação de fósseis recentes, portanto áreas com maior concentração destes sedimentos foram identificadas, nos mapas de Potencial Paleontológico, como zonas de potencial moderado. Mas faz-se a ressalva de que quaisquer sedimentos quaternários, mesmo que de volume pequeno, sejam avaliados durante a fase de Salvamento Paleontológico, mesmo que ocorram em zonas de potencial nulo, como é o caso, por exemplo, dos sedimentos observados no ponto 84.

Entre o ponto 01 e 02 o terreno é plano, sem afloramentos de rocha. Nesta área o potencial foi definido como baixo pela presença de perfis profundos de solo e terreno relativamente plano, o que diminui a necessidade de trabalhos de terraplenagem que exporiam a rocha fresca em profundidade. Caso os trabalhos da obra pontualmente exponham os níveis inferiores de rocha fresca, estes possuem alto potencial para a preservação de fósseis.

Figura 6.1.323. Mapa de Potencial Paleontológico



Fonte: STCP Engenharia de Projetos Ltda (2021).

Na área compreendida entre os pontos 02 e 14 ocorrem afloramentos bem preservados da Formação Diamantino, de idade neoproterozóica. Neste local o potencial fossilífero é moderado pois a rocha apresenta-se como material adequado para a conservação de fósseis, que aparentemente não são abundantes apenas devido à idade de deposição, pois rochas do Neoproterozóico são geralmente escassas em fósseis corporais.

Na região de ocorrência da Formação Raizama e a Unidade Cuiabá (Subunidade 7), entre os pontos 14 e 24, a presença de rochas metamórficas com maior grau de deformação é inadequada para a preservação de fósseis. Apesar de microfósseis já terem sido reportados em rochas metamórficas de alto grau, a probabilidade de seu aparecimento é remota e este local foi identificado como de nulo potencial paleontológico, a exceção das ocorrências pontuais de sedimentos quaternários.

Entre os pontos 24 e 34 há área de ocorrência do Grupo Bauru Indiviso, cujo potencial paleontológico é baixo devido à inexistência de afloramentos e presença de solo profundo, com exceção do intervalo entre os pontos 30 e 34, onde o potencial foi considerado alto devido à presença de alguns afloramentos de arenitos, onde foram encontrados possíveis icnofósseis, demonstrando que este pacote rochoso deve ser alvo de investigação durante os trabalhos de construção civil. O Grupo Bauru é conhecido pelo extenso conteúdo fossilífero, sendo bastante estudado nos estados de Minas Gerais e São Paulo, e seus afloramentos devem ser considerados locais abundantes em fósseis. Ainda dentro desta unidade, a área imediatamente a sudeste do ponto 24, até uma distância de seis quilômetros, deve ser acompanhada com atenção, pois trata-se de quebra de relevo que exigirá corte profundo de terraplenagem nas rochas do Grupo Bauru, situação que pode ser responsável pela exposição abundante de fósseis no local.

A Formação Botucatu apresentou icnofósseis de invertebrados, de espessuras variáveis, nas superfícies de acamamento. Estas rochas ocorrem entre os pontos 35 e 44 e, portanto, alto potencial paleontológico foi atribuído ao trecho.

O potencial paleontológico entre os pontos 44 e 52 foi considerado moderado, pois foram observadas exposições rochosas das formações Aquidauana e Palermo. Apesar da observação de um ostracode no ponto 49 e da rocha apresentar aspecto bastante favorável à conservação de fósseis no ponto 50, o restante dos pontos é classificado com grau moderado, pois possui rochas adequadas à preservação fossilífera, porém neste trabalho o conteúdo fóssil observado foi escasso.

Entre os pontos 53 e 56 e entre os pontos 66 e 69 encontra-se a área com maior potencial fossilífero no âmbito da Malha Norte, onde afloram rochas das formações Furnas e Ponta Grossa, ambas de idade devoniana. A Formação Ponta Grossa foi identificada entre os pontos 53 e 56 e entre os pontos 66 e 69, contendo abundantes fósseis de bioturbações variadas, possíveis estromatólitos siliciclásticos, moldes e contramoldes de braquiópodes, gastropodes, trilobitas, espículas indeterminadas, pluricolunais de crinóide e *Incertae sedis*. A Formação Furnas ocupa a área entre os pontos 57 e 65 e os pontos 70 a 81, preservando fósseis de bioturbações verticais e concordantes ao plano acamamento bem como possíveis bioclastos. O tipo litológico e a presença de fósseis permitem classificar toda área desta unidade como de alto potencial paleontológico. Ainda dentro da Formação Furnas, escavações de grande porte (terraplenagem) devem ocorrer nas áreas da margem do Rio Vermelho, entre os pontos 58 e 61, e estas atividades devem ser acompanhadas com atenção,

pois trata-se de quebra de relevo que exigirá corte profundo nas rochas da Formação Furnas, situação que pode ser responsável pela exposição abundante de fósseis no local.

A Unidade Cuiabá (Subunidade Indivisa) ocorre entre os pontos 81 a 86 e entre os pontos 90 a 92. Assim como classificado para a Subunidade 7, a presença de rochas metamórficas com maior grau de deformação da Subunidade Indivisa é inadequada para a preservação de fósseis, logo, suas áreas de ocorrência são consideradas de potencial paleontológico nulo. Porém, além da presença pontual de sedimentos aluviais quaternários (que devem ser investigados em toda a área desta unidade), a possibilidade da presença de icnofósseis no ponto 91 exige que pelo menos os arredores deste ponto sejam considerados de alto potencial até que mais material seja coletado no local e todo esta assemblagem seja adequadamente estudada.

Por fim, a Formação Pantanal ocorre nos pontos 87 a 89, nas proximidades da área urbana de Cuiabá, e icnofósseis restos de peixe foram identificados na mesma. Portanto, há potencial alto para identificação de fósseis nestes sedimentos quaternários durante a execução das obras da ferrovia no local e as intervenções devem ser acompanhadas de supervisão.

6.1.9.4 Considerações Finais

A bibliografia científica acerca do conteúdo fóssil regional, mencionada do presente relatório, traz informações relevantes para o conhecimento da assemblagem fóssil nas áreas de traçado da ferrovia. A área inclui rochas sedimentares e sedimentos inconsolidados. Das unidades potencialmente fossilíferas aflorantes no eixo de obras, destacam-se os as rochas das formações, Salto das Nuvens, Diamantino, Botucatu, Aquidauana, Palermo, Ponta Grossa, Furnas, Pantanal, o Grupo Bauru Indiviso, a Unidade Cuiabá (Subunidade Indivisa), além de sedimentos fluviais quaternários presentes nas drenagens.

Ao longo do percurso foram identificados e avaliados o total de 92 pontos de interesse paleontológico. Destes pontos, em vinte foi observado maior potencial paleontológico devido às ocorrências fossilíferas. São eles: 33, 35, 39, 42, 49, 53, 54, 55, 57, 62, 66, 67, 68, 69, 70, 73, 74, 75, 87 e 91. Dentre os grupos fósseis identificados, incluem-se braquiópodes, icnofósseis, crinóides, trilobita, gastrópode, dente de peixe, bioclastos e *Incertae sedis*. Muitos pontos não tiveram identificação de fósseis, porém pode tratar-se de unidades geológicas com baixo a moderado potencial para recuperação de fósseis, que foi distribuído segundo o mapa de Potencial Paleontológico.

Os fósseis foram preferencialmente deixados em seus locais, sem qualquer tipo de intervenção. Apenas nos pontos 66, 67, 68, 69, 87 e 91 os fósseis estavam sob o risco iminente de destruição, por erosão do material que conserva o fóssil, sua exposição ao sol e chuva. Estes foram coletados e encaminhados para a Instituição de Salvaguarda.

Após análise de unidades geológicas no eixo e seu conteúdo fossilífero, foi elaborado o mapa de Potencialidade Paleontológica, definindo as áreas de atenção para o Programa de Salvamento Paleontológico durante a execução das obras. Além dos pontos potenciais identificados, os cruzamentos da trajetória da obra com sedimentos recentes nas margens das drenagens também

foram considerados alvos de salvamento devido à possibilidade de preservação de fósseis quaternários, conforme descobertas prévias no Estado de Mato Grosso. Mesmo nos locais onde verificou-se a presença de solo espesso derivado de formação sedimentar fossilífera, há que se ter atenção para o possível aparecimento da rocha destas unidades em escavações de obras, uma vez que fósseis foram identificados nestas rochas durante a atividade de campo. É necessário o acompanhamento destas escavações e cautela para com o patrimônio fóssil exposto nas obras.

Recomendamos que a poligonal de execução do Salvamento Paleontológico seja a mesma faixa de 300 metros (a partir do eixo da ferrovia, para ambos os lados, totalizando seiscentos metros de largura). Esta mesma faixa de perímetro também deve ser aplicada às áreas de construção de estruturas de apoio às obras da ferrovia. Do ponto de vista paleontológico, ações de proteção ao patrimônio fossilífero nestes limites garantirão a prevenção de danos nos trabalhos de construção da ferrovia.

O resultado esperado foi este documento de caracterização e avaliação da situação atual do patrimônio paleontológico da área de estudo, segundo o órgão fiscalizador destas atividades, e todas as diretrizes e atividades a serem desempenhadas para resguardar e proteger este patrimônio.

Portanto, mediante as informações expostas, pode-se considerar-se que a Ferrovia de Integração Estadual, trecho de análise em tela, é um empreendimento viável em termos de locação e procedimentos apresentados, no que se refere à análise e dinâmica paleontológica, desde que observadas as precauções e medidas determinadas pelo Diagnóstico Paleontológico

