

CAPÍTULO 6.

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Este capítulo apresenta uma descrição e análise das principais características ambientais atuais da região abrangida pelo empreendimento da CBPM, cuja implantação de área de extração de minério de fosfato e de depósito de estéril, na poligonal do processo minerário ANM 803.314/2012, na Fazenda Pimenteiras, localizada no município de Caracol, no estado do Piauí, permitirá a continuidade do abastecimento de usinas de beneficiamento da empresa FOSNOR - Fosfatados do Norte-Nordeste S/A para produção de concentrado de fosfato.

Neste Estudo de Impacto Ambiental – EIA, o diagnóstico ambiental está dividido nos meios físico, biótico e antrópico, sendo subdivididos nos seguintes temas:

- *Meio físico*: geologia, geomorfologia, pedologia, geotécnica, espeleologia, hidrologia e hidrografia, qualidade das águas superficiais, hidrogeologia, qualidade das águas subterrâneas, qualidade do ar, climatologia, níveis de ruído e vibração, controle de tráfego;
- *Meio Biótico*: cobertura vegetal e fauna (herpetofauna, avifauna, mastofauna e fauna cavernícola);
- *Meio Antrópico*: características socioeconômicas do município de Caracol.

O diagnóstico Ambiental ocupa posição de destaque na elaboração do EIA. Conforme aponta Sánchez (2013, p. 244).

“Os estudos de base ocupam uma posição central na sequência de atividades de uma EIA. São eles que permitirão a obtenção das informações necessárias a identificação e previsão dos impactos, à sua posterior avaliação e, finalmente fornecerão elementos para elaboração do plano de gestão ambiental. Por sua vez, o tipo e qualidade das informações obtidas por meio dos estudos de base serão determinados em função das etapas anteriores do EIA, a identificação preliminar dos impactos e sua hierarquização (seleção de questões relevantes)”.

O diagnóstico ambiental deve ser idealizado e programado previamente considerando uma hipótese dos impactos prováveis objetivando estruturar e planejar as atividades futuras de levantamento de campo, laboratório e gabinete. *“Se um determinado impacto não é identificado já nesta etapa preliminar, então os estudos de base não serão direcionados para coletar informações sobre o componente ambiental que poderá ser afetado e o prognóstico da situação futura não poderá ser feito de modo confiável, em consequência será difícil avaliar*

adequadamente a importância dos impactos e mais difícil ainda propor medidas mitigadoras” (SÁNCHEZ, 2013, p. 135).

Desta forma, deve-se atentar para essas premissas anteriormente à execução de todas as etapas de levantamento e elaboração do diagnóstico ambiental. O reconhecimento e identificação das questões de grande relevância para o EIA, especialmente para preparo e execução do diagnóstico ambiental denominou-se chamar de *scoping*, sendo esta uma atividade essencial do processo de avaliação ambiental e que garante que as previsões para cada impacto avaliado seja o mais próximo da realidade.

As etapas para elaboração de um diagnóstico ambiental consistente, que considere os aspectos e fenômenos mais relevantes para o EIA, deve ter com proposição básica quatro assertivas levantadas por Sánchez (2013).

- Quais informações necessárias e para qual necessidade serão utilizadas;
- Como serão coletadas as informações;
- Onde serão coletadas;
- Durante quanto tempo, frequência, e em que época do ano.

Portanto, o direcionamento dos levantamentos de cada área envolvida (meios físico, biótico e antrópico) e sub-área neste EIA priorizou identificar os aspectos de grande relevância para os impactos previamente levantados. O objetivo principal foi ajustar cada levantamento com enfoque nos fenômenos relevantes para a identificação e comprovação dos impactos levantados previamente e, assim, garantir que o levantamento e consolidação do diagnóstico fosse um instrumento confiável na identificação, avaliação e dimensionamento dos impactos a serem gerados pelo empreendimento proposto pela CBPM.

Todas as informações necessárias para a caracterização ambiental da área de influência do projeto estão apresentadas neste capítulo e foram obtidas a partir de trabalhos de campo *in loco* e em consultas a bibliográficas específicas. As metodologias utilizadas nos levantamentos de campo estão descritas nas respectivas seções de cada tema abordado.

Diversos profissionais participaram do levantamento de dados e da preparação do diagnóstico ambiental, incluindo consultores selecionados por seu conhecimento prévio da área ou da região ou por sua reconhecida especialização. A equipe técnica que participou da elaboração deste EIA é apresentada no final deste documento.

6.1. MEIO FÍSICO

O diagnóstico do meio físico compreendeu os estudos de geologia, geomorfologia, pedologia, climatologia, hidrologia e recursos hídricos, hidrogeologia, qualidade das águas (subterrâneas e superficiais), qualidade do ar e níveis de ruído. Para determinação das características físicas, químicas e bacteriológicas das águas locais, foram coletadas amostras para análises laboratoriais. Já para a caracterização da qualidade do ar na área de influência do projeto de proposto pela CBPM, foram instalados amostradores de grande volume (Hi-Vols) para medição da poeira total em suspensão. Os resultados obtidos no diagnóstico ambiental do meio físico são detalhados a seguir, sendo apresentadas também as metodologias e procedimentos utilizados em cada um dos temas abordados.

6.1.1. Geologia

A área de estudo onde se pretende implantar a área de lavra da CBPM está inserida em uma região de transição entre domínios geológicos. Aloja-se na borda extremo norte do Cráton São Francisco – CSF, nas proximidades das zonas de Cinturões de Dobramentos Móveis das Faixas Rio Preto e Riacho do Pontal, tendo ainda os terrenos sedimentares da Bacia do Parnaíba imediatamente a norte da área de estudo. É nesta zona de alta perturbação tectônica que ocorre uma grande diversidade litológica, estando estas rochas relacionados especialmente a ocorrência da zona cratônica e das faixas móveis brasileiras, limitando-se com borda da bacia sedimentar (LUCIANO & GODOY, 2017).

Sob esse complexo litológico diverso se estende ampla área formada por terrenos desgastados por diversos ciclos erosivos que constitui a Depressão do Médio São Francisco e as chapadas e vales da Bacia do Alto Parnaíba, destacando-se o relevo de borda de planalto composto por cuestas que bordejam a bacia sedimentar. Essa feição se caracteriza um limite com o complexo cristalino, limitando o Cráton São Francisco e suas faixas moveis.

O Cráton São Francisco representa parte de uma antiga zona cratônica que ocupava parte central do Gondwana Ocidental. Com a abertura do Atlântico, e conseqüente ruptura Brasil-África, ocorreu a separação dessa grande província gerando o CSF. Esse Cráton é interpretado como uma zona móvel brasileira, caracterizada por um metamorfismo epizonal e numerosas intrusões graníticas (TROMPETTE et al., 1992).

A FIGURA 6.1.1.1 apresenta uma representação do Cráton São Francisco.

As faixas moveis que limitam a zona cratônica com a bacia paleozóica, denominadas Rio Preto e Riacho do Pontal, compõe o amplo sistema orogênico Brasileiro do antigo supercontinente Gondwana. Nos setores abrangidos pela faixa Rio Preto ocorrem rochas antigas de idade paleoproterozóicas associadas a Formação Formosa e neoproterozóica da Formação Canabrinha. A Faixa Riacho do Pontal, por sua vez, assenta-se em três domínios tectono-estratigráficos, sendo eles a zona interna metamórfica, com predominância de gnaisses do Complexo Carris Velho, a zona central ofiolítica, com predominância de rochas do Complexo Monte Orebe, e a zona externa intrudida por corpos granitóides e composta por rochas das Formações Barra Bonita e Mandacaru (CAXITO, 2013).

Nos setores mais ao norte da área de estudo ocorrem os sedimentos que compõe a bacia intracratônica do Parnaíba. Esta bacia é formada por uma coluna estratigráfica que alcança, em seu ponto mais profundo, cerca de 3.500 m. Os sedimentos que a compõe foram depositados desde o Ordoviciano até o Paleógeno/Neógeno e compreendem sumariamente as Supersequências Siluriana reconhecida como Grupo Serra Grande, Devoniana do Grupo Canindé e Carbonífera-Triássica do Grupo Balsas, conforme pode-se observar na FIGURA 6.1.1.2. Essas rochas sedimentares que compõe a Bacia do Parnaíba são atravessadas por intrusivas e extrusivas relacionadas ao evento de reativação da crosta no Cenozoico, sobretudo (MARQUES, 2011; CPRM, 2017a).

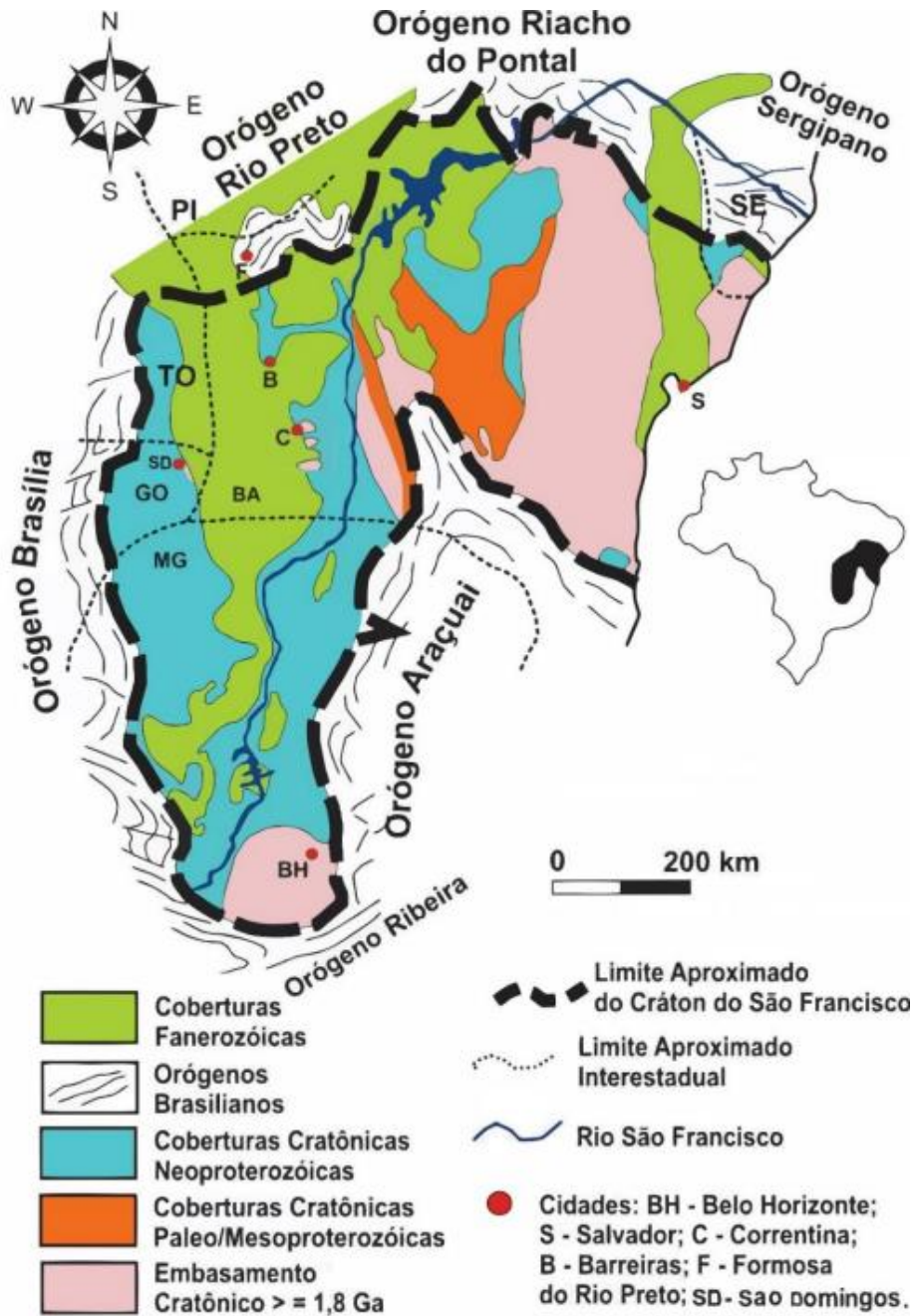


FIGURA 6.1.1.1 – O Cráton São Francisco.

Fonte: Alves (2020)

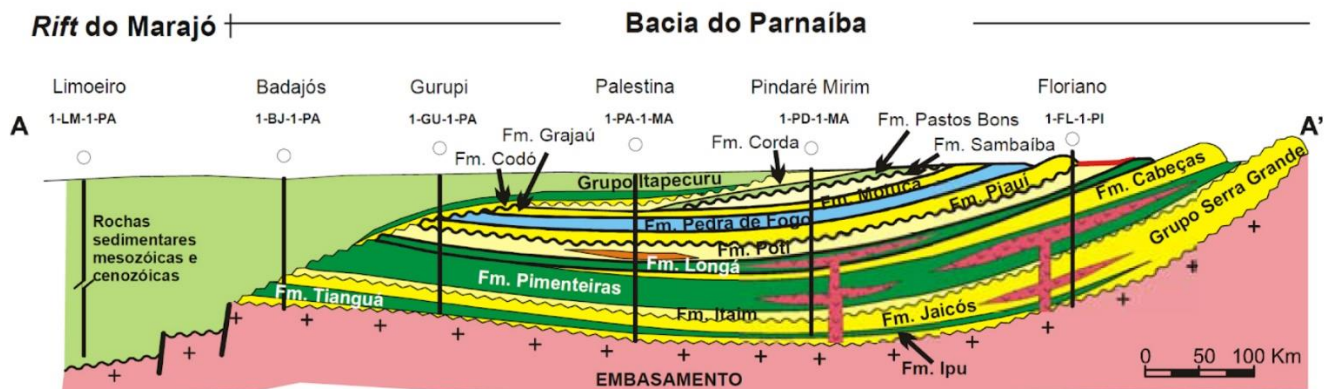


FIGURA 6.1.1.2 – Coluna estratigráfica em perfil esquemático da Bacia Sedimentar do Parnaíba. Fonte: Caputo et al. (2005)

✓ **Geologia Local**

A litologia da área de estudo se compõe por rochas muito antigas, de idade arqueana-paleoproterozóica da Província São Francisco, onde sobressaem o Complexo Vitor, com predominância de rochas gnaissico-migmatítico e rochas associadas a bacia sedimentar de Parnaíba, especificamente aquelas do Grupo Serra Grande, Formação Ipu constituídas sobretudo por arenitos, conglomerados e diamectitos depositados no final do Ordoviciano e início do Siluriano (CPRM, 2017a).

As rochas do Complexo Vitor ocorrem nos terrenos rebaixados e arrasados por processos erosivos pretéritos que constituem um extenso pediplano onde se aloja a Depressão Periférica Sertaneja. Inicialmente o local onde se localiza a área de estudo e ocorrem as rochas do Complexo Vitor era reconhecido como Complexo Remanso-Sobradinho. Estudos realizados por CPRM (2017a), por meio de datações pelo método U-Pb, reclassificaram a área.

As rochas que compõe o Complexo Vitor caracterizam por apresentar um conjunto formado por ortognaisses, parcialmente migmatizados, com estruturas dobradas, paleossomas de natureza tonalítica e neossomas constituídos por material granítico, geralmente quartzofeldspático (MELO, 2011 apud CPRM, 2017a).

As rochas gnáissicas que compõe o Complexo Vitor são geralmente leucocráticas e miloníticas e encontram-se distribuídas em uma faixa contínua no sentido preferencial NE-SW.

No trabalho desenvolvido pela CPRM (2017a) há um extensivo detalhamento litológico sobre o Complexo Vitor. Em síntese os afloramentos observados apresentam predominância de ortognaisses granodioríticos e biotita-muscovita gnaisses com frequentes intercalações de biotita xistos. Classificam-se como miloníticos, leucocráticos, foliados, apresentando textura granoblástica fina a média.

Imediatamente a norte do Complexo Vitor, ocorrem escarpamentos rochosos sustentados por uma variedade de rochas sedimentares com níveis conglomeráticos, sobressaindo o arenito. Essas rochas estão associadas ao Complexo Serra Grande, especificamente à Formação Ipu.

O Complexo Serra Grande assenta-se discordantemente sobre rochas ígneas e metamórficas ou, ainda, sobre rochas sedimentares muito antigas, anteriores a própria deposição da Bacia do Parnaíba. O canto superior do estrado sedimentar é majoritariamente discordante com sedimentos do Grupo Canindé, de difícil reconhecimento (METELO, 1999).

Na área de estudo ocorre a Formação Ipu, composta por arenitos, conglomerados, arenitos conglomerados e diamectitos, tendo sido depositados em ambiente fluvial anastomosado, entre o final do Ordoviciano e início do Siluriano (CAPUTO & LIMA, 1984, apud CPRM, 2017a). A Formação Ipu é uma unidade basal do Grupo Serra Grande, distribuindo-se continuamente na direção NE-SW, sustentando o relevo escarpado no contato, na área de estudo, com embasamento do Grupo Vitor.

Metelo (1999) e CPRM (2017a) caracterizaram a Formação Ipu descrevendo sua composição, formado por arenitos grossos, arenitos com seixos e conglomerados. Apresentam cores brancas e amareladas e espessuras muito variadas, exibindo diversos recortes em seu bordo devido o processo de erosão remontante no relevo escarpado. Geralmente apresentam estratificação cruzada tabulares e por vezes plano paralela, denunciando sua origem fluvial.

Nas FOTOS 6.1.1.1 a 6.1.1.10 apresentadas a seguir pode-se observar alguns afloramentos do Complexo Vitor e Formação Ipu, ocorrentes na área de estudo. Na FIGURA 6.1.1.3 é apresentado o mapa geológico baseado levantamento realizado pela CPRM (2017a).



FOTO 6.1.1.1 – Vista dos arenitos com típica estratificação cruzada, associados ao Grupo Serra Grande, Formação Ipu, ocorrentes no topo das escarpas que circundam a área de estudo.



FOTO 6.1.1.2 – Vista dos arenitos conglomeráticos associados ao Grupo Serra Grande, Formação Ipu, ocorrentes no topo das escarpas que circundam a área de estudo.



FOTO 6.1.1.3 – Vista dos arenitos conglomeráticos associados ao Grupo Serra Grande, Formação Ipu, ocorrentes no topo das escarpas que circundam a área de estudo.



FOTO 6.1.1.4 – Vista dos conglomerados associados ao Grupo Serra Grande, Formação Ipu, ocorrentes no topo das escarpas que circundam a área de estudo.



FOTO 6.1.1.5 – Vista dos arenitos conglomeráticos associados ao Grupo Serra Grande, Formação Ipu, ocorrentes na cabeceira do rio Piauí.



FOTO 6.1.1.6 – Pequena escarpa que bordeja a área de estudo sustentada por arenitos da Formação Ipu.

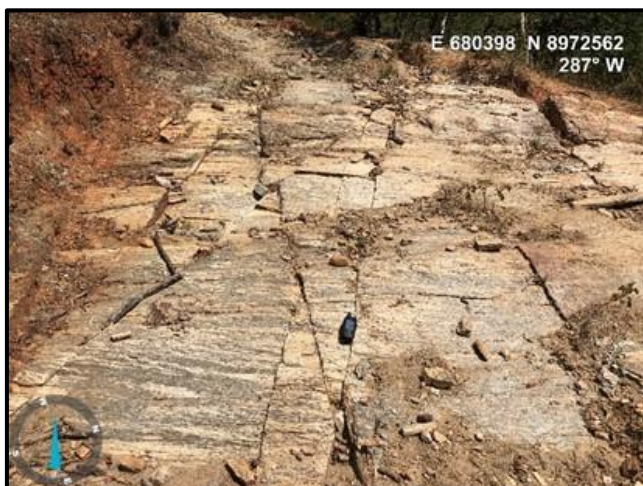


FOTO 6.1.1.7 – Rocha metamórfica ocorrente na área de estudo, pertencente ao Complexo Vitor, próximo ao contanto com a Formação Ipu.



FOTO 6.1.1.8 – Contato ente gnaisses e xistos do Complexo Vitor.

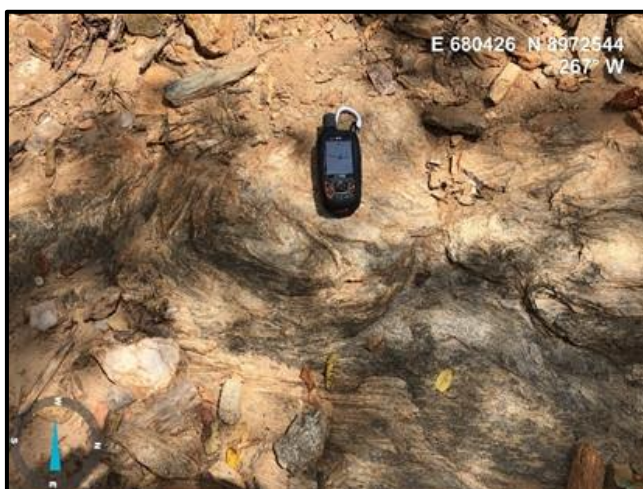


FOTO 6.1.1.9 – Xistos dobrados ocorrente na área de estudo, pertencente ao Complexo Vitor, próximo ao contanto com a Formação Ipu.



FOTO 6.1.1.10 – Xistos dobrados ocorrente na área de estudo, pertencente ao Complexo Vitor, próximo ao contanto com a Formação Ipu.

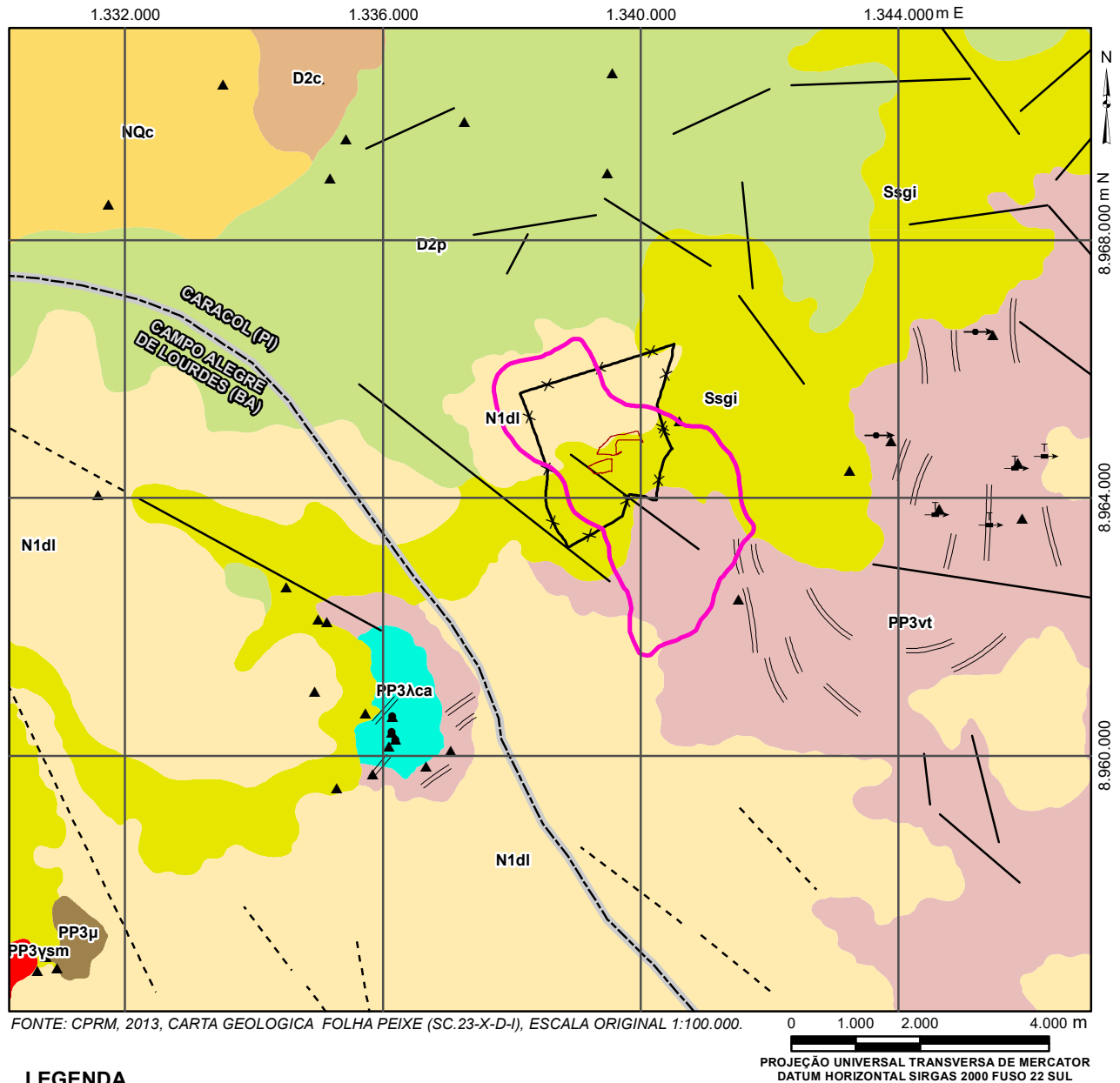


FIGURA 6.1.1.3 – Mapa Geológico

6.1.2. Geomorfologia

A região abrangida pelas cabeceiras do rio Piauí, onde se localiza a área de estudo, encontra-se inserida na borda norte do Cráton São Francisco, no limite com a Província Sedimentar da Bacia de Parnaíba. Esta morfoestrutura assenta-se em área com certa estabilidade tectônica denominada de Plataforma Sul-Americana (ALMEIDA, 1967). No entanto, esta velha estrutura cristalina sofreu, no decorrer do tempo, vários movimentos epirogenéticos, sendo que no período Cretáceo, no auge da última e grande reativação da crosta, esse processo levou à exposição de diversas estruturas exumadas, destacando-se antigos maciços graníticos e bordas de planaltos que foram excessivamente rebaixados e expostos por sucessivos ciclos erosivos, ao longo de milhões de anos.

As superfícies de aplainamento criadas pelos vários e sucessivos ciclos erosivos, principalmente os de idade pós-cretácea, têm grande expressão na configuração atual da paisagem e seu conhecimento é essencial para a compreensão das unidades morfológicas do relevo. O nivelamento pós-cretáceo reafeiçou as superfícies à medida que estas eram expostas.

Conforme assinalam Peulvast e Sales (2002), as superfícies de aplainamento são testemunhas da forte contribuição da erosão para a esculturação da superfície terrestre. No entanto, estas não se configuram como a última etapa da evolução do relevo, não sendo, portanto, as fases terminais de evolução do modelado. Estudos desde a década de 1960 têm apontado para a importância da cronologia de denudação colocando as superfícies de aplainamento em posição de grande relevância para entendimento da evolução da morfogênese e criação das grandes estruturas geomorfológicas. Contrariando as ideias de Davis (1899), os aplainamentos não são fases terminais de evolução do relevo em seu ciclo geográfico, mas sim formas transitórias cujos testemunhos mostram os vários níveis de evolução ou degradação das formas, devendo ser entendidas como verdadeiras heranças que dão pistas da gênese e evolução da superfície terrestre e sua idade relativa.

Em boa parte desta região afetada por ciclos de erosão, que deram feição ao relevo atual, ocorreu um grande evento de caráter tectônico germanótipo, que coincidiu com a abertura do Atlântico, no qual foram reativados sistemas antigos de falhas e surgimento de blocos falhados e arcos. A reativação da crosta denominada de Reativação Wealdeniana (ALMEIDA, 1967 e 1983) se configurou no evento tectono-estrutural mais importante para a configuração atual do relevo.

O quadro de evolução regional para área de estudo foi sintetizado em 1965 pelo professor Ab'Sáber que assinalou que "(...) após o Cretáceo, instalou-se para a maior parte do Planalto Brasileiro uma atitude tectônica que favoreceu o advento de longos períodos denudacionais, os quais em grande parte respondem pela compartimentação interior daquele grande e complexo bloco de planaltos" classificados atualmente, após os estudos efetuados por meio de imagens de radar (Projeto Radam Brasil), como sendo Planaltos e Depressões interplanálticas.

No conjunto dos grandes compartimentos denudacionais do Planalto Brasileiro, os pertencentes ao local ocupado pelos sertões nordestino são mais notáveis por sua extensão. Nestas vastas áreas Interplanálticas se desenvolveram depressões periféricas, denominadas por Ab'Sáber (1966) de "Domínios dos pedimentos cristalinos intermontanos, pontilhados por inselbergs e revestido por diferentes modalidades de caatingas" (p.41 e 42).

Segunda a classificação empregada pelo Radam Brasil (1973), trata-se da Depressão Sertaneja, unidade que abrange os denominados pedimentos cristalinos intermontanos. São terrenos rebaixados, com altitude média oscilando entre 400 e 650 m, com extensas áreas pediplanadas e revestidas por coberturas arenosas. Ocorrem relevos residuais testemunhos da pujante erosão que arrasou os terrenos que compõe a depressão. São comuns inselbergs e cristas que pontilham toda área deprimida.

Trabalhos recentes do IBGE (2021b) e CPRM (2010) classificaram a área como Domínio da Depressão Sertaneja, especificamente na subdivisão da unidade denominada de Depressão de São Raimundo Nonato. Trata-se de uma área arrasada por processos erosivos, que se desfaz em uma depressão periférica modelada sob rochas cristalinas, circundadas por planaltos. Apresenta um conjunto morfológico muito complexo com diversas superfícies de aplainamento, marcada por relevos residuais, testemunhos do poder erosivo, com expressão notável nos inselbergs pontilhados por toda depressão. Na região da depressão são comumente identificadas coberturas detrito-lateríticas que recobrem parte do piso erodido, gerando formas de pequenos tabuleiros escarpados que comportam nascentes dos cursos d'água intermitentes que irrigam os terrenos da depressão.

No limite norte da Depressão de São Raimundo Nonato ocorrem os terrenos que sustentam um relevo ruiforme, com sua borda erodida formada por uma morfologia de escarpas festonadas denominadas regionalmente de Cuestas do Bom Jesus do Gurguéia, onde encontra-se o Parque Nacional da Serra das Confusões. CPRM (2010) denominou a área que faz limite com a Depressão de São Raimundo Nonato como sendo o Planalto da Confusões que foi definido como uma extensa área plana e elevada, recortada por uma drenagem que escavou vales bem entalhados onde se formam grandes boqueirões. Especificamente em seu limite sul-sudeste apresenta uma feição morfológica proeminente caracterizada por um relevo de cuestas na borda do planalto, dissecado em forma de degrau estrutural e que marca o contato entre as morfologias do domínio da Bacia Sedimentar de Parnaíba e da Depressão Periférica Sertaneja.

Na área de estudo, local onde se encontra a Fazenda Pimenteiras, a morfologia é relativamente plana, marcada pela pujante erosão que rebaixou o terreno, criando condições para superimposição de uma rede de drenagem intermitente na área. Nas proximidades da área é evidente a presença de um relevo escarpado, marcado por processo de recuo das vertentes explicado por processos morfoclimáticos e morfoestruturais que moldaram as formas de relevo que circundam a área de estudo. Sobressaem a escarpa que ocorre imediatamente a norte da área de estudo e a Serra do Saco, morfologia mais proeminente na região.

Próximo a zona de cabeceira do rio Piauí, nos locais drenados por esse curso d'água, ocorre o contato entre os arenitos conglomeráticos associados a Formação Ipu, da Bacia Sedimentar de Parnaíba, com o embasamento cristalino do Complexo Vitor (gnaisse e xistos, sobretudo), relacionados a Depressão de São Raimundo Nonato. Na cabeceira entalhada pelo rio Piauí, nos arenitos da Formação Ipu, forma-se um vale em V com pequenos degraus de até 2m de desnível entre eles, que evidenciam rupturas morfológicas que surgem pelo constante recuo das vertentes e a escavação por erosão regressiva de seu vale, configurando pequenos boqueirões, na área escarpada. O desnível na cabeceira do rio Piauí é de cerca de 20m ocorre do topo da escarpa até o contato do arenito com o embasamento marcando um setor com alto gradiente topográfico, no qual as águas pluviais escavam o vale e o aprofundam.

A escarpa que circunda a área de estudo apresenta desníveis que podem ultrapassar 40m, configurando-se em cuestas recortadas por drenagens intermitentes com vales encaixados e reversos plano convexos que se desfazem em divisores de vale marcados por recuo das vertentes pelo efetivo trabalho de entalhe da rede drenagem intermitente que irriga toda área escarpada.

Nos trechos com maior declividade, na morfologia escarpada há sinais dos desprendimentos, por erosão, de blocos rochosos de diversas dimensões, que se acumulam no sopé da escarpa de declividade mais branda. Esses matacões denunciam o poder erosivo na área com recuo constante das vertentes, sobretudo nos terrenos sustentados pelas rochas da Formação Ipu. Os blocos de arenito e conglomerados se acumulam no contato entre as escarpas erosivas sedimentares e os terrenos com rochas do Complexo Vitor que compõe a Depressão de São Raimundo Nonato, drenada pelo rio Piauí na área de estudo.

A jusante das escarpas areníticas inicia-se os terrenos cristalinos arrasados da depressão periférica, onde está localizada parte da área de estudo e os jazimentos minerais ricos em fosfato. O relevo após transpor as escarpas passa a apresentar baixo gradiente topográfico, com os vales amplos e pouco escavados devido a declividade branda oferecida pela morfologia pediplanada e rebaixada por processos de aplainamento regional.

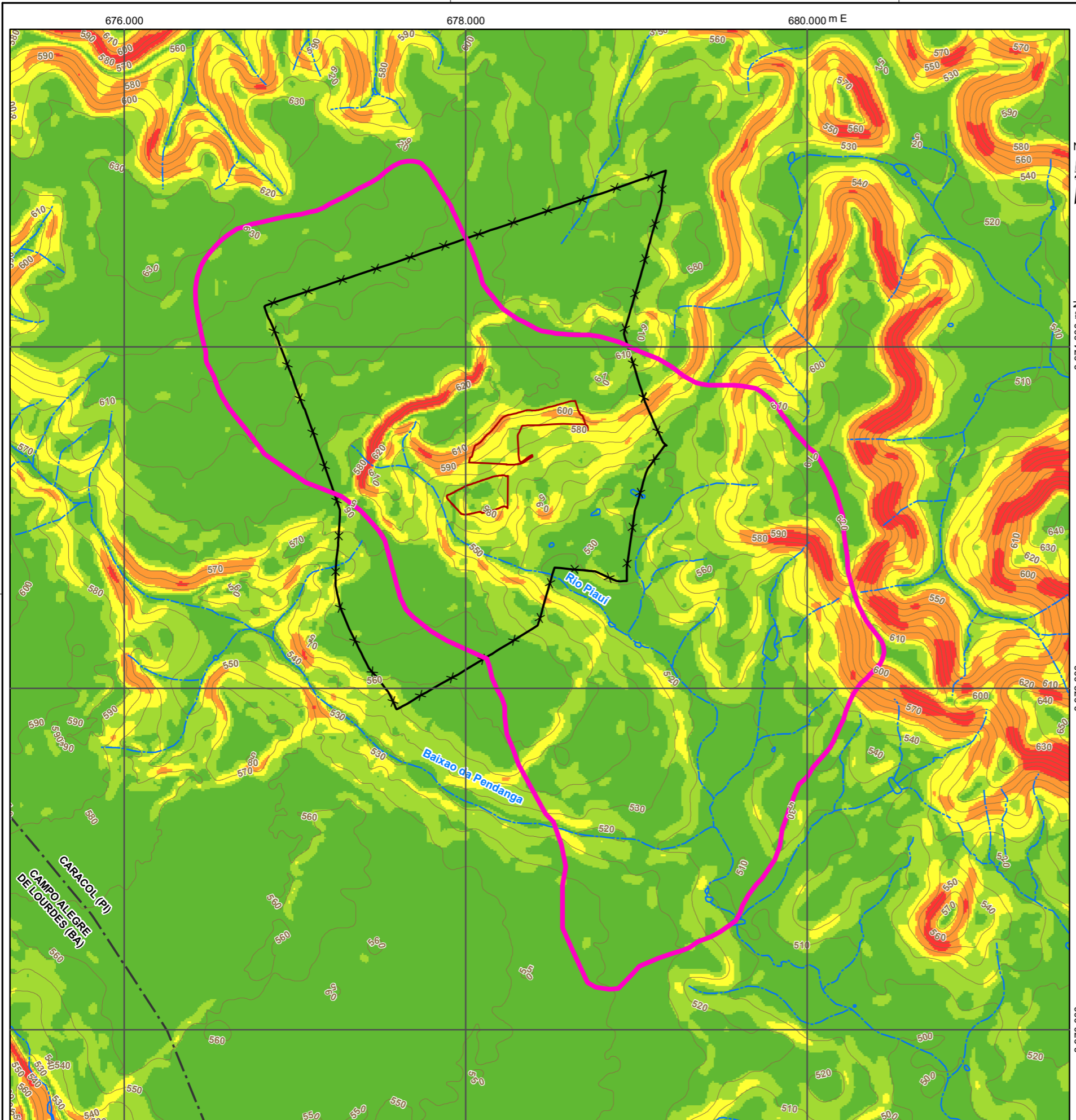
A declividade e diferença de nível topográfico caracterizam duas morfologias típicas da área, condicionadas majoritariamente pelo embasamento rochoso e as estruturas geológicas. Como síntese morfológica da área têm-se que a evolução do relevo se dá inicialmente pelos processos de aplainamento regional e localmente pela ação direta dos cursos d'água, diferenciando os terrenos que circundam a área de estudo, sustentados por rochas sedimentares desgastadas que formam escarpamentos recuados por erosão regressiva que exibem traços do acentuado processo erosivo recente e entalhe fluvial. Esses processos resultaram em uma morfologia com maior declividade nos locais onde se alojam as cabeceiras dos cursos d'água que drenam em direção aos terrenos deprimidos e rebaixados do pediplano cristalino.

A passagem do relevo escarpado sedimentar para a morfologia pediplanada cristalina não é gradual, o contato litológico é abrupto e marca a passagem de uma declividade acentuada para uma área de declives bandos, por meio de ruptura morfológica entre os dois terrenos. Em campo é evidente a mudança de altitude e declividade e pode ser observada por meio dos mapas clinográfico e hipsométrico apresentados nas FIGURAS 6.1.2.1 e 6.1.2.2.

Como salientado na área de estudo há predomínio de formas denudacionais com escarpas com alto gradiente topográfico que apresentam reversos plano convexos e pediplanos com suave caimento em direção aos setores mais a jusante da bacia do rio Piauí. Há uma nítida diferenciação da morfologia marcada pelo maior grau de entalhe das formas de relevo. A altitude predominante, nas regiões escarpadas na área de estudo atingem altitudes que variam entre 640-570 m, ao passo que na área rebaixada há um nítido caimento com as cotas variando entre 560-530 m.

As FOTOS 6.1.2.1 a 6.1.2.12 mostram as principais características morfológicas para área.

A FIGURA 6.1.2.3 apresentada o mapa geomorfológico da região, evidenciando as unidades geomorfológicas presentes na área de estudo.

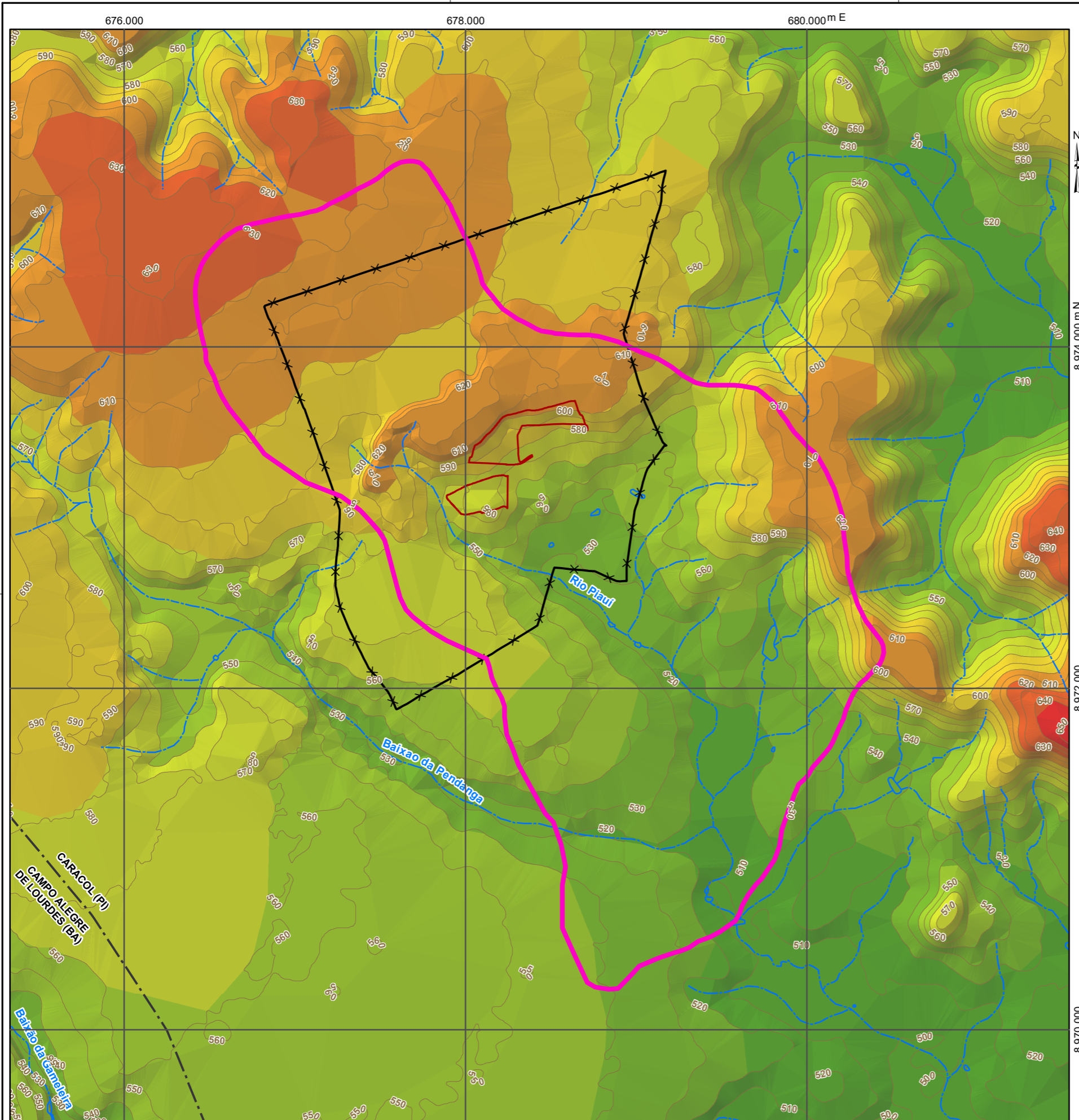


FONTE: ASF/DAAC, 2022, CURVAS DE NÍVEL EXTRAÍDAS DE IMAGEM DE SATÉLITE ALOS PALSAR AP_27058_FBS_F6990_RT1, RESOLUÇÃO DE 12,5 m, DATADA DE 2011 INTERPOLADA COM TOPOGRAFIA DE DETALHE EXTRAÍDA DE IMAGEM DE DRONE DATADA DE 15/04/22.

LEGENDA

- CURVAS DE NÍVEL
 - HIDROGRAFIA
 - CURSO D'ÁGUA INTERMITENTE
 - LIMITE MUNICIPAL/ESTADUAL
 - FAZENDA PIMENTEIRAS
 - ÁREA DE ESTUDO
 - ÁREA DIRETAMENTE AFETADA - ADA
- DECLIVIDADE (%)**
- < 6
 - 6 a 12
 - 12 a 20
 - 20 a 30
 - > 30

		Rua França Pinto, 1233 CEP 04016-035 Vila Mariana São Paulo-SP (11) 5571-6525 prominer@prominer.com.br www.prominer.com.br	
Cliente: COMPANHIA BAIANA DE PESQUISA MINERAL – CBPM			
Projeto: ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL - EIA			
Título: MAPA CLINOGRÁFICO			
Responsável Técnico: ADRIANA BARBOSA RICCIARDI		Ass:	CREA Nº: 5069559995
Escala: 1:25.000	Documento Nº: FIGURA 6.1.2.1		
			Revisão: 0 - 28/07/2023



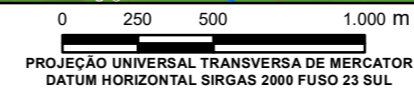
LEGENDA

- CURVAS DE NÍVEL
- HIDROGRAFIA
- CURSO D'ÁGUA INTERMITENTE
- LIMITE MUNICIPAL/ESTADUAL
- FAZENDA PIMENTEIRAS
- ÁREA DE ESTUDO
- ÁREA DIRETAMENTE AFETADA - ADA

ELEVAÇÃO (m)

- 640 - 660
- 620 - 640
- 600 - 620
- 580 - 600
- 560 - 580
- 540 - 560
- 520 - 540
- 500 - 520

FONTE: ASF/DAAC, 2022, CURVAS DE NÍVEL EXTRAÍDAS DE IMAGEM DE SATÉLITE ALOS PALSAR AP_27058_FBS_F6990_RT1, RESOLUÇÃO DE 12,5 m, DATADA DE 2011 INTERPOLADA COM TOPOGRAFIA DE DETALHE EXTRAÍDA DE IMAGEM DE DRONE DATADA DE 15/04/22.



		Rua França Pinto, 1233 CEP 04016-035 Vila Mariana São Paulo-SP (11) 5571-6525 prominer@prominer.com.br www.prominer.com.br	
Cliente: COMPANHIA BAIANA DE PESQUISA MINERAL – CBPM			
Projeto: ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL - EIA			
Título: MAPA HIPSOMÉTRICO			
Responsável Técnico: ADRIANA BARBOSA RICCIARDI		Ass:	
Escala: 1:25.000	Documento N°: FIGURA 6.1.2.2	CREA N°: 506955995	Revisão: 0 - 28/07/2023



FOTO 6.1.2.1 – Vista a partir do escarpamento que ocorre nos limites das poligonais ANM. Ao fundo, área rebaixada onde se forma a Depressão São Raimundo Nonato, onde se encontram as áreas previstas para lavra.



FOTO 6.1.2.2 – Vista a partir do escarpamento que ocorre nos limites das poligonais ANM. Ao fundo, área rebaixada onde se forma a Depressão São Raimundo Nonato onde se encontram as áreas previstas para lavra.



FOTO 6.1.2.3 – Vale pronunciado que drena por entre escarpamentos em direção a cidade de Caracol, nas proximidades da área de estudo.



FOTO 6.1.2.4 – Vista a partir do topo plano onde é possível distinguir o relevo escarpado comum nas serras que circundam a área de estudo, com destaque para Serra do Saco.



FOTO 6.1.2.5 – Topo da escarpa na área de estudo com afloramento rochoso. Esta área apresenta desnível pouco pronunciado, marcado por topo plano e vertente côncavo-retilínea na área do reverso da escarpa.



FOTO 6.1.2.6 – Detalhe do desnível da escarpa na área de estudo, imediatamente a norte da área prevista para lavra. Esta área apresenta um dos setores escarpados com desnível menos pronunciado.



FOTO 6.1.2.7 – Topo da cabeceira de drenagem do Rio Piauí em terrenos sustentados por arenito. É possível observar os degraus que marcam as rupturas morfológicas ao longo do fundo de vale escavado por erosão regressiva.



FOTO 6.1.2.8 – Blocos rochosos de arenito acumulados no sopé da escarpa na cabeceira do rio Piauí, resultado do processo erosivo que provocou o recuo das vertentes e a escavação dos vales pelas drenagens que ocorrem na área.



FOTO 6.1.2.9 – Fundo de vale próximo ao contato entre as escarpas areníticas e o terreno rebaixado da depressão periférica, sustentado por rochas metamórficas do Complexo Vitor.



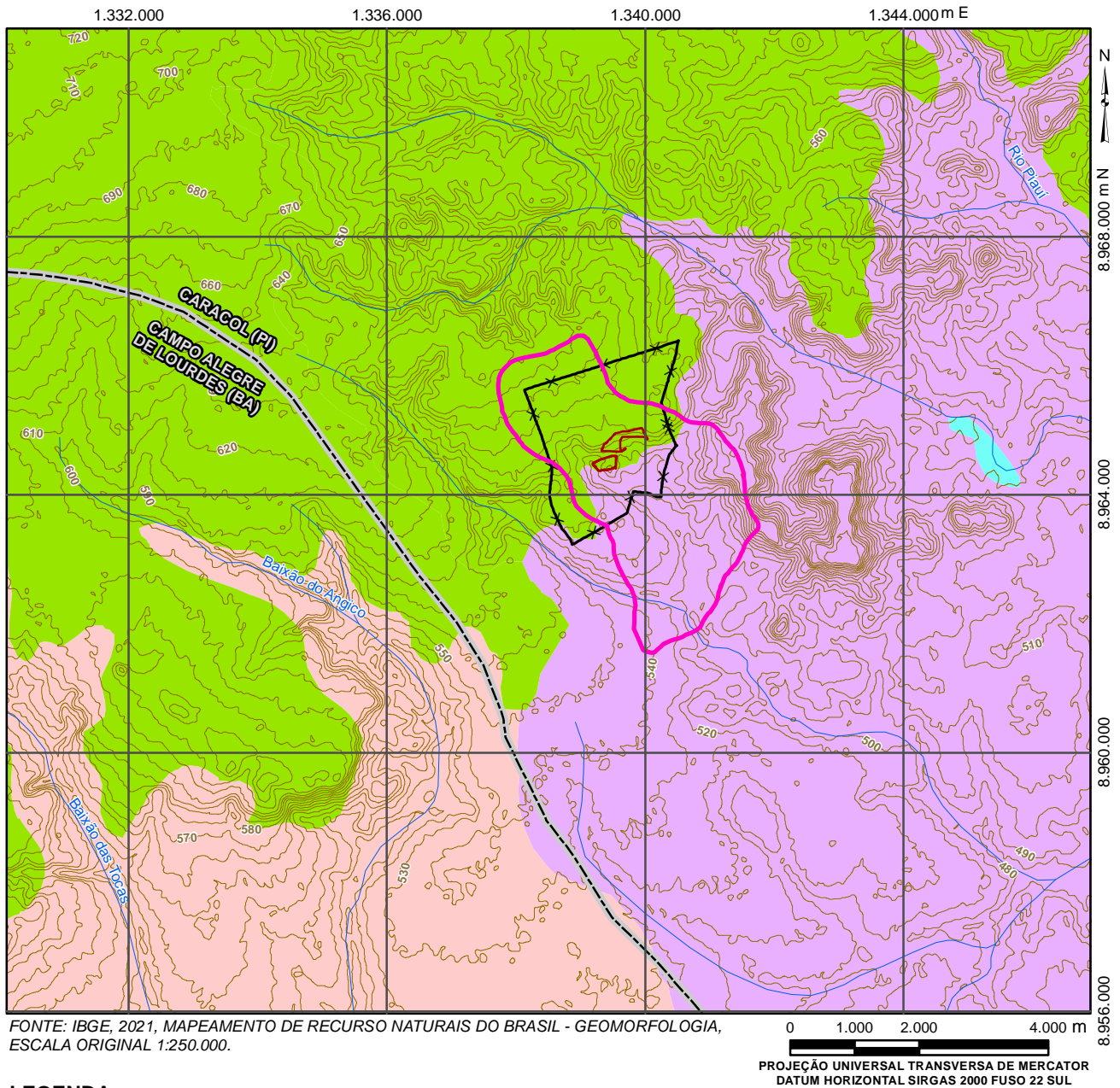
FOTO 6.1.2.10 – Área deprimida marcada por declividades baixas, próxima ao contato com as escarpas areníticas, onde encontra-se a área prevista para lavra. Neste local ocorre o pediplano que compõe a Depressão de São Raimundo Nonato.



FOTO 6.1.2.11 – Área deprimida marcada por declividades baixas, próxima ao contato com as escarpas areníticas, onde encontra-se a área prevista para lavra. Neste local ocorre o pediplano que compõe a Depressão de São Raimundo Nonato.



FOTO 6.1.2.12 – Área deprimida marcada por declividades baixas, próxima ao contato com as escarpas areníticas, onde encontra-se a área prevista para lavra. Neste local ocorre o pediplano que compõe a Depressão de São Raimundo Nonato.



LEGENDA

- CURVAS DE NÍVEL
- HIDROGRAFIA
- CORPO D'ÁGUA CONTINENTAL
- LIMITE MUNICIPAL / ESTADUAL
- FAZENDA PIMENTEIRAS
- ÁREA DE ESTUDO
- ÁREA DIRETAMENTE AFETADA - ADA

GEOMORFOLOGIA

BACIAS E COBERTURAS SEDIMENTARES FANEROZÓICAS

CUESTA DE BOM JESUS DO GURGUÉIA

CRÁTONS NEOPROTEROZÓICOS

DEPRESSÃO DE SÃO RAIMUNDO NONATO

DEPRESSÃO DO MÉDIO RIO SÃO FRANCISCO

FIGURA 6.1.2.3 – Mapa Geomorfológico.

6.1.3. Pedologia

O solo é conceituado como um meio organizado, dinâmico e em constante evolução, sendo resultado da relação entre seus fatores de formação (LEPSCH, 2018). Segundo Jenny (1941), o objeto solo poderia ser representado pela fórmula “ $s = f(cl, mo, or, rl, t \dots)$ ”, onde o solo (s) se caracteriza como uma síntese paisagística sobre a superfície terrestre, pois está na área de contato entre clima (cl), material de origem (mo - rochas e depósitos), organismos (or - fauna, flora e atividade humana) e formas de relevo (rl) ao longo do tempo (t).

Em outros termos, na escala local o solo representa, de modo sincrônico e diacrônico, a interação de diferentes elementos naturais e sociais, por isto se configura como um importante objeto de investigação em estudos aplicados, que normalmente são direcionados ao uso e ocupação da terra (QUEIROZ NETO, 1984). Além disso, o estudo do solo auxilia na análise e correlação de informações em outros campos das geociências, que tenham por objetivo demonstrar as interações entre formas de relevo, tipos de solos e processos biogeoquímicos (BOULET, 1992; QUEIROZ NETO, 2002), ou aplicar esse conhecimento no zoneamento da superfície a partir das potencialidades e fragilidades do ambiente (TRICART, 1977, 1980; TRICART & KIEWIETDEJONGE, 1992; OLIVEIRA, 2008; ROSS, 1992, 2009).

O solo é um recurso natural utilizado pela sociedade desde a pré-história, e sua importância para a humanidade aumentou ao longo do tempo, desde a passagem da cultura caçadora-coletora para o modo de vida sedentário, agrícola e industrial (LEPSCH, 2018). A importância vital deste recurso fica evidente quando analisamos os tipos de uso desenvolvidos pela sociedade, que são direcionados, principalmente, à produção de bens e a criação de assentamentos (QUEIROZ NETO, 1984).

O estudo dos solos da área de estudo adotou ideias presentes no escopo teórico-metodológico da Análise Estrutural da Cobertura Pedológica que aborda os solos como um continuum espacial e uma síntese da dinâmica paisagística em diferentes escalas (BOULET et al., 1982a, 1982b, 1982c; RUELLAN & DOSSO, 1993). Esta abordagem pressupõe a análise integrada e multiescalar dos elementos naturais (rochas, solos, relevo, vegetação etc.), com o objetivo de compreender as relações da distribuição espacial e a evolução dos materiais encontrados em superfície, as formas de relevo e os processos de intemperismo, pedogênese e morfogênese.

As formas de relevo e o padrão de drenagem são os mais consistentes e confiáveis indicadores dos tipos de solo. A morfologia do terreno controla em muitos aspectos a distribuição do solo na paisagem. Muitas diferenças marcantes entre os tipos de solo são evidenciadas pela variação topográfica (posição e forma da vertente) juntamente com a variação do microclima, pedogênese e processos geológicos e geomorfológicos de superfície, demonstrando que as propriedades do solo variam lateralmente com a morfologia do terreno (BIRKELAND, 1984; DANIELS & RICHARD, 1992).

Oliveira (2011) considera que o principal elemento do relevo que influencia na formação do solo é a morfologia, controlando a ação direta da água que infiltra e escoar no solo, atuando decisivamente na sua formação e na modelagem dos terrenos. As formas de relevo condicionam e regulam os movimentos da água ao longo da vertente, tanto nas superfícies, como no interior do solo. Queiroz Neto (2010) assinalou que a vertente é uma forma geomorfológica essencial que interfere diretamente na pedogênese, condicionando a circulação e ação da água. Uma parte da água infiltrada participa da evapotranspiração, possibilitando a existência de um ciclo natural dos elementos; outra parte atinge os lençóis,

acarretando transporte, migração e exportação de elementos. Desse modo, haveria uma ação direta da morfogênese, pois essa água pode determinar a ação de movimentos de matéria.

O estado do Piauí apresenta diversidade no que tange os aspectos da geologia, da cobertura vegetal e do relevo, sendo dividido em dois grandes compartimentos: as coberturas sedimentares associadas à Bacia Sedimentar do Parnaíba e os terrenos antigos do embasamento cristalino, que geram uma gama diversa de formas associadas as estruturas que sustentam o estrato pedológico e a cobertura vegetal

A interação da geologia, relevo, cobertura vegetal, juntamente com aspectos climáticos aos quais está condicionado o território piauiense, possibilitaram a formação de suas classes de solos, com destaque para: Latossolos (L), Argissolos (P), Cambissolos (C), Neossolos (N) e Plintossolos (P), que compõem a maior parte das classes de solos mapeadas pela EMBRAPA no Piauí.

Segundo consta no Mapa Pedológico que abrange o município de Caracol - PI, há uma baixa diversidade de classes solo. Essa baixa heterogeneidade pedológica está relacionada aos compartimentos de relevo e embasamento rochoso, incluindo, amplitude do relevo, declividade, rede hidrográfica e pluviosidade.

Os Latossolos Amarelos formam a classe com ocorrência mais expressiva, que dominam parte do território do município, especialmente nos locais onde o relevo apresenta as menores declividades e amplitudes mais reduzidas, onde as coberturas pedológicas são relativamente mais espessas. Por sua vez, os Argissolos, outra classe com ocorrência significativa, dominam parte do território do município onde o relevo é menos expressivo, porém com declividade suficiente para que seja promovido processos pedogenéticos de migração de argila, devido aumento de água no sistema, principalmente.

De ocorrência menos expressiva, porém com manchas significativas, os Neossolos Litólicos associados aos Cambissolos Háplicos ocorrem vinculados aos relevos mais declivosos caracterizados majoritariamente pelas escarpas sedimentares que bordejam setores dos municípios.

✓ **Tipos de solo na área de estudo**

Com o objetivo de realizar o diagnóstico pedológico da área de estudo, desenvolveu-se o levantamento semidetalhado dos tipos de solo em campo, como indicado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015). Para o estudo dos solos foram realizados caminhamentos livres ao longo da área privilegiando áreas abertas, como cortes em estrada e acessos e áreas com movimentação de terra na área de estudo, visando analisar pontos que permitisse um perfil do topo do interflúvio ao fundo de vale, estabelecendo relações sobre as distribuições espaciais do material de origem, modelado de relevo e solos (BOULET et al., 1982a).

Em âmbito local essas variáveis continuam influenciando a formação dos solos da área de interesse, porém os materiais de origem e o modelado de relevo se tornam elementos muito relevantes, e passam a atuar diretamente nas características dos solos nessa escala. De modo geral, a maior parte da área está inserida em dois compartimentos distintos formados por escarpas sedimentares e pedimentos que se desfazem em morros que compõe a depressão periférica cristalina.

Foram observados, no total, 10 (dez) pontos para caracterização pedológica no interior da área de estudo, onde procedeu-se à descrição e análise geral da localização, situação e caracterização dos materiais e modelado. Deste montante, 2 (dois) perfis de solo foram descritos de modo sistemático, com o objetivo de estabelecer os aspectos gerais das formações superficiais e 8 (oito) perfis foram observados para validar as informações anteriores com objetivo de complementar o entendimento sobre as relações entre formas e materiais, a partir de características superficiais e subsuperficiais da paisagem.

A descrição dos perfis de solo e a coleta de amostras seguiu as indicações de Santos et al. (2016), com o objetivo de detalhar características morfológicas para posterior classificação taxonômica no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2018).

Tendo em vista as características observadas em campo e obtidas nos materiais cartográficos consultados e devido à grande homogeneidade pedológica identificada na área, foram identificadas duas classes de solos para área de estudo, agrupadas em uma associação complexa, classificadas até o 2º nível categórico (Subordem), sendo divididos em Argissolo Vermelho Amarelo e Cambissolo Háplico.

Apesar das classes de solo mapeadas ocuparem posições distintas na vertente, com nichos específicos na paisagem, devido à grande proximidade entre elas e muitas vezes pela justaposição de modo complexo, optou-se por agrupar as classes de solo em uma associação complexa entre os Argissolo Vermelho Amarelo – PVA e o Cambissolo Háplico – CX, visto também que não seria possível distingui-las na escala de mapeamento adotada. A seguir são descritas as classes de solo identificadas na área de estudo.

ARGISSOLO VERMELHO AMARELO

Segundo Embrapa (2018, p. 116), os “Argissolos são solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B textural imediatamente abaixo do A ou E, com argila de atividade baixa ou com argila de atividade alta desde que conjugada com saturação por bases baixa ou com caráter aluminoso na maior parte do horizonte B, e satisfazendo ainda aos seguintes requisitos:

- a) Horizonte plíntico, se presente, não satisfaz aos critérios para Plintossolos;
- b) Horizonte glei, se presente, não satisfaz aos critérios para Gleissolos”.

Na área de estudo ocorre a subclasse dos Argissolos Vermelho-Amarelos – PVA que apresentam horizonte de acumulação de argila, B textural – Bt, com cores vermelho-amareladas devido à presença da mistura dos óxidos de ferro hematita e goethita. São solos profundos e muito profundos, bem estruturados e bem drenados. Predomina o horizonte superficial A do tipo moderado e proeminente, apresentam principalmente a textura média/argilosa, podendo apresentar em menor frequência a textura média/média e média/muito argilosa.

Os Argissolos têm ocorrência significativa, dominando parte da área da depressão, especialmente nos setores com declividade menos expressiva. Eles ocorrem em relevo ondulado que apresentam declividade média. Os Argissolos Vermelho Amarelos estão relacionados à área pediplanada da depressão periférica, onde dominam jazimentos de

rochas cristalinas e o relevo apresenta características que condicionam o escoamento pluvial. As fortes chuvas concentradas no verão ocasionam, em muitos locais, o surgimento de sulcos e ravinas devido sua alta suscetibilidade à processos erosivos.

Nos perfis observados na área de estudo ocorre presença de cascalhos de quartzo especialmente nos horizontes subjacentes, transportados das escarpas a montante (conglomerados). São geralmente muito bem drenados e compactos devido aos fortes períodos de estiagem na região. É comum a presença de raízes e pedofauna, sobretudo cupins e formigas. Ao longo de perfis analisados, sobretudo entre os pontos 7, 8, 9 e 10, pode-se constatar a ocorrência dos Argissolos e Cambissolos muito próximos, com diferenciação dada pela posição ocupada na vertente.

De acordo com Oliveira (2008), essa ordem apresenta características muito distintas entre si, o que dificulta usos adequados de forma generalizada. De modo sintético, quanto maior o gradiente textural e abruptas as transições, maior a susceptibilidade à erosão. Além disso, os tipos de uso e manejo devem levar em conta fatores como: espessura do horizonte superficial, gradiente textural entre os horizontes A e B e impedimentos à percolação d'água.

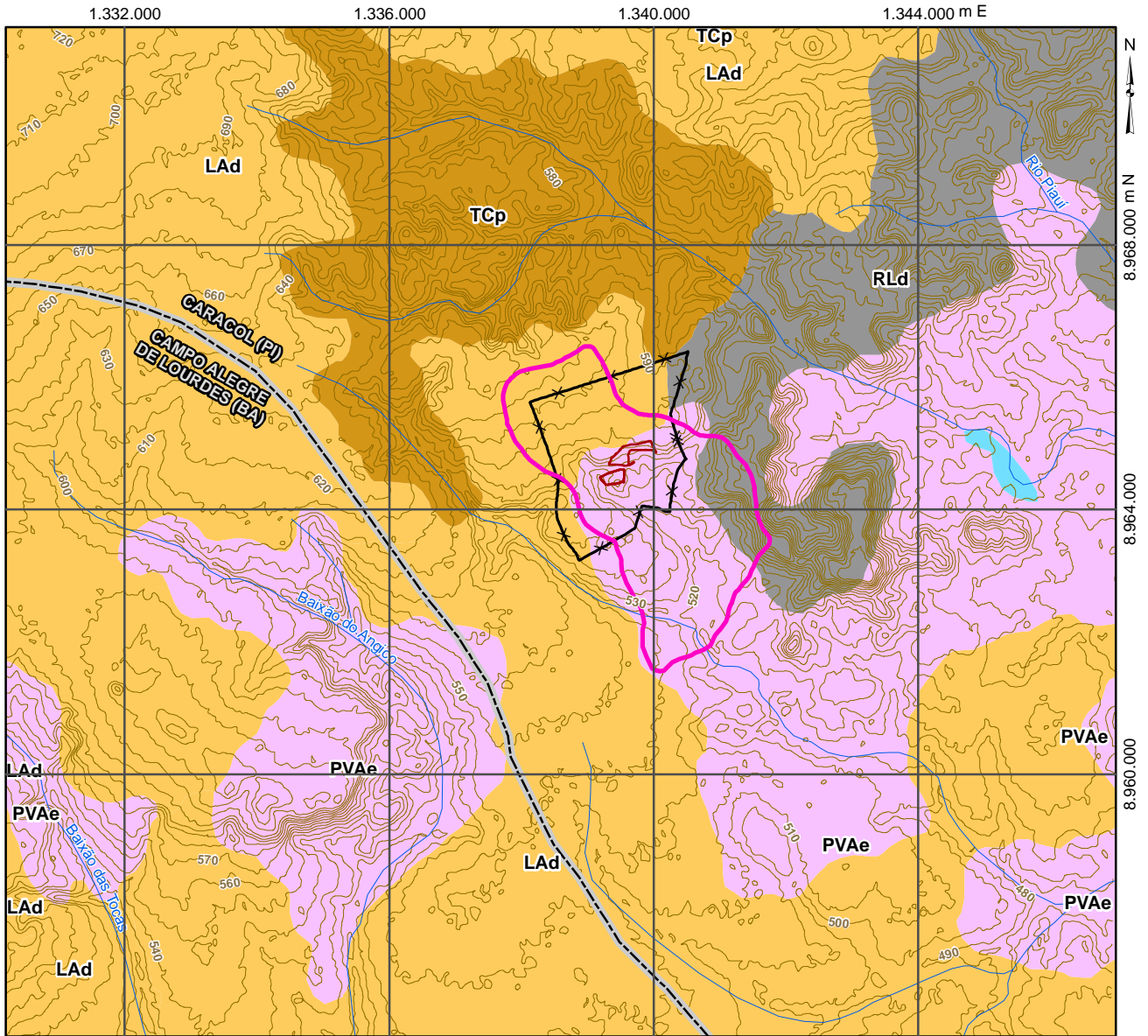
CAMBISSOLOS HÁPLICOS

Os Cambissolos são definidos pelo SiBCS como “[...] solos constituídos por material mineral com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial (exceto hístico com 40 cm ou mais de espessura) ou horizonte A chernozêmico quando o B incipiente apresentar argila de atividade alta e saturação por bases alta.” (EMBRAPA, 2018, p. 175). Oliveira (2008) considera que essa ordem de solo tem suas restrições relacionadas a fertilidade, profundidade do perfil e drenagem interna, entre outras características ligadas as especificidades de cada local.

Segundo Lepsch (2012), os Cambissolos típicos ocorrem em áreas de relevos com alta declividade, escarpados e montanhosos, sendo pouco profundos, com argilas de atividade média e alta, variação textural pequena, quantidades de minerais intemperizados e fragmentos de rocha. Por estarem em locais de difícil acesso e manejo complexo, geralmente ocupam locais com vegetação preservada. Mais especificamente, os Cambissolos Háplicos se sobressaem nos relevos com declividade mais acentuada e setores onde a rocha encontra-se mais subjacente no terreno, e muitas vezes ocorrem em associação com os Neossolos Litólicos.

Na área de estudo o Cambissolo ocorre associado a áreas escarpadas que circundam a área de estudo, como também em setores da depressão periférica onde a rocha subjacente está próxima à superfície. A análise morfológica do perfil de Cambissolo na área revelou que a consistência dos solos quando seca é solta, já quando úmida passa a friável, e quando molhada é não plástica e não pegajosa em superfície, e com o incremento de argila muda para pouco plástico e pouco pegajoso em profundidade. Raízes e atividade biológica são abundantes no horizonte A, e vão ficando mais escassas até não serem visíveis no horizonte C. Há, ainda, presença abundante de fragmentos de rocha ao longo do perfil.

Na FIGURA 6.1.3.1 está apresentado o mapa pedológico regional e a FIGURA 6.1.3.2 apresenta o mapa pedológico de detalhe. As FOTOS 6.1.3.1 a 6.1.3.14 ilustram o levantamento pedológico na área de estudo.



FONTE: IBGE, 2021, MAPEAMENTO DE RECURSOS NATURAIS DO BRASIL - PEDOLOGIA, ESCALA ORIGINAL 1:250.000.

0 1.000 2.000 4.000 m
PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
DATUM HORIZONTAL SIRGAS 2000 FUSO 22 SUL

LEGENDA

- CURVAS DE NÍVEL
- HIDROGRAFIA
- CORPO D'ÁGUA CONTINENTAL
- LIMITE MUNICIPAL / ESTADUAL
- FAZENDA PIMENTEIRAS
- ÁREA DE ESTUDO
- ÁREA DIRETAMENTE AFETADA - ADA

PEDOLOGIA

ARGISSOLOS

PVAe - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO EUTRÓFICO

LATOSSOLO

LAd - LATOSSOLO AMARELO DISTRÓFICO

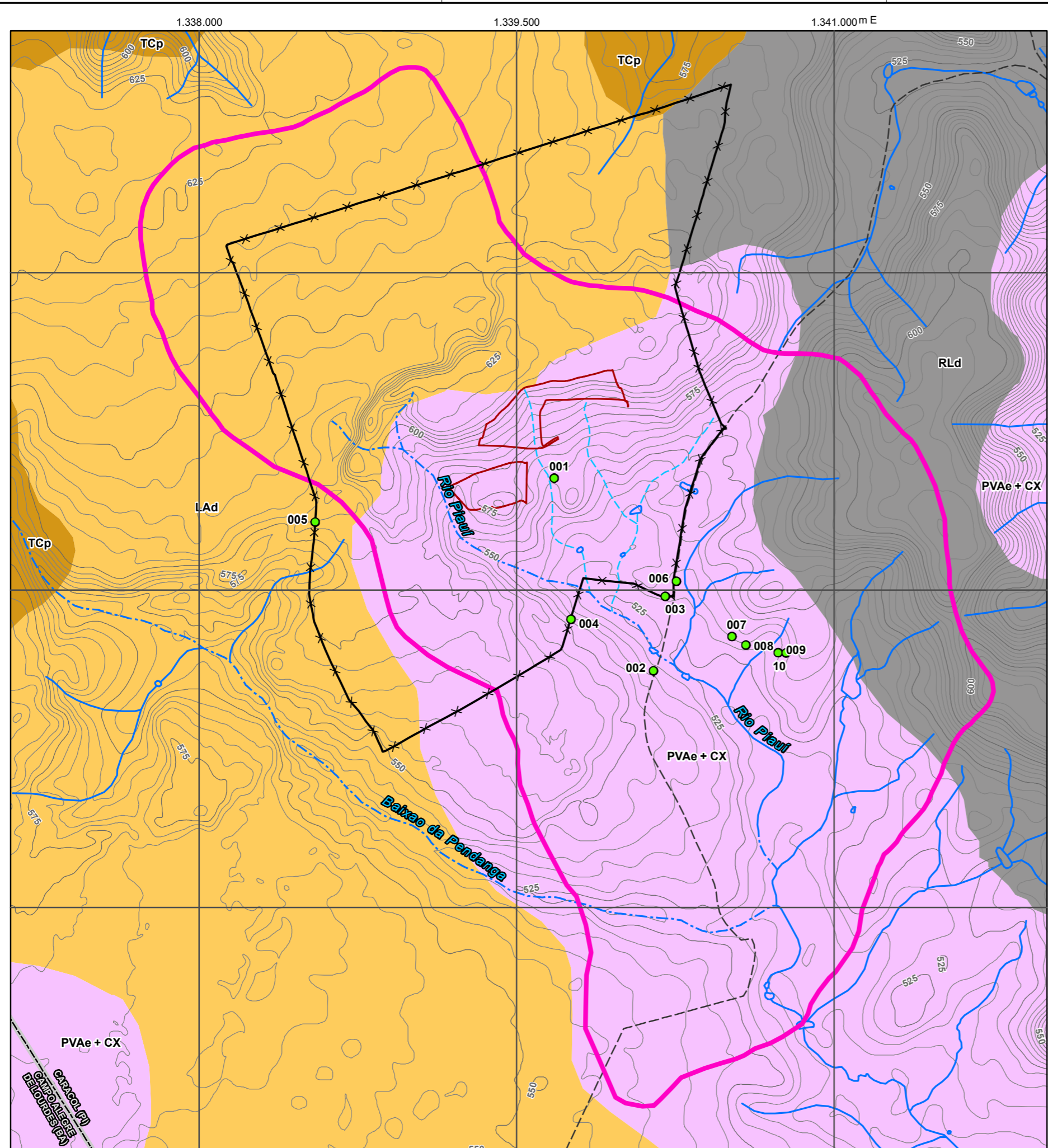
LUVISSOLOS

TCp - LUVISSOLO CRÔMICO PÁLICO

NEOSSOLOS

RLd - NEOSSOLO LITÓLICO DISTRÓFICO

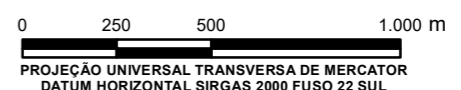
FIGURA 6.1.3.1 – Mapa pedológico.



FONTE: IBGE, 2021, ADAPTADO DE MAPEAMENTO DE RECURSO NATURAIS DO BRASIL - PEDOLOGIA, ESCALA ORIGINAL 1:250.000; LEVANTAMENTO DE CAMPO REALIZADO EM MAIO DE 2022.

LEGENDA

- ESTRADA NÃO PAVIMENTADA
 - CURVA DE NÍVEL PRINCIPAL
 - CURVA DE NÍVEL INTERMEDIÁRIA
 - CURSO D'ÁGUA PERENE
 - - - CURSO D'ÁGUA INTERMITENTE
 - - - CURSO D'ÁGUA EFÊMERO
 - CORPO D'ÁGUA
 - LIMITE MUNICIPAL / ESTADUAL
 - FAZENDA PIMENTEIRAS
 - ÁREA DE ESTUDO
 - ÁREA DIRETAMENTE AFETADA - ADA
 - PERFIS DE SOLO
- PEDOLOGIA**
- PVAe - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO EUTRÓFICO COM ASSOCIAÇÃO COMPLEXA COM CAMBISSOLO HÁPLICO
 - LAd - LATOSSOLO AMARELO DISTRÓFICO
 - TCp - LUVISSOLO CRÔMICO PÁLICO
 - RLd - NEOSSOLO LITÓLICO DISTRÓFICO



PROMINER PROJETOS LTDA		Rua França Pinto, 1233 CEP 04016-035 Vila Mariana São Paulo-SP (11) 5571-6525 prominer@prominer.com.br www.prominer.com.br	
Cliente: COMPANHIA BAIANA DE PESQUISA MINERAL – CBPM			
Projeto: ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL - EIA			
Título: MAPA PEDOLÓGICO DE DETALHE			
Responsável Técnico: ADRIANA BARBOSA RICCIARDI		Ass: <i>Adriana Barbosa Ricciardi</i>	CREA Nº: 5069559995
Escala: 1:20.000	Documento Nº: FIGURA 6.1.3.2	Revisão: 0 - 28/07/2023	



FOTO 6.1.3.1 – Perfil de solo da classe do Cambissolo Háplico, na área de estudo em antigo corte realizado para pesquisa mineral.



FOTO 6.1.3.2 – Argissolo Vermelho Amarelo identificado em corte na estrada de acesso à área de estudo.



FOTO 6.1.3.3 – Cambissolo Háplico identificado em antigo corte realizado para pesquisa mineral.



FOTO 6.1.3.4 – Argissolo Vermelho Amarelo identificado em corte na estrada de acesso à área de estudo.



FOTO 6.1.3.5 – Cambissolo Háplico identificado em antigo corte realizado para pesquisa mineral.



FOTO 6.1.3.6 – Argissolo Vermelho Amarelo identificado em corte na estrada de acesso à área de estudo.



FOTO 6.1.3.7 – Corte em estrada na área de estudo, onde foi realizado descrição do perfil de Argissolo Vermelho Amarelo.



FOTO 6.1.3.8 – Argissolo Vermelho Amarelo identificado em corte na estrada de acesso à área de estudo.



FOTO 6.1.3.9 – Detalhe do horizonte concrecionário com presença de cascalhos, muito comum nos solos pesquisados.

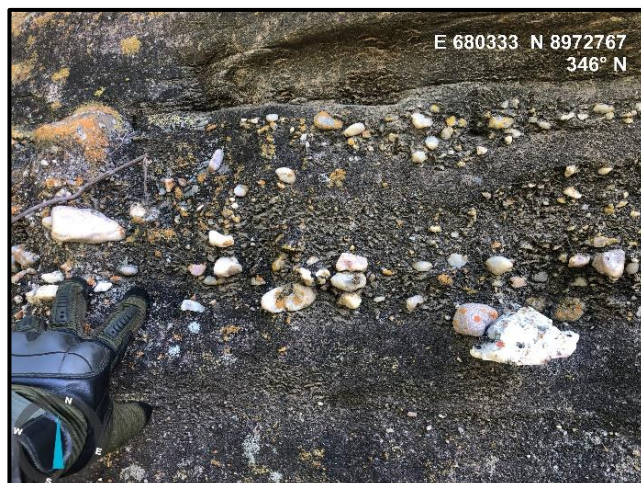


FOTO 6.1.3.10 – Área onde ocorrem os seixos e cascalhos nas escarpas mais elevadas da área, que servem de fonte dos cascalhos identificados nos horizontes pedológicos.



FOTO 6.1.3.11 – Detalhe da limpeza de perfil em vala aberta pra pesquisa mineral na área de estudo. Nestes locais predominam o Cambissolo Háplico.



FOTO 6.1.3.12 – Retilização de perfil para descrição pedológica em corte de estrada onde ocorre o Argissolo Vermelho Amarelo.



FOTO 6.1.3.13 – Estrada de acesso à localidade Baixão dos Moises. Nesta estrada, observou-se variações entre o Argissolo e o Cambissolo em diferentes posições da vertente.



FOTO 6.1.3.14 – Estrada de acesso principal que corta a área de estudo e liga os municípios de Caracol a Angico dos Dias. Observar o baixo gradiente topográfico onde predomina a classe do Argissolos.

✓ **Descrição geral da localização e situação dos perfis**

A seguir é apresentada a descrição geral da localização e situação dos perfis 1 e 2 e os QUADROS 6.1.3.1 e 6.1.3.2 sintetizam as informações morfológicas sobre os dois perfis analisados.

PERFIL 1

Data da Descrição: 05/05/2022

Classificação SiBCS: Cambissolo Háplico

Unidade de Mapeamento: CX

Município e Coordenadas: Caracol - PI; UTM 678.387mE / 8.973.162mN (Fuso 23S – Datum SIRGAS 2000)

Situação, Declive e Cobertura Vegetal sobre o Perfil: Descrito e coletado em corte de estrada (corte em antiga área de pesquisa mineral), no terço médio da vertente onde a declividade é superior a 10°, sob vegetação de caatinga

Litologia: Rochas cristalinas do Complexo Victor (Proterozoico)

Pedregosidade: Pedregosa

Rochosidade: Ligeiramente rochosa

Relevo Local: Ondulado

Relevo Regional: Ondulado

Erosão: Laminar

Drenagem: Fortemente drenado

Vegetação Primária: Caatinga

Uso Atual da Terra: Caatinga

Clima regional: Semiárido

QUADRO 6.1.3.1
DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DO PERFIL 1

Símbolo		A	Bi	C (alterita)
Horizonte	Profundidade (cm)	0 - 8	9 - 70	70 – 100+
Cor	úmida	Bruno (10 YR 5/3)	Vermelho Amarelo (7,5 YR 6/6)	-
Textura Expedita		Média (cascalhenta)	Média (cascalhenta)	Rocha alterada
Consistência	Seca	Dura	Dura	-
	Úmida	Solta	Solta	-
	Molhada	Não Plástica e Não Pegajosa	Não Plástica e Não Pegajosa	
Raízes e Atividade Biológica		Raízes abundantes e finas (até 3 mm de diâmetro), e atividade abundante (Cupins)	Raízes abundantes e finas (até 3 mm de diâmetro), e atividade abundante (Cupins)	Atividade abundante (Cupins)
Observações		Horizonte concrecionário com presença de fragmentos angulosos de rocha intemperizada com até 5cm	Horizonte concrecionário com presença de fragmentos angulosos já próxima a rocha alterada	Horizonte com formado por rocha alterada
Transição		Plana e abrupta	Plana e abrupta	-

PERFIL 2

Data da Descrição: 05/05/2022

Classificação SiBCS: Argissolo Vermelho Amarelo

Unidade de Mapeamento: PVA

Município e Coordenadas: Caracol - PI; UTM 678.872mE / 8.972.281mN (Fuso 23S – Datum SIRGAS 2000)

Situação, Declive e Cobertura Vegetal sobre o Perfil: Descrito e coletado em corte de estrada (barranco), no terço médio da vertente onde a declividade é superior a 15°, sob vegetação de caatinga.

Litologia: Rochas cristalinas do Complexo Victor (Proterozoico)

Pedregosidade: Pedregosa

Rochosidade: Ligeiramente rochosa

Relevo Local: Ondulado

Relevo Regional: Ondulado

Erosão: Laminar e linear em sulcos e ravinas

Drenagem: Fortemente drenado

Vegetação Primária: Caatinga

Uso Atual da Terra: Caatinga e setores utilizados para o cultivo agrícola

Clima regional: Semiárido

QUADRO 6.1.3.2
DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DO PERFIL 2

Horizonte	Símbolo	A	Bt	C (alterita)
	Profundidade (cm)	0 - 9	9 - 95	95 - 120+
Cor	úmida	Bruno (10YR 5/4)	Vermelho Amarelo (5YR 6/6)	-
Textura Expedita		Areno-Argilosa (cascalhenta)	Argilosa (cascalhenta)	-
Consistência	Seca	Dura	Dura	-
	Úmida	Solta	Solta	-
	Molhada	Não Plástica e Não Pegajosa	Ligeiramente Plástica e Pouco Pegajosa	
Raízes e Atividade Biológica		Raízes abundantes e finas (até 3 mm de diâmetro), e atividade abundante (Cupins)	Raízes abundantes e finas (até 3 mm de diâmetro), e atividade abundante (Cupins)	Atividade abundante (Cupins)
Observações		Horizonte concrecionário com presença de fragmentos angulosos de rocha intemperizada com até 5cm	Horizonte concrecionário com presença de fragmentos angulosos de rocha envolto em matriz argilosa, mais dispersos que horizonte A	Horizonte com formado por alterita
Transição		Plana e abrupta	Plana e abrupta	-

6.1.4. Geotecnia

O mapa geotécnico ambiental é um documento complexo que integra certo número de dados do solo, geologia, relevo e uso e ocupação da terra de uma determinada área, sintetizando e interpretando as informações, prevendo possíveis respostas à intervenção humana, pois o meio físico apresenta, além de potencialidades, limites para seu uso e ocupação (SANTOS, 1989). Zuquette e Gandolfi (2004) assinalam que “este tipo de mapeamento caracteriza-se como um processo destinado à avaliação da suscetibilidade da área à processos de superfície e subsuperfície, que busca avaliar e retratar as características dos componentes do meio físico, bem como os possíveis comportamentos frente às diferentes formas de uso do solo, processos naturais e induzidos”.

O mapeamento geotécnico ambiental da Área de Influência Indireta iniciou-se com a elaboração da Carta de Fragilidade Ambiental seguindo os procedimentos contidos em Ross (1994), fundamentada no conceito de Unidades Ecodinâmicas de Tricart (1977) que analisa o ambiente sob a ótica da geomorfologia Sistêmica (CHORLEY, 1971). Essa concepção parte do pressuposto que na natureza as trocas de energia e matéria se estabelecem por meio de relações de equilíbrio dinâmico (Hack, 1960) e por meio das intervenções antrópicas (NIR, 1981) gera-se condição de desequilíbrios. Tricart (1977) tendo como base a relação entre morfogênese e pedogênese conceituou três categorias morfodinâmicas buscando caracterizar os meios em relação ao equilíbrio dinâmico, meios estáveis, intergrades e instáveis. Para Tricart (1977) e Tricart e Killian (1982) o meio estável é aquele onde a pedogênese prevalece sobre a morfogênese, os meios intergrades são aqueles com comportamento intermediário,

com passagem gradual para os outros meios, e por fim os meios instáveis são aqueles no qual os processos morfogenéticos superam os pedogenéticos.

Partindo desses conceitos, Ross (1994) introduziu as bases e critérios para a delimitação de dois tipos de Unidades Ecodinâmicas: as Estáveis, que correspondem às áreas que se encontram em seu estado de conservação mais próximo ao natural e que tenham atingido seu estado de equilíbrio dinâmico, e as Instáveis, correspondem às áreas que progressivamente sofreram a ação do homem como desmatamento e várias atividades econômicas. A fim de que esses conceitos fossem utilizados no planejamento ambiental ampliou-se o conceito de Unidades Ecodinâmicas Instáveis ou de Instabilidade Emergente em vários graus de que vão desde muito fraca a muito forte. Para as Unidades Ecodinâmicas Estáveis, que apesar de apresentarem equilíbrio dinâmico, passam a apresentar uma Instabilidade Potencial frente às características naturais e possível intervenção antrópica em diferentes graus.

No presente caso, apresenta-se um mapa de fragilidade ou “mapa de suscetibilidade” do terreno aos processos de dinâmica, indicando os graus de fragilidade ambiental. Para a elaboração do mapa geotécnico ambiental, foi realizado levantamento bibliográfico e caracterização regional dos aspectos do meio físico que se apresentassem mais relevantes para compreensão da dinâmica atual dos processos de superfície e de subsuperfície, de forma a proporcionar uma melhor compreensão do ambiente estudado a partir de uma visão multiescalar e integradora.

A Carta de Fragilidade Ambiental individualiza as Unidades Ecodinâmicas, instáveis ou estáveis, por meio da correlação entre as classes de declividade, a pedologia presente na área e os tipos de uso e a ocupação da terra, a formas de relevo e a litologia. Para cada tema relacionado adotou-se uma fragilidade potencial com base nos estudos realizados tanto em campo como em gabinete utilizando-se das fontes primárias e secundárias, estabeleceu-se uma hierarquização da vulnerabilidade em cinco classes e cada uma atribuiu-se um valor que varia de a 5 sendo que as classes mais estáveis apresentam valores mais próximos ao 1 e as mais vulneráveis estão próximas a 5. A saber: muito baixa (1), baixa (2), média (3), alta (4) e muito alta (5).

Para a delimitação das classes de declividade tomou-se por base os intervalos de classe já aplicados nos estudos de aptidão agrícola e associados a processos erosivos, riscos de escorregamentos, deslizamento e inundações (Ross, 1994, 1999, 2004), conforme apresentado no QUADRO 6.1.4.1.

QUADRO 6.1.4.1
FRAGILIDADE PARA AS CLASSES DE DECLIVIDADES

CLASSE	FRAGILIDADE
Até 6%	Muito Baixa (1)
6 a 12%	Baixa (2)
12 a 20%	Média (3)
20 a 30%	Alta (4)
Acima de 30%	Muito Alta (5)

Os parâmetros utilizados na classificação da fragilidade dos solos foram textura, estrutura, plasticidade, grau de coesão das partículas e profundidade/espessura dos horizontes

superficiais e subsuperficiais, visto que essas características estão diretamente relacionadas com o relevo, litologia e clima (ROSS, 1994, 1999, 2004). Os valores para a vulnerabilidade dos solos são apresentados no QUADRO 6.1.4.2.

QUADRO 6.1.4.2
FRAGILIDADE PARA OS TIPOS DE SOLOS

SUBTIPO	FRAGILIDADE
Cambissolo Háplico e Neossolo Litólico	Alta (4)
Gleissolo Háplico	Alta (4)

A hierarquia dos tipos de uso e ocupação da terra é determinada pelo grau de proteção oferecida pela cobertura vegetal (ROSS, 1994, 1999, 2004), conforme apresentado no QUADRO 6.1.4.3.

QUADRO 6.1.4.3
FRAGILIDADE PARA OS USOS E OCUPAÇÕES DOS SOLOS

CLASSE	FRAGILIDADE
Campo antrópico	Alta (4)
Edificações	Alta (4)
Hidrografia	Não Utilizado
Solo exposto	Muito Alta (5)
Culturas	Média (3)
Cobertura vegetal nativa	Muito Baixa (1)
Reflorestamento com espécies exóticas	Baixa (2)

Também foram utilizados os dados referentes aos compartimentos de relevo extraídos do mapa geomorfológico de detalhe e tipos litológicos presentes na área.

O cruzamento destas cinco informações resultou na Carta de Fragilidade Ambiental, representando a vulnerabilidade das áreas conforme a hierarquização já apresentada (ROSS, 1994). Após a elaboração do mapa síntese de fragilidade ambiental em ambiente SIG, procedeu-se ao mapeamento de feições morfológicas que evidenciassem algum tipo de processo vinculado a erosões, assoreamentos, recalques, entre outros e morfologias que apresentam maiores propensões a deflagrações de processos ligados a dinâmica de superfície. Foram utilizados símbolos lineares, plotados no mapa síntese. Para complementação do mapeamento efetuou-se trabalho de campo para verificação de ocorrência de feições erosivas de assoreamentos como também aquelas ligadas a outros processos que dominam a morfodinâmica da área. Na FIGURA 6.1.4.1 é apresentado o Fluxograma simplificado com os procedimentos básicos para geração da carta geotécnica ambiental.

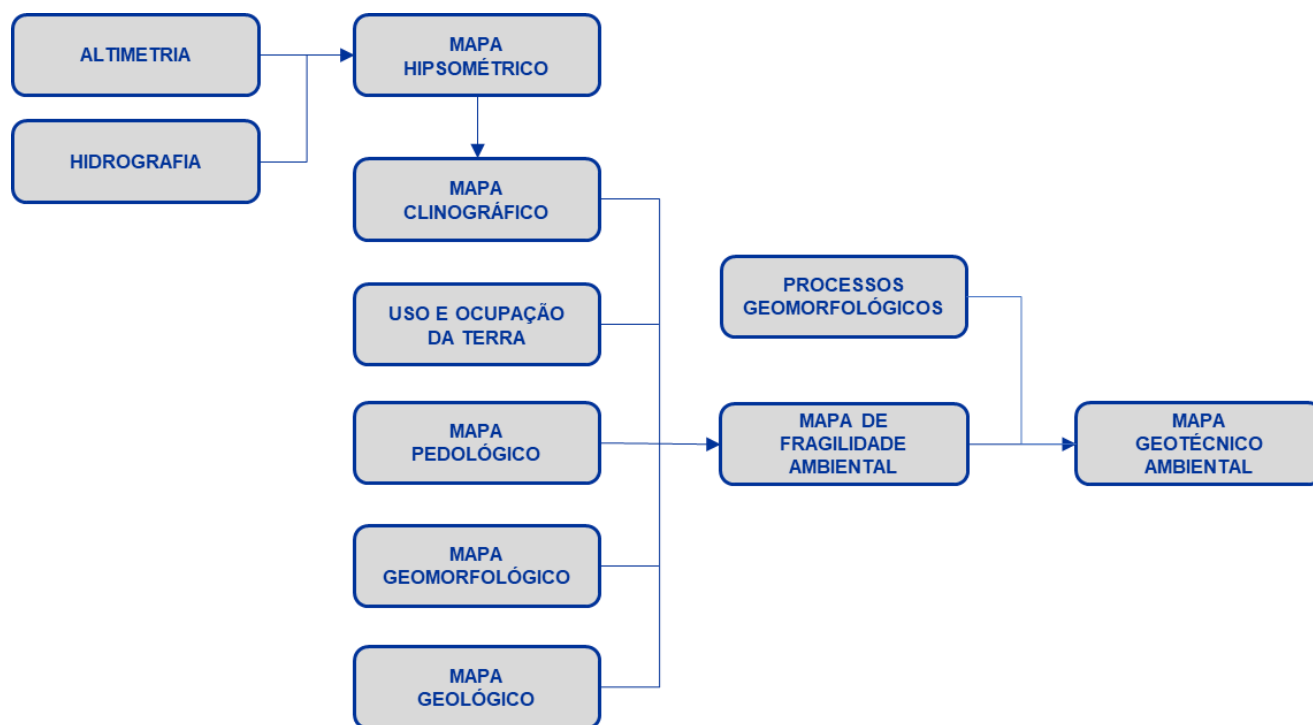


FIGURA 6.1.4.1– Fluxograma da elaboração do Mapa Geotécnico.

✓ **Procedimentos técnico-operacionais para elaboração do Mapa Geotécnico Ambiental**

O Mapa Geotécnico Ambiental foi elaborado no software de Sistema de Informação Geográfica (SIG) denominado ARCGIS.

A entrada de dados no software ARCGIS se dá de duas formas: por modelo vetorial ou por modelo matricial (“*raster*”). O modelo vetorial armazena, em um plano cartesiano, figuras geométricas utilizadas na representação gráfica dos fenômenos (o ponto, a linha e o polígono), possuindo uma tabela de atributos editável onde armazena informações pertinentes que podem ser consultadas e usadas como parâmetros para elaboração de mapas temáticos. O modelo matricial, também chamado de “*raster*”, armazena as informações em uma malha, ou grid, composto por uma estrutura de pequenas células, denominadas pixel (“*picture x element*”), onde cada célula armazena uma informação de acordo com a variação do tom de cinza que possui. Essa representação é comum em imagens de satélite e fotografias aéreas e são dispostas de acordo com as coordenadas planas ou geográficas da área retratada (ROSS et al, 1999).

Na elaboração do Mapa de Fragilidade Ambiental foram utilizados arquivos tanto vetoriais quanto matriciais, no entanto, a análise espacial e o relacionamento entre os planos de informação no software utilizado se dá apenas com arquivos matriciais, sendo necessário a rasterização dos arquivos vetoriais.

Inicialmente se utilizou as bases cartográficas na escala 1:100.000 e 1:25.000, com inserção das informações contidas nas cartas na tabela de atributos dos vetores. Com as curvas de nível, pontos cotados e drenagem foi possível a elaboração do Mapa Hipsométrico e, conseqüentemente, o Mapa Clinográfico, no qual as classes de declividade foram estabelecidas, conforme já apresentado no QUADRO 6.1.4.1.

O Mapa Clinográfico foi gerado em formato matricial, onde cada pixel apresentava uma porção do espaço e sua declividade específica. No entanto, para ser possível estabelecer a relação com as outras variáveis e atribuir um valor de fragilidade é necessário que a informação se dê não de forma pontual (pixel), mas que se encaixe em um intervalo de valores. Para isso utilizou-se a ferramenta *Spatial Analyst Tools>Reclass>Reclassify*, que redistribuiu as informações dentro das classes de fragilidade.

Em seguida foram estabelecidas as classes de fragilidade para cada tipo de uso e ocupação do solo, que já havia sido feito previamente em modelo vetorial com base em imagens de satélite de alta resolução e verificações de campo. Houve a necessidade de converter os dados para um modelo matricial para estabelecer a relação com as outras variáveis. Utilizou-se a ferramenta *Conversion Tools>To Raster>Feature to Raster*, que converteu as informações sobre os graus de fragilidade contidas nos polígonos dos diferentes tipos de uso e ocupação do solo em um grid.

A outra variável a ser considerada no Mapa de Fragilidade Ambiental é a caracterização pedológica da área de estudo. Utilizou-se o Mapa Pedológico de detalhe (FIGURA 6.1.3.2) na escala 1:25.000, obtido em versão vetorial na qual foi incluído as informações relativas aos diferentes graus de fragilidade. Na sequência realizou-se o mesmo processo de conversão de dados vetoriais para dados matriciais utilizado no uso e ocupação do solo.

As classes referentes as formas de relevo foram extraídas a partir do mapa geomorfológico. E da mesma forma procedeu-se quanto à litologias presentes na área de estudo. Ocorreu a conversão dos dados vetoriais para matriciais, utilizando a mesma técnica já explicitada anteriormente (*Conversion Tools>To Raster>Feature to Raster*).

Com as cinco variáveis necessárias para a elaboração do Mapa de Fragilidade Ambiental já convertidas em malha, foi possível estabelecer uma correlação entre as informações e atribuir diferentes pesos para cada plano de informação. O procedimento foi realizado pela ferramenta *Spatial Analyst Tools>Overlay>Weighted Overlay* trabalha sempre em matrizes numéricas.

A síntese dessa sobreposição dos planos de informação é o Mapa de Fragilidade Ambiental, que indica a vulnerabilidade das áreas variando entre muito baixa até muito alta e serviu de subsídio para o levantamento de outras informações para compor a Carta Geotécnica.

Outra informação levantada para caracterizar a geotecnia da área de estudo foram as classes de declividades associadas às áreas de risco a inundação e as áreas restritivas a ocupação. Ao longo dos canais de drenagem, observam-se áreas cuja declividade é menor ou igual a 3°, evidenciando uma propensão a sofrer inundações em eventos de maior pluviosidade. Já nas áreas com declividade superior a 30° destaca-se a tendência deflagração de processos erosivos.

A fim de mapear as feições lineares e identificar os processos geomorfológicos criou-se um arquivo vetorial onde traçou-se as feições sobre a imagem de satélite de alta resolução.

✓ **Resultados obtidos**

Por meio do mapeamento de fragilidades é possível identificar e analisar os ambientes em função de seus diferentes níveis de fragilidade. Com estas informações, podem ser apontadas as áreas onde os graus de fragilidade são mais baixos, favorecendo, desta forma,

determinados tipos de inserção, e também aquelas áreas mais frágeis onde são exigidas ações tecnicamente mais adequadas a essas condições (SPÖRL, 2001).

Algumas dessas áreas, sob o aspecto ambiental, são mais ou menos frágeis, dependendo de diversos fatores, tais como: substrato rochoso, ocorrência ou ausência de cobertura vegetal, morfologia e morfometria das formas de relevo, relações entre pedogênese e morfogênese, aspectos que condicionam os processos geológicos e geomorfológicos. Tais processos superficiais e subsuperficiais da dinâmica atual da área sofrem alterações pela inserção da variável antrópica. A ação antropogênica altera o balanço geomorfológico (produção, retirada, transporte e deposição) atingindo os limiares para a aceleração de processos e até introduzindo novos processos que não existiam na área. Estes processos acontecem entre as interações rocha-solo-relevo (pedogênese e morfogênese) e os agentes de transformação vegetação-água-clima (intemperismo) e por fim, não de menor importância, a variável humana, que modifica estas relações naturais.

Quanto ao grau de fragilidade, a leitura do mapa possibilita a visualização da distribuição espacial das fragilidades potenciais na área de estudo e as porcentagens de ocorrência de cada nível atingido pelo terreno mapeado, conforme apresentado no QUADRO 6.1.4.4.

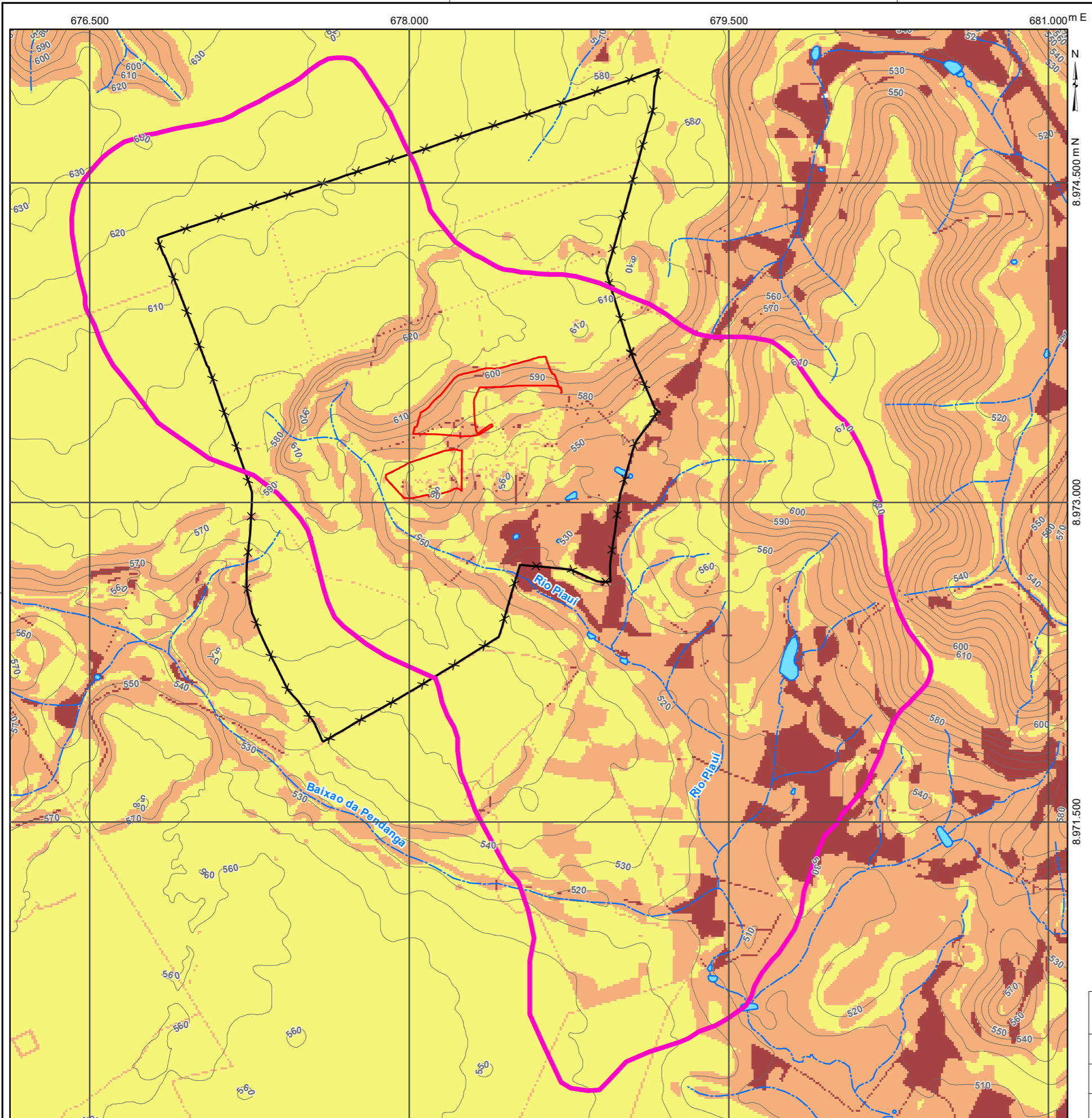
A classe com maior ocorrência é a de fragilidade baixa perfazendo cerca de 58% da área mapeada, compreendendo os setores da depressão periférica cristalina, que abrange a maior parte da área de estudo. O grau de fragilidade média ocupa cerca de 35% e majoritariamente ocorre ao longo do relevo escarpado de cuevas que bordejam a borda do planalto sedimentar. Por último, com cerca de 6% ocorre a classe de fragilidade alta, com manchas concentradas nos relevos mais íngremes associados a ocorrência de solo exposto.

Conclui-se que os processos observados na área são condicionados, em sua maioria, pelo tipo de solo, embasamento rochoso, estruturas, declividade, forma de relevo, cobertura vegetal e clima, juntamente com a inserção das atividades antrópicas que em conjunto com as características naturais impuseram uma fragilidade baixa nos setores que apresentam formas de relevo desgastadas com declividades pouco acentuadas (Depressão periférica), enquanto as fragilidades médias e altas se concentram ao longo do relevo de cuevas (escarpas). Foram identificados no mapa fragilidades muito baixas e muito altas. No QUADRO 6.1.4.4 apresentado a seguir é possível visualizar os valores de área e porcentagem distribuídos para classes fragilidade mapeadas.

**QUADRO 6.1.4.4
ÁREAS DE FRAGILIDADE POTENCIAL**

CLASSE DE FRAGILIDADE	ÁREA	
	ha	%
Baixa (2)	541,70	58,07
Média (3)	332,30	35,62
Alta (4)	56,85	6,09
Corpos d'água (nulo)	1,95	0,21
TOTAL	932,79	100,00

Na FIGURA 6.1.4.2 é apresentado o Mapa de Fragilidade Ambiental e nas FOTOS 6.1.4.1 a 6.1.4.8 estão apresentadas feições erosivas identificados na área de estudo.



LEGENDA

- CURVAS DE NÍVEL
- HIDROGRAFIA
- CURSO D'ÁGUA INTERMITENTE
- FAZENDA PIMENTEIRAS
- ÁREA DE ESTUDO
- ÁREA DIRETAMENTE AFETADA - ADA
- GRAU DE FRAGILIDADE AMBIENTAL**
- 2 - BAIXO
- 3 - MÉDIO
- 4 - ALTO

FONTE: ASF/DAAC, 2022, CURVAS DE NÍVEL EXTRAÍDAS DE IMAGEM DE SATÉLITE ALOS PALSAR AP_27058_FBS_F6990_RT1, RESOLUÇÃO DE 12,5 m, DATADA DE 2011 INTERPOLADA COM TOPOGRAFIA DE DETALHE EXTRAÍDA DE IMAGEM DE DRONE DATADA DE 15/04/22.

0 250 500 1.000 m
 PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 DATUM HORIZONTAL SIRGAS 2000 FUSO 23 SUL

		Rua França Pinto, 1233 CEP 04016-035 Vila Mariana São Paulo-SP (11) 5571-6525 prominer@prominer.com.br www.prominer.com.br	
Cliente: COMPANHIA BAIANA DE PESQUISA MINERAL – CBPM			
Projeto: ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL - EIA			
Título: MAPA DE FRAGILIDADE AMBIENTAL			
Responsável Técnico: ADRIANA BARBOSA RICCIARDI		Ass:	CREA Nº: 5069559995
Escala: 1:20.000	Documento Nº: FIGURA 6.1.4.2		Revisão: 0 - 28/07/2023



FOTO 6.1.4.1 – Setor da área de estudo marcado por sulco ocasionado pelo fluxo de água pluvial turbulento, na ruptura morfológica entre os compartimentos morfológicos na área.



FOTO 6.1.4.2 – Setor da área de estudo marcado por sulco ocasionado pelo fluxo de água pluvial turbulento, na ruptura morfológica entre os compartimentos morfológicos na área.



FOTO 6.1.4.3 – Sulcos na beira do acesso que atravessa a área de estudo originados pelo escoamento de água pluvial concentrado.



FOTO 6.1.4.4 – Feição erosiva em área próxima ao acesso mostrado na foto anterior em perfil de Argissolo. O fluxo turbulento das águas pluviais erodiu o local com a surgimento de um pequeno ravinamento.



FOTO 6.1.4.5 – Estrada abandonada no limite leste da área de estudo. A declividade acentuada e o fluxo de água pluvial turbulento provocaram o aparecimento de diversas feições erosivas no local, sobretudo sulcos e ravinas de diversas dimensões.



FOTO 6.1.4.6 – Estrada abandonada no limite leste da área de estudo. A declividade acentuada e o fluxo de água pluvial turbulento provocaram o aparecimento de diversas feições erosivas no local, sobretudo sulcos e ravinas de diversas dimensões.



FOTO 6.1.4.7 – Feições erosivas lineares (sulcos) ao longo da estrada que dá acesso o relevo escarpado, nas proximidades da localidade de Baixão do Moises. O fluxo de água pluvial escavou o local provocando o surgimento de ravinamentos.



FOTO 6.1.4.8 – Sulcos e ravinas ao longo de um acesso próximo ao Baixão do Moises. As feições erosivas observadas são causadas pelo fluxo de água pluvial aliada a alta declividade do local.

6.1.5. Espeleologia

Entre os dias 3 e 11 de maio de 2022 foi realizado levantamento de campo com objetivo de prospectar a área de estudo, buscando identificar cavidades naturais subterrâneas. O trabalho de prospecção espeleológica resultou na identificação de 21 (vinte e uma) cavidades na área de estudo, compreendida pela Fazenda Pimenteiras e seu entorno, considerando a área do projeto de extração mineral, a bacia hidrográfica (cabeceira do rio Piauí) e os limites das poligonais dos processos ANM 800.218/1985 e ANM 803.314/2012.

O objetivo central foi avaliar os possíveis impactos do empreendimento sobre o patrimônio espeleológico no limite da área de estudo.

O cruzamento dos dados bibliográficos do contexto geológico e geomorfológico da área, permitiu reconhecer um ambiente favorável à formação de cavernas, considerando o modelo de ocorrência de cavidades baseado no Sistema de Cuestas Fanerozóicas. Este modelo de ambiente cárstico é perfeitamente aplicável à área de estudo. A quantidade e tamanho das cavidades está diretamente associada à altura e verticalidade dos paredões rochosos escarpados que bordejam toda área estudada.

O padrão das cavidades obedece ao formato de “abrigo”, com altura maior que a profundidade e dominada por uma zona iluminada. Dentre tipos de formação de cavidades, os tipos: erosão de pé de encosta, e *piping* são os mais comuns e esperados para este tipo de compartimentação morfológica.

O maior destaque deste estudo foi a identificação de cavidades bioconstruídas denominadas de “paleotocas”. Tratam-se das ocorrências mais setentrionais registradas no país e de alta relevância científica, tanto espeleológica como paleontológica.

Como salientado, na fase de prospecção foram identificadas 21 cavidades, dentre as quais, 5 paleotocas. As paleotocas localizam-se no alto curso do rio Piauí, estritamente na área mais elevada de sua cabeceira onde ocorrem sedimentos que compõe a Bacia Sedimentar do Parnaíba (Paleotocas Sabiá, Cardeal, Pica-pau, Tamanduá e Raimundo).

Para caracterização do potencial espeleológico da área de estudo, foi realizado um zoneamento que caracterizou duas zonas de potencial espeleológico:

1. Área de Alto Potencial Espeleológico: definido pela ocorrência das escarpas rochosas (cuestas) da borda do planalto sedimentar;
2. Área de Potencial Espeleológico Nulo: Morfologia que compõe a Depressão periférica cristalina no setor que abrange a área de estudo.

Uma das faixas de cuestas imediatamente a norte do local pretendido para implantação da lavra, apresenta distância inferior a 250 metros do empreendimento nesta área ocorrem as 5 paleotocas, denominadas de Paleotocas Sabiá, Cardeal, Pica-pau, Tamanduá e Raimundo e um pequeno abrigo sob rocha, denominado Abrigo 51. As outras 15 cavidades identificadas encontram-se localizadas ao longo das escarpas a sul e oeste da ADA, com distâncias superiores a 500 m.

As 5 paleotocas se encontram a oeste e a mais de 375 metros de distância do depósito de estéril e se encontram a noroeste e a mais de 465 metros de distância da cava da CBPM. Já o pequeno abrigo sob rocha, denominado Abrigo 51 se encontra a leste e a menos de 100 metros de distância do depósito de estéril.



FOTO 6.1.5.1 – Paleotoca identificada na área de estudo (Ponto nº 44), localizada sob as coordenadas UTM N 8956124 e UTM E 6166422, a mais de 530 m da ADA.

A constatação da proximidade das 6 (seis) cavidades (5 cinco paleotocas e 1 abrigo) em relação ao local de implantação do empreendimento, suscitou a realização do estudo para avaliação e classificação do grau de relevância destas cavidades, tendo como base, sobretudo, a Instrução Normativa MMA 02/17.

Inicialmente, procedeu-se a verificação prévia e o mapeamento topográfico individual de cada cavidade, com a constatação da localização, características básicas e dimensões. Em uma segunda etapa foram realizados estudos específicos por equipe multidisciplinar, considerando aspectos relacionados ao meio físico (sobretudo, geologia, paleontologia, geomorfologia e hidrologia) além de levantamentos bióticos e relacionados ao possível patrimônio

arqueológico. O estudo multidisciplinar baseado na Instrução Normativa MMA 02/17, resultou na classificação do grau de relevância das cavidades que determinou que as 5 (cinco) paleotocas fossem classificadas com grau de relevância máxima, devido, principalmente, pela sua gênese rara. Todas as paleotocas da propriedade serão preservadas.

O abrigo 51, com dimensões pequenas, inferiores a 5m, e sem atributos importantes, recebeu classificação de grau de relevância baixa e será objeto de supressão.



FOTO 6.1.5.2 - Abrigo de Arenito em ponta de bloco isolado com estratificação cruzada (Ponto nº 51), localizado sob as coordenadas UTM N 8956060e UTM E 6167537.

Os estudos completos de prospecção espeleológica e de determinação do grau de relevância estão apresentados nos ANEXOS 02 e 03, respectivamente.

6.1.6. Paleontologia

O potencial paleontológico avaliado neste trabalho está relacionado às unidades litológicas previamente conhecidas e identificadas nas Áreas de Estudo. Segundo o levantamento geológico PROMINER para o presente licenciamento, as unidades geológicas dividem-se em dois grandes compartimentos:

- ✓ Depressão periférica formada por rochas gnáissico-migmatitos do Complexo Vitor, de idade arqueana / paleoproterozóica;
- ✓ Escarpamento (borda do planalto sedimentar) sustentado por arenitos e conglomerados da Formação Ipu, de idade ordoviciana / siluriana da Bacia do Parnaíba;

O levantamento do potencial fossilífero baseou-se na identificação das unidades geológicas (bacias sedimentares, grupos e formações) que afloram na região por meio de suas coordenadas combinadas com bases de dados do Serviço Geológico do Brasil, (GEOBANK, PALEO) e da ANM (MDLFB). O levantamento bibliográfico e de dados primários, durante o trabalho de campo de meio físico somaram-se à metodologia.

A partir do estudo das bases de dados verificou-se a ocorrência de 10 sítios de interesse paleontológico nos municípios de Caracol e São Raimundo Nonato. Todas estão associadas a abrigos ou depósitos sedimentares de idade Pleistocênica ou Recente.

Desta forma, o histórico de registros do Patrimônio Paleontológico coincide, em termos de área potencial de ocorrência, com o Patrimônio Espeleológico.

Durante o levantamento de campo algumas cavidades foram atribuídas a uma gênese bioconstruída, conhecida como “paleotoca”. Paleotocas são um tipo de icnofósseis, ou seja, vestígios nas rochas sedimentares resultantes de atividades de organismos, encontrados onde elas foram realizadas. Rastros, pegadas e ninhos são os tipos mais comuns de icnofósseis. As paleotocas, por sua vez são túneis escavados por paleovertebrados da megafauna Pleistocênica da América do Sul.

Na área de estudo foi identificado um sítio icnológico composto por 5 paleotocas posicionadas no terço superior da vertente rochosa de um pequeno boqueirão na cabeceira do rio Piauí. As paleotocas identificadas encontram-se localizadas em uma mesma cota altimétrica ao longo do pequeno boqueirão, a distâncias que não ultrapassam 50 metros entre elas. As paleotocas foram denominadas de Paleotocas Sabiá, Cardeal, Pica-pau, Tamanduá e Raimundo.

As paleotocas identificadas se caracterizam por uma câmara oval de piso plano horizontal e uma entrada estreita próxima ao teto. Em uma das paleotocas a morfologia é em forma de túnel, e obedece aos modelos de bioconstrução existentes em outras localidades do Brasil. Um modelo morfométrico descritivo foi elaborado para um melhor registro das ocorrências.

Apesar da expressividade do Patrimônio Paleontológico da região (Serra das Confusões e Serra da Capivara) trata-se de uma descoberta inédita na literatura, pois a ocorrência no Nordeste Brasileiro não havia sido confirmada até este momento. O trabalho de paleontologia foi realizado em conjunção com o estudo espeleológico e o resultado em forma de relatório do patrimônio paleontológico está apresentado no ANEXO 04.

Dada a natureza da paleotoca também pertencer ao Patrimônio Espeleológico, as estruturas aqui descritas foram detalhadas no documento complementar: Estudos de Relevância de Cavidades Naturais.

6.1.7. Hidrologia e hidrografia

A área de estudo localiza-se nas cabeceiras do rio Piauí, contribuinte da Bacia Hidrográfica do rio Parnaíba. O rio Parnaíba é o segundo mais importante da região Nordeste do Brasil, apresentando área de drenagem com cerca de 331.000 km² e extensão de seu curso com cerca de 1.344 km, estendendo-se pelos estados do Piauí, Maranhão e Ceará. Sua maior área de drenagem encontra-se no estado do Piauí, correspondendo a 75% do território da bacia (CPRM, 2017b).

O rio Parnaíba tem suas nascentes alojadas na Chapada das Mangabeiras, a cerca de 710 m de altitude, próximo as divisas entre Piauí, Bahia, Maranhão e Tocantins, onde foi criado, em 2015, uma unidade de conservação para proteção de suas cabeceiras, o Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba. Cabe destacar que a Chapada das Mangabeiras representa um importante divisor de águas entre os rios Parnaíba, Tocantins e São Francisco.

Os principais afluentes do rio Parnaíba pela margem direita são os rios Longá, Poti, Canindé e Gurguéia, enquanto pela margem esquerda merece destaque o rio das Balsas, que apresenta a maior vazão contribuinte (CPRM, 2017b).

Para melhor gerenciamento da bacia do rio Parnaíba foi realizada a sua divisão em seis regiões hidrográficas, seguindo os preceitos do Plano Nacional de Recursos Hídricos, sendo elas:

- Alto Parnaíba/Uruçuí Preto;
- Balsas;
- Gurguéia/Itaueira;
- Canindé/Piauí;
- Parnaíba/Poti;
- Baixo Parnaíba/Longá.

A FIGURA 6.1.7.1 apresenta o mapa da bacia hidrográfica do rio Paraíba e a sub divisão das suas regiões hidrográficas.

A área de estudo encontra-se localizada na região hidrográfica Canindé – Piauí. Segundo CPRM (2017b), a área da bacia do rio Canindé é de cerca de 80.000 km², correspondendo a cerca de 32% da área total do estado. A hidrografia desta bacia é formada pelo rio Canindé e os seus afluentes, destacando-se os rios Piauí, na margem esquerda, e o rio Itaim, na margem direita, sendo ambos intermitentes. Esta região hidrográfica apresenta os maiores déficits hídricos da bacia do Parnaíba. Caracteriza-se como a maior área de drenagem dentre as seis regiões hidrográficas que compõe a bacia do Parnaíba, drenando 89 municípios e abastecendo cerca de 40% da região semiárida nordestina. Especificamente a área de estudo encontra-se drenada pelas cabeceiras do rio Piauí, importante contribuinte do rio Canindé, afluente do rio Parnaíba.

A rede hidrográfica que drena área de estudo possui regime intermitente ou efêmero, mesmo o rio Piauí, principal coletor fluvial da área possui regime intermitente. Caracteriza-se por cursos d'água com gradiente topográfico alto em suas cabeceiras, com grandes incisões fluviais, por vezes formando pequenos boqueirões, como no caso do rio Piauí. No médio curso tornam-se mais espriados recebendo drenagens pluviais ao longo das vertentes. Nos setores mais a jusante, nos médio e baixo cursos é muito comum a presença de barramentos para contenção da água dos períodos chuvosos. A maior parte da rede hidrográfica comporta-se como canais de escoamento pluvial, exceção feita aos maiores contribuintes que drenam água por dias após uma forte chuva, caracterizando-se como intermitentes.

Foi constatada em campo diferenças entre as áreas de cabeceiras do rio Piauí e seus afluentes secundários que drenam a área de estudo, sobretudo na Fazenda Pimenteiras. Nas cabeceiras do rio Piauí foi observado maior poder de entalhe com vale bem encaixado, com alto gradiente topográfico, configurando-se os maiores cursos d'água da área, ao passo que seus afluentes, especialmente da margem esquerda, próximo as áreas previstas para lavra e depósito de estéril, apresentam vales com incisões discretas, gradientes topográficos relativamente mais baixos e cabeceiras com altitudes com cerca de 30 m abaixo das cabeceiras do rio Piauí. Essas diferenças morfológicas notáveis entre o rio Piauí e seus afluentes de primeira ordem são evidências e se refletem nos regimes fluviais distintos.

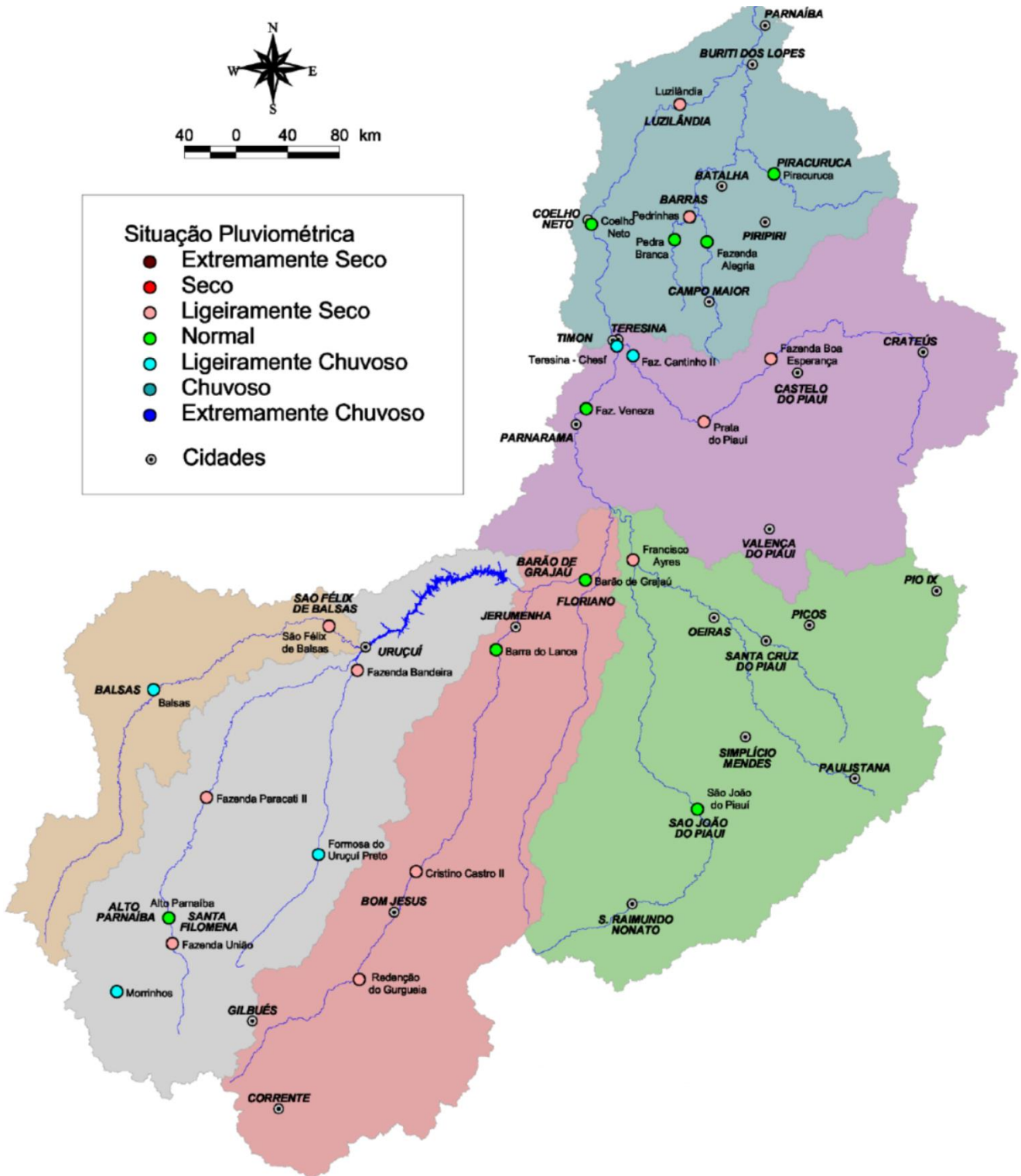


FIGURA 6.1.7.1 – Bacia hidrográfica do rio Parnaíba e suas regiões hidrográficas.

Fonte: CPRM (2017).

Ademais, foi constatado que nas cabeceiras do rio Piauí e ao longo de seu fundo de vale e em seu alto curso, a cobertura vegetal permanece verde o ano todo, ao contrário do que ocorre em seus afluentes que drenam a Fazenda Pimenteiros, evidenciando a presença de água e umidade em subsuperfície. Desta forma, essas evidências mostram que os cursos d'água de primeira ordem que drenam a fazenda Pimenteiros configuram-se em canais de escoamento de água pluvial, isto é, de regime efêmero, enquanto o rio Piauí apresenta características de um rio intermitente.

Nas FOTOS 6.1.7.1 a 6.1.7.10 são mostradas etapas do levantamento da rede hidrográfica na área.

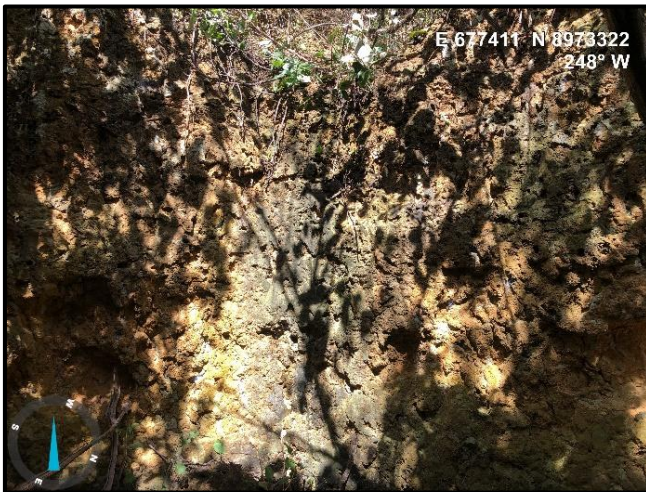


FOTO 6.1.7.1 – Quebra de relevo pronunciada em cabeceira de drenagem do maior contribuinte da área, o rio Piauí.



FOTO 6.1.7.2 – Afluente secundário de regime efêmero com leito preenchido por matacões em cabeceira de drenagem.

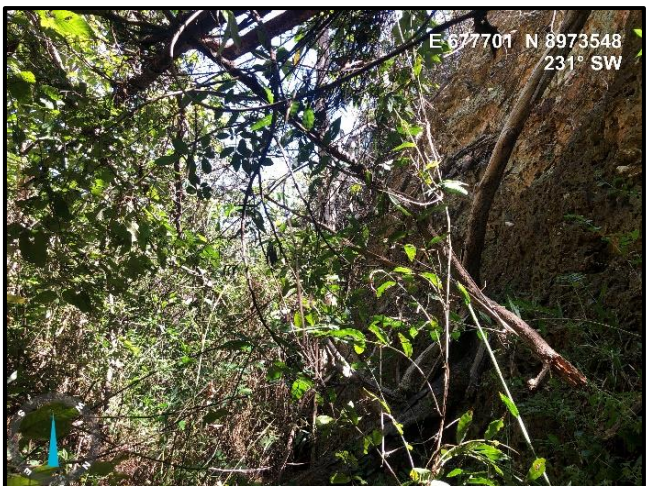


FOTO 6.1.7.3 – Pequeno boqueirão formado em cabeceira do rio Piauí.



FOTO 6.1.7.4 – Uma das inúmeras quebras de relevo da cabeceira descrita na foto anterior.

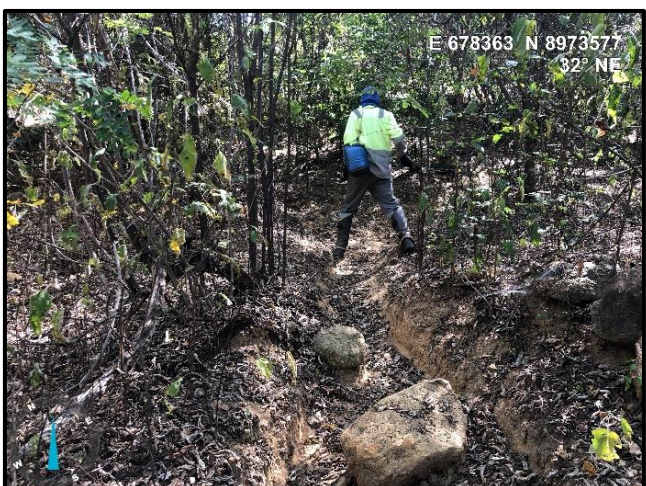


FOTO 6.1.7.5 – Cabeceira de drenagem em curso d'água de regime efêmero na área de estudo. Notar o canal escavado pelas fortes chuvas que ocorrem no período de verão.

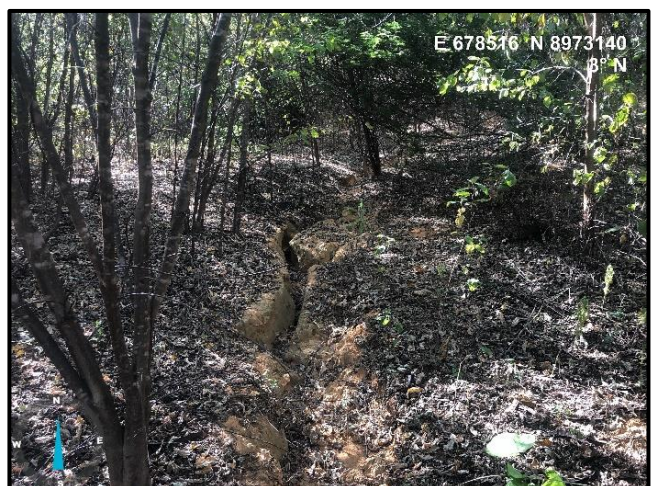


FOTO 6.1.7.6 – Cabeceira de drenagem em curso d'água de regime efêmero na área de estudo. Notar o canal escavado pelas fortes chuvas que ocorrem no período de verão.



FOTO 6.1.7.7 – Açude construído na área da Fazenda Pimenteiras para contenção da água do período chuvoso.



FOTO 6.1.7.8 – Açude construído na área da Fazenda Pimenteiras para contenção da água do período chuvoso.



FOTO 6.1.7.9 – Área de drenagem de afluente do rio Piauí, na localidade do Baixão do Moises. Observa-se o açude no em segundo plano na foto.



FOTO 6.1.7.10 – Detalhe do açude construído na localidade de Baixão do Moises.

6.1.7.1. Qualidade das águas superficiais

A caracterização da qualidade das águas superficiais na área em estudo foi realizada por meio de coleta e análise de amostras para a determinação de suas características físicas, químicas e bacteriológicas.

✓ Metodologia de Amostragem

As coletas das águas superficiais foram realizadas no Rio Piauí e afluentes, a jusante da área de interesse. As amostras foram preservadas conforme procedimento descrito no Guia de Coleta e Preservação de Amostras, publicado pela Agência Nacional das Águas – ANA, em parceria com a CETESB.

Visando detalhar a variação dos parâmetros analisados, foram realizadas 2 (duas) campanhas sazonais em épocas de chuva e seca, nos dias 12 de abril e 01 de setembro de 2022. As amostras foram encaminhadas ao Laboratório ALS Ambiental Ltda., acreditado pelo

INMETRO nos requisitos da Norma ABNT NBR ISO IEC 17.025:2017, com o certificado de acreditação apresentado anexas ao EIA.

A primeira campanha foi realizada no final da época das chuvas e devido às características da região, as coletas foram realizadas em lagoas abertas para a dessedentação dos animais da região. Conforme ilustrado nas imagens a seguir, todos os pontos estavam eutrofizados, com bastante vegetação sobre as águas.

As coordenadas UTM do ponto monitorado é apresentada no QUADRO 6.1.7.1.1 e podem ser visualizadas no DESENHO 400.0.4.2-EIA-01 – Imagem de satélite.



FOTO 6.1.7.1.1 – Ponto de monitoramento da qualidade das águas superficiais A1, em lagoa no afluente do Rio Piauí no interior da Fazenda Pimenteiras, no período de chuvas.



FOTO 6.1.7.1.2 – Ponto de monitoramento da qualidade das águas superficiais A1, em lagoa no afluente do Rio Piauí no interior da Fazenda Pimenteiras, no período de seca.



FOTO 6.1.7.1.3 – Ponto de monitoramento da qualidade das águas superficiais A2, situado no em lagoa no afluente do Rio Piauí no interior da Fazenda Pimenteiras, no período de chuvas.



FOTO 6.1.7.1.4 – Ponto de monitoramento da qualidade das águas superficiais A2, situado no em lagoa no afluente do Rio Piauí no interior da Fazenda Pimenteiras, no período de seca.



FOTO 6.1.7.1.5 – Ponto A3 (Rio Piauí) de monitoramento da qualidade das águas superficiais, no período de chuvas.



FOTO 6.1.7.1.6 – Ponto A3 (Rio Piauí) de monitoramento da qualidade das águas superficiais, no período de seca.



FOTO 6.1.7.1.7 – Ponto de monitoramento da qualidade das águas superficiais A4, situado no Rio Piauí e seus afluentes a jusante da Fazenda Pimenteiras, no período de chuvas.



FOTO 6.1.7.1.8 – Ponto de monitoramento da qualidade das águas superficiais A4, situado no Rio Piauí e seus afluentes a jusante da Fazenda Pimenteiras, no período de seca. Este ponto encontrava-se seco no período em questão.

QUADRO 6.1.7.1.1
PONTOS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

PONTO	DESCRIÇÃO	ZONA	COORDENADAS UTM		FOTO
			E (m)	N (m)	
A1	Lagoa em um afluente do Rio Piauí no interior da Fazenda Pimenteiras	23L	678.785	8.973.017	6.1.8.1 6.1.8.2
A2	Lagoa em um afluente do Rio Piauí no interior da Fazenda Pimenteiras	23L	678.688	8.972.829	6.1.8.3 6.1.8.4
A3	Rio Piauí no interior da Fazenda Pimenteiras	23L	678.516	8.972.857	6.1.8.5 6.1.8.6
A4	Rio Piauí e seus afluentes a jusante da Fazenda Pimenteiras	23L	678.678	8.972.357	6.1.8.7 6.1.8.8

Fonte: Prominer Projetos Ltda., 2022.

✓ **Resultados Obtidos**

No QUADRO 6.1.7.1.2 são apresentados os resultados do monitoramento da qualidade das águas superficiais das campanhas realizada em épocas de chuvas e seca. Os laudos de monitoramento estão apresentados no ANEXO 07 do EIA.

QUADRO 6.1.7.1.2
MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ANO DE 2022

PARÂMETRO	UNIDADE	PONTOS DE AMOSTRAGEM								LIMITES LEGAIS RES CONAMA Nº 357/05 ARTIGO 15 CLASSE II
		A1	A2	A3	A4	A1	A2	A3	A4 (SECO)	
		1ª CAMPANHA				2ª CAMPANHA				
Cor Verdadeira	mgPt/L	27	19	34	29	11	14	16	-	75
DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio	mgO2/L	34,69	< 2,00	5,29	3,91	5,38	5,05	4,58	-	5
Clorofila-a	µg/L	12	30	50	6,4	<0,75	<0,75	<0,75	-	30
Materiais Flutuantes	-	Presença	Presença	Presença	Presença	Presença	Presença	Presença	-	Virtualmente Ausente
Óleos e Graxas Visíveis	-	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	-	Virtualmente Ausente
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	11	99	< 10	62	114	87	140	-	500
Alumínio, dissolvido (Al)	mg/L	0,266	0,208	0,074	0,259	<0,0250	<0,0250	0,303	-	0,1
Antimônio (Sb)	mg/L	< 0,00050	< 0,00050	< 0,00050	< 0,00050	<0,00050	<0,00050	<0,00050	-	0,005
Arsênio (As)	mg/L	0,00087	0,00082	0,0009	0,00232	0,00124	0,00091	0,00098	-	0,01
Bário (Ba)	mg/L	0,141	0,096	0,105	0,309	0,19	0,107	0,178	-	0,7
Berílio (Be)	mg/L	< 0,00200	< 0,00200	< 0,00200	< 0,00200	<0,00200	<0,00200	<0,00200	-	0,04
Boro (B)	mg/L	< 0,250	< 0,250	< 0,250	< 0,250	<0,250	<0,250	<0,250	-	0,5
Cádmio (Cd)	mg/L	< 0,00050	< 0,00050	< 0,00050	< 0,00050	<0,00050	<0,00050	<0,00050	-	0,001
Chumbo (Pb)	mg/L	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050	0,0082	<0,0050	<0,0050	<0,0050	-	0,01
Cianeto Livre	mg/L	< 0,0010	0,0085	0,001	< 0,0010	<0,0010	0,0021	<0,0010	-	0,005
Cloreto	mg/L	0,84	0,56	0,61	< 0,50	1,6	<0,50	8,9	-	250
Cobalto (Co)	mg/L	< 0,00050	< 0,00050	< 0,00050	0,00373	0,00139	0,00108	0,00145	-	0,05
Cobre, dissolvido (Cu)	mg/L	< 0,00250	< 0,00250	< 0,00250	< 0,00250	<0,00250	<0,00250	<0,00250	-	0,009
Cromo (Cr)	mg/L	0,02	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	-	0,05
Ferro, dissolvido (Fe)	mg/L	7,5	5,9	2,2	7,4	1,5	2,4	3,3	-	0,3
Fluoreto	mg/L	0,158	0,264	0,111	0,193	8,49	0,432	0,218	-	1,4
Lítio (Li)	mg/L	< 0,0050	< 0,0050	0,0312	< 0,0050	0,01	0,0126	0,0078	-	2,5
Manganês (Mn)	mg/L	0,158	0,103	0,257	0,383	0,21	0,103	0,132	-	0,1
Mercurio (Hg)	mg/L	<0,000050	<0,000050	<0,000050	<0,000050	<0,000050	<0,000050	<0,000050	-	0,0002
Níquel (Ni)	mg/L	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	-	0,025
Nitrato como N	mg/L	< 0,11	2,2	1,6	2,8	<0,11	<0,11	<0,11	-	10
Nitrito como N	mg/L	0,03	0,47	0,16	0,26	0,018	<0,006	<0,006	-	1
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	< 0,20	< 0,20	0,28	< 0,20	<0,20	0,28	<0,20	-	*
Prata (Ag)	mg/L	< 0,00250	< 0,00250	< 0,00250	< 0,00250	<0,00250	<0,00250	<0,00250	-	0,01
Selênio (Se)	mg/L	< 0,00050	0,00066	0,00128	0,0019	<0,00050	<0,00050	<0,00050	-	0,01
Sulfato	mg/L	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	<0,50	<0,50	<0,50	-	250
Sulfeto de Hidrogênio não Dissociado (H2S)	mg/L	< 0,030	< 0,030	0,036	0,445	<0,002	<0,002	<0,002	-	0,002
Urânio (U)	mg/L	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	-	0,02
Vanádio (V)	mg/L	0,00964	< 0,00500	0,00567	0,02205	<0,00500	<0,00500	<0,00500	-	0,1
Zinco (Zn)	mg/L	0,296	0,291	0,158	0,85	0,0078	0,0099	0,0476	-	0,18
Acrilamida	µg/L	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	<0,50	<0,50	<0,50	-	0,5
Alaclor	µg/L	<0,010000	<0,010000	<0,010000	<0,010000	<0,010000	<0,010000	<0,010000	-	20
Aldrin e Dieldrin	µg/L	<0,020000	<0,020000	<0,020000	<0,020000	<0,0019000	<0,0019000	<0,0019000	-	0,005
Atrazina	µg/L	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	<0,02	<0,02	<0,02	-	2
Benzeno	mg/L	< 0,0010	< 0,0010	< 0,0010	< 0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	-	0,005
Benzidina	µg/L	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	<0,001	<0,001	<0,001	-	0,001
Benzo(a)antraceno	µg/L	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	<0,01	<0,01	<0,01	-	0,05
Benzo(a)pireno	µg/L	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	<0,01	<0,01	<0,01	-	0,05
Benzo(b)fluoranteno	µg/L	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	<0,01	<0,01	<0,01	-	0,05
Benzo(k)fluoranteno	µg/L	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	<0,01	<0,01	<0,01	-	0,05
Clordano (cis e trans)	µg/L	< 0,020000	< 0,020000	< 0,020000	< 0,020000	<0,004000	<0,004000	<0,004000	-	0,04
2-Clorofenol	µg/L	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	<0,02	<0,02	<0,02	-	0,1
Criseno	µg/L	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	<0,01	<0,01	<0,01	-	0,05
2,4-D	µg/L	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	<0,50	<0,50	<0,50	-	4
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	µg/L	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	<0,02	<0,02	<0,02	-	0,1
Dibenzo[a,h]antraceno	µg/L	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	<0,01	<0,01	<0,01	-	0,05
1,2-Dicloroetano	mg/L	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	-	0,01
1,1-Dicloroetano	mg/L	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	-	0,003
2,4-Diclorofenol	µg/L	< 0,11	< 0,11	< 0,11	< 0,11	<0,10	<0,10	<0,10	-	0,3

Continua...

QUADRO 6.1.7.1.2
MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ANO DE 2022

PARÂMETRO	UNIDADE	PONTOS DE AMOSTRAGEM								LIMITES LEGAIS
		A1	A2	A3	A4	A1	A2	A3	A4 (SECO)	RES CONAMA Nº 357/05 ARTIGO 15
		1ª CAMPANHA				2ª CAMPANHA				CLASSE II
Diclorometano (Cloreto de Metileno)	mg/L	< 0,0200	< 0,0200	< 0,0200	< 0,0200	<0,0200	<0,0200	<0,0200	-	0,02
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE p,p'-DDD)	µg/L	< 0,030000	< 0,030000	< 0,030000	< 0,030000	<0,0010	<0,0010	<0,0010	-	0,002
Dodecacloro Pentaciclodecano (Mirex)	µg/L	< 0,010000	< 0,010000	< 0,010000	< 0,010000	<0,001000	<0,001000	<0,001000	-	0,001
Endosulfan (I + II + Sulfato)	µg/L	< 0,030000	< 0,030000	< 0,030000	< 0,030000	<0,010000	<0,010000	<0,010000	-	0,056
Endrin	µg/L	< 0,010000	< 0,010000	< 0,010000	< 0,010000	<0,004000	<0,004000	<0,004000	-	0,004
Estireno	mg/L	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	-	0,02
Etilbenzeno	µg/L	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	<1,0	<1,0	<1,0	-	90
Fenóis Totais (Substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	mg/L	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	0,0036	<0,00002	<0,00002	<0,00002	-	0,003
Glifosato	µg/L	< 25	< 25	< 25	< 25	<25	<25	<25	-	65
Azinfós Metílico (Gution)	µg/L	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	<0,001	<0,001	<0,001	-	0,005
Heptacloro e Heptacloro Epóxido	µg/L	< 0,020000	< 0,020000	< 0,020000	< 0,020000	<0,010000	<0,001000	<0,001000	-	0,01
Hexaclorobenzeno	µg/L	< 0,010000	< 0,010000	< 0,010000	< 0,010000	<0,0065000	<0,0065000	<0,0065000	-	0,0065
Indeno[1,2,3-cd]pireno	µg/L	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	<0,01	<0,01	<0,01	-	0,05
gama-BHC (Lindano)	µg/L	< 0,010000	< 0,010000	< 0,010000	< 0,010000	<0,004000	<0,004000	<0,004000	-	0,02
Malation	µg/L	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	<0,02	<0,02	<0,02	-	0,1
Metolaclor	µg/L	< 0,010000	< 0,010000	< 0,010000	< 0,010000	<0,010000	<0,010000	<0,010000	-	10
Metoxicloro	µg/L	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	<0,030000	<0,030000	<0,030000	-	0,03
Paration	µg/L	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	<0,02	<0,02	<0,02	-	0,04
Soma de PCB's	µg/L	< 0,0700	< 0,0700	< 0,0700	< 0,0700	<0,0005	<0,0005	<0,0005	-	0,001
Pentaclorofenol	mg/L	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-	0,009
Simazina	µg/L	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	<0,02	<0,02	<0,02	-	2
Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno	mg/L	0,15	< 0,100	< 0,100	< 0,100	<0,100	<0,100	<0,100	-	0,5
2,4,5-T	µg/L	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	<0,50	<0,50	<0,50	-	2
Tetracloroeto de Carbono (Tetraclorometano)	mg/L	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	<0,0016	<0,0016	<0,0016	-	0,002
Tetracloroeteno (Percloroetileno/Tetracloroetileno)	mg/L	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	-	0,01
Tolueno	µg/L	< 1,000	< 1,000	< 1,000	< 1,000	<1,000	<1,000	<1,000	-	2
Toxafeno	µg/L	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	<0,010000	<0,010000	<0,010000	-	0,01
2,4,5-TP	µg/L	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	<0,50	<0,50	<0,50	-	10
Tributilestanho (TBT)	µg/L	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	<0,001	<0,001	<0,001	-	0,063
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	mg/L	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	-	0,02
Tricloroeteno (1,1,2 - Tricloroeteno)	mg/L	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050	<0,0040	<0,0040	<0,0040	-	0,03
2,4,6-Triclorofenol	mg/L	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-	0,01
Trifluralina	µg/L	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	<0,20	<0,20	<0,20	-	0,2
Xilenos Totais	µg/L	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	<3,0	<3,0	<3,0	-	300
Fósforo (P)	mg/L	0,277	0,381	0,617	0,687	0,18	0,291	0,31	-	0,030**
Densidade de cianobactérias	cel/mL	< 1	2908	< 1	< 1	<1	621	<1	-	50000
pH in situ	-	6,7	6,42	6,52	6,44	6,67	6,98	7,72	-	6,0 a 9,0
Coliformes Termotolerantes (Fecais)	NMP/100mL	47	1600	1600	1600	49	430	23	-	1000
Gosto	-	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Presença	Presença	Presença	-	Virtualmente Ausente
Odor	-	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Presença	Ausência	-	Virtualmente Ausente
Carbaril	µg/L	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,02	<0,02	<0,02	-	0,02
Cloro total	mg/L	-	-	-	-	0,19	0,13	0,18	-	0,01
Corantes artificiais	-	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	-	Virtualmente Ausente
Resíduos sólidos objetáveis	-	Presença	Presença	Presença	Presença	Presença	Presença	Presença	-	Virtualmente Ausente
Temperatura ambiente	°C	28,4	28	27,8	32	26,5	26,3	26,2	-	---
Temperatura da amostra	°C	25,57	27,14	26,67	26,45	26,8	26,7	27,4	-	40
Oxigênio dissolvido	mg/L	0,32	0,85	4,29	0,78	2,88	2,18	2,35	-	≥5,00
Oxigênio dissolvido (Saturação)	%	4,1	1,13	56,8	1,06	32	27,2	30,3	-	---

Fonte: ALS Ambiental Ltda., 2022 – Coletas: 12/04/22 e 01/09/22.

*Limites Nitrogênio Amoniacal: 3,7 (pH < 7,5), 2,0 (7,5 < pH < 8,0), 1,0 (8,0 < pH < 8,5), 0,5 (pH > 8,5).

**Limites Fósforo Total: 0,030mg/l em ambientes lênticos, 0,050mg/l em ambientes intermediários.

***Limites Nitrogênio Total: 1,27mg/l em ambientes lênticos e 2,18mg/l em ambientes lóticos.

✓ **Análise dos Resultados**

As análises dos resultados da campanha de chuvas apontam que os parâmetros coliformes termotolerantes, DBO, oxigênio dissolvido, alumínio dissolvido, ferro dissolvido, manganês, cianeto livre, sulfeto de hidrogênio, zinco, fenóis, fósforo total, materiais flutuantes e resíduos sólidos objetáveis apresentaram-se em desconformidade com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05 para classe 2.

Na campanha realizada em período de seca, os parâmetros DBO, materiais flutuantes, alumínio dissolvido, ferro dissolvido, fluoreto, manganês, gosto, odor, resíduos sólidos objetáveis e oxigênio dissolvido apresentaram-se em desconformidade com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05 para classe 2.

Ressalta-se que, na campanha de seca, o ponto A4, localizado no Rio PiauÍ e seus afluentes a jusante da Fazenda Pimenteiras encontrava-se seco.

Os parâmetros fósforo total, DBO, oxigênio dissolvido, materiais flutuantes e resíduos sólidos objetáveis, gosto e odor estão relacionados à presença de matéria orgânica no corpo hídrico, conforme FOTOS 6.1.7.1.1 a 6.1.7.1.4, vinculada à eutrofização presente em todos os pontos de monitoramento.

Os parâmetros cor e série nitrogenada, demonstram resultados elevados e, apesar de apresentar-se em conformidade com os limites estabelecidos pela legislação vigente, corroboram para a questão da eutrofização.

Quanto à presença de cianeto livre apenas no ponto A2, de acordo com a Agência de Substâncias Tóxicas e Registro de Doenças dos Estados Unidos (ATSDR), determinadas espécies de fungos, bactérias e algas tem a capacidade de produzir cianeto (ATSDR, 2006), portanto, a presença deste parâmetro pode estar vinculada ao elevado nível de eutrofização no ponto de monitoramento.

Segundo a Ficha de Informação Toxicológica da CETESB, os fluoretos podem ser encontrados em áreas rurais e urbanas na forma gasosa ou de particulado. Pode ser transportado a longas distâncias e se depositar no solo e águas superficiais. É um constituinte normal da água, sendo que a concentração depende da quantidade de precipitações recebidas na região que causam a lixiviação de depósitos naturais. Na água forma complexos com alumínio e seu transporte e transformação são influenciados pelo pH, dureza da água e a presença de materiais de troca iônica como argila.

Os coliformes termotolerantes, em desconformidade na primeira campanha, estão vinculados à presença de gado nos locais de coleta, visto que os animais utilizam o Rio PiauÍ para dessedentação.

Ainda, a presença de alumínio dissolvido, ferro dissolvido, manganês e zinco podem estar relacionadas às características geológicas da região.

A área da poligonal ANM 803.314/2012, objeto deste licenciamento, é dotada de diversos sítios e fazendas, nos quais é comum o uso de fertilizantes, o que implica em alterações na qualidade dos corpos hídricos, além da presença de animais de pastoreio, o que causa sobretudo aumento da matéria orgânica e eutrofização.

O presente licenciamento contempla a implantação da área de extração de minério de fosfato e implantação de depósito de estéril na poligonal ANM 803.314/2012. É prevista a implantação de sistema de disciplinamento e controle de águas pluviais com o objetivo de mitigar a erosão e carreamento de sólidos para os cursos d'águas naturais da região, bem como é prevista a

gestão adequada de efluentes e resíduos com o objetivo de não alterar a qualidade dos cursos d'águas naturais da região.

6.1.8. Hidrogeologia

Este item apresenta uma descrição dos aspectos hidrogeológicos em nível regional e local. São apresentados dados de caracterização geral dos aquíferos existentes na Área de Influência Direta – AID, principalmente no tocante à produtividade, tipo litológico e aspectos físicos. Além disso, serão discutidos aspectos associados à qualidade das águas subterrâneas em um ponto de amostragem nas proximidades da Fazenda Pimenteiras.

6.1.8.1. Hidrogeologia regional

A hidrogeologia da região de interesse apresenta um contexto complexo, diretamente correlacionada com a complexidade litológica observada na área, conforme apresentado no item 6.1.1 deste EIA. Resumidamente, a área de interesse do projeto Pimenteiras se encontra em uma zona de transição entre 3 grandes domínios tectono-geológicos, notadamente a extremidade norte do Cráton São-Francisco, as faixas móveis Rio Preto e Riacho do Pontal, além de terrenos sedimentares paleozóicos da base da bacia do Parnaíba.

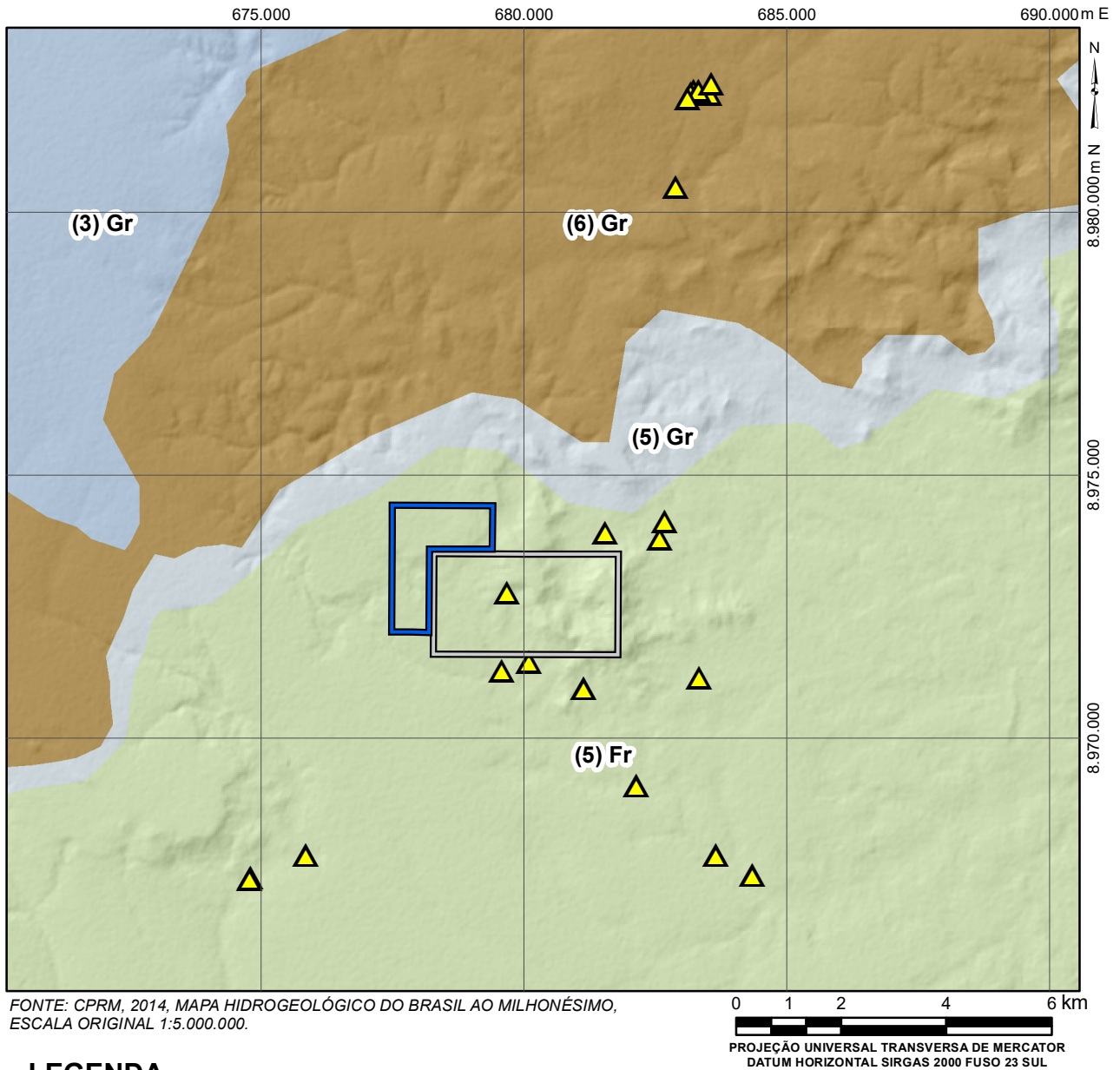
De acordo com o Mapa Hidrogeológico do Brasil ao Milionésimo (CPRM, 2014), são diferenciadas 3 grandes unidades aquíferas regionais na área, a saber: Embasamento Fraturado Indiferenciado (que corresponde geologicamente às rochas do embasamento cratônico e às faixas móveis) e duas unidades aquíferas associadas a diferentes litologias do Grupo Serra Grande, sendo eles arenitos e conglomerados e, mais a norte, siltitos e folhelhos (Formação Pimenteiras).

Mais especificamente a Área Diretamente Afetada – ADA pelo projeto está inserida sobre o contexto das rochas cristalinas, ou seja, no domínio hidrogeológico do Embasamento Fraturado Indiferenciado.




Este domínio apresenta, via de regra, um comportamento hidrogeológico com baixa produtividade, sendo caracterizado como “Classe 5” pela CPRM, tipicamente apresentando vazões específicas entre 0,04 e 0,4 m³/h/m, transmissividade (T) da ordem de 10⁻⁶ a 10⁻⁵ m²/s, condutividade hidráulica (K) variando entre 10⁻⁸ e 10⁻⁷ m²/s e vazões médias entre 1 e 10 m³/h nos poços avaliados por CPRM (2014). Desse modo, trata-se de um domínio com produtividade geralmente muito baixa, porém localmente baixa, com fornecimentos contínuos dificilmente garantidos.

As unidades hidrogeológicas imediatamente a norte da ADA, por sua vez, em reflexo de suas características geológicas (arenitos finos e conglomerados abaixo, capeados por siltitos e folhelhos) apresentam dois comportamentos também distintos. Os arenitos são classificados como uma unidade granular de produtividade geralmente muito baixa, mas com ocorrências locais de produtividade baixa, enquanto os folhelhos e siltitos são considerados aquitardes – unidade não aquífera e que permite o acúmulo de água.

Vale ressaltar que esta é uma caracterização de grande escala, podendo ocorrer diversas variantes locais. Mais detalhes sobre a hidrogeologia local são apresentados no item 6.1.8.2, adiante.






LEGENDA

-  POLIGONAL ANM 803.314/2012
-  POLIGONAL ANM 800.218/1985
-  POÇOS SIAGAS (10 Km)

HIDROGEOLOGIA

AQUÍFEROS GRANULARES

-  (3) Gr GRUPO SERRA GRANDE - UNIDADES CLÁSTICAS GROSSEIRAS
-  (5) Gr AQUITARDE PIMENTEIRAS
-  (6) Gr UNIDADE CLÁSTICA FINA (SILTITOS E FOLHELHOS)

AQUÍFEROS FRATURADOS

-  (5) Fr AQUÍFERO FRATURADO INDIFERENCIADO GNAISSES DO COMPLEXO VITOR

FIGURA 6.1.8.1 – Mapa Hidrogeológico Regional.

6.1.8.2. Hidrogeologia local

O contexto hidrogeológico local contempla basicamente duas unidades o embasamento fraturado indiferenciado, onde está inserida a ADA do projeto proposto, e o granular de produtividade muito baixa, a norte, na borda das mesetas sedimentares.

A fim de obter a maior quantidade possível de informações sobre a hidrogeologia local, a PROMINER Projetos Ltda. realizou uma busca por publicações científicas especializadas no assunto, além de identificar informações técnicas sobre os poços cadastrados no sistema SIAGAS da CPRM.

Dentre os trabalhos identificados destacam-se CPRM (2004) e Correia Filho et al. (2010). Ambos os trabalhos apresentam detalhes das características hidrogeológicas e hidrogeoquímicas da região, e podem ser utilizados como parâmetros importantes de linha-de-base ambiental.

✓ *Aquífero Fissural (Cristalino)*

O aquífero fissural, também chamado de cristalino, caracteriza-se pela presença de água nas fraturas das rochas cristalinas. Este tipo de aquífero, em geral, é capeado por uma espessura variável de solos, os quais podem gerar uma unidade aquífera separada, denominada aquífero livre.

Os aquíferos livres ocorrem regionalmente na porção saturada de solo acima das rochas cristalinas frescas. A Prominer Projetos Ltda. identificou apenas um poço (cacimba) no sistema SIAGAS que faz captação direta nesse sistema aquífero.

Não haverá distinção entre os sistemas aquíferos para fins descritivos, uma vez que, via de regra, os sistemas aquíferos livres são responsáveis pela recarga direta dos aquíferos fissurais, imediatamente abaixo. Nota-se também que, embora localmente possam existir captações nesses aquíferos, sempre em áreas de baixada ou próximos de drenagens perenes, o aquífero livre apresenta-se insipiente na maior parte da área, o que é atestado pela ausência de drenagens de menores ordens, mesmo em período de chuvas. Isto foi evidenciado pelos caminhamentos de campo, que identificaram diversas vertentes secas, vide item 6.1.7, FOTOS 6.1.7.1 a 6.1.7.6.

Uma das dificuldades em se lidar com sistemas aquíferos fraturados é a falta de dados para sua avaliação. Dada a escassez de dados sobre os aquíferos fissurais a nível local, a abordagem aplicada aqui foi a de avaliação dos dados existentes no sistema SIAGAS da CPRM. A escassez de dados para aquíferos fissurais é recorrente no Brasil devido aos seguintes fatores:

1. Alta complexidade do controle dos fluxos freáticos em sistemas fissurais – controle estrutural e hidrodinâmico;
2. Altas taxas de variações (físicas e químicas) existentes em um mesmo sistema devido a essa complexidade; e
3. Ausência de detalhamento geológico e hidrogeológico a nível local.

Dessa forma é apresentado neste trabalho uma coleta de dados que busca definir os parâmetros hidrológicos comuns para uma área de 10 km do entorno da ADA do Projeto Pimenteiras.

O raio de busca dos poços na área de 10 km foi executado no sistema do SIAGAS e os poços identificados foram selecionados através de um sistema de informações geográficas (SIG), onde foi possível restringir os resultados apenas àqueles dentro do sistema aquífero fissural.

A partir desta pesquisa, foram selecionados os poços cujos dados existentes são apresentados no QUADRO 6.1.8.2.1.

O resultado da pesquisa apresentou 14 poços cadastrados, dos quais 13 são poços tubulares e 1 é um poço tipo cacimba. Mesmo havendo o cadastro, a ausência de dados é notável. Destaca-se dentre os poços com informações detalhadas, as vazões específicas baixas entre 0,005 e 0,218 m³/h/m. As vazões estabilizadas apresentam uma variação entre 0,3 e 7 m³/h. Nota-se ainda que a profundidade média dos poços é da ordem de 70m.

Um dos fatores mais importantes do ponto de vista ambiental, entretanto, é a ocorrência de águas subterrâneas com altas condutividades elétricas, as quais apresentaram valores médios da ordem de 1.752 µs/cm. A condutividade elétrica é uma grandeza física diretamente correlacionável com sólidos totais dissolvidos, *i.e.* sais presentes na água.

Via de regra, elevadas condutividades elétricas estão associadas a águas com qualidade inferior do ponto de vista de consumo, uma vez que tendem a possuir elevadas cargas iônicas. Os limites para caracterização das águas como “doce”, “salobra”, ou “salgada” são estipulados pela Resolução CONAMA 357/2005, sendo:

I - águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰ (500mg/L);

II - águas salobras: águas com salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰ (entre 500mg/L e 3.000mg/L); e

III - águas salinas: águas com salinidade igual ou superior a 30 ‰ (acima de 3.000mg/L.)”

Para que fosse possível um enquadramento em relação à essa diretriz, foi feito um cálculo dos Sólidos Totais Dissolvidos (STDs) em relação à condutividade elétrica, utilizando a técnica de HEM (1985), com parâmetros fixados para região nordeste de acordo com Caracas (2013).

Os resultados indicam que todos os poços cuja condutividade foi medida podem ser classificados como água tipo “salobra”.

A ocorrência de águas salobras na região também foi alvo de discussão nos trabalhos de CPRM (2004), em que 27 poços foram amostrados, os quais apresentaram valores médios de 1.217,6 mg/L, sendo que apenas 4 destes 27 poços produziram água doce.

Ressalta-se que a elevada salinidade das águas pode ter reflexos tanto na operação – uma vez que a água salgada possui menor capacidade de diluição e pode interferir em processos – quanto em questões ambientais e sociais, devendo a qualidade das águas superficiais e subterrâneas serem submetidas a monitoramento constante durante o ciclo de vida do empreendimento.

**QUADRO 6.1.8.2.1
POÇOS DO SIAGAS LOCALIZADOS NA ÁREA DE ABRANGÊNCIA DO AQUÍFERO FISSURAL EM UM RAIO DE 10KM DA ADA**

PONTO	LOCALIZACAO	LATITUDE	LONGITUDE	TIPO	USO	PROFUNDIDADE (m)	NÍVEL DINÂMICO (m)	NÍVEL ESTÁTICO (m)	VAZÃO ESPECÍFICA (m³/h/m)	VAZÃO (m³/h)	CONDUTIVIDADE ELÉTRICA A (µs/cm)	SOLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS CALCULADO
2200056481	-	-9,27667	43,336944	Tubular	-	-	-	-	-	-	-	-
2200057772	PITOMBEIRA	-9,27861	-43,347222	Tubular	-	-	-	-	-	-	-	-
2200011391	BAIRRO DO CRUZEIRO	-9,27972	-43,337777	Tubular	Doméstico	80	-	-	-	7	-	-
2200056736	-	-9,28917	-43,364167	Tubular	-	-	-	-	-	-	-	-
2200011493	BAIXA DO MOISÉS	-9,30111	-43,360277	Tubular	-	87	-	-	-	-	-	-
2200011476	BAIXA DO MOISÉS	-9,3025	-43,365	Tubular	Doméstico	94	-	-	-	7	1443	937,95
2200048254	MINADOURO	-9,30361	-43,330833	Tubular	-	80	64,2	45,4	0,133	2,5	-	-
2200049414	BAIXÃO DO MOISÉS	-9,30556	-43,350833	Tubular	-	80	72	15	0,005	0,3	-	-
2200011471	LAGOA DO MATO	-9,32222	-43,341666	Tubular	Doméstico	-	-	-	-	-	1304	847,6
2200056597	-	-9,33417	-43,327778	Tubular	-	-	-	-	-	-	-	-
2900000869	ANGICO	-9,33444	-43,398888	Tubular	-	70	-	-	-	-	-	-
2200011345	CANTO DA BOA SORTE	-9,3375	-43,321388	Tubular	Doméstico	82	-	46	-	7	3060	1989
2900000868	SITIO FLORESTA	-9,33833	-43,408333	Cacimba	Doméstico	8,6	-	-	-	-	1200	780
2900034306	ANGICO DOS DIAS	-9,33861	-43,408611	Tubular	-	48	30,5	14	0,218	3,6	-	-
MÉDIA						70	56	30	0	5	1752	1139

Fonte: Modificado de SIAGAS, 2022.

✓ **Aquífero Granular – Grupo Serra Grande**

De acordo com Correia Filho et al. (2010), a região da borda sul-sudeste da Bacia do Parnaíba, na região extremo sul do estado do Piauí e divisa com estado da Bahia, caracteriza-se principalmente pela presença das unidades aquíferas atribuídas aos sistemas deposicionais Serra Grande, Cabeças e Poti-Piauí, com as intercalações de característica selante (aquitardes) Pimenteiras e Longá. As unidades fixadas por CPRM (2014), associam-se diretamente ao denominado Aquífero Serra Grande e ao aquitarde Pimenteiras.

Ainda de acordo com o trabalho de Correia Filho et al. (2010), a CPRM perfurou, no Parque Nacional da Serra da Capivara, o poço estratigráfico CC220, com 953 m de profundidade, dos quais 791 m atravessam especificamente o aquífero Serra Grande. Os parâmetros hidrogeológicos medidos nesse poço foram:

- Transmissividade $T = 7,0 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$;
- Condutividade Hidráulica $K = 2,8 \times 10^{-5} \text{ m/s}$;
- Coeficiente de armazenamento $S = 1 \times 10^{-4}$; e
- Porosidade Efetiva $\eta_e = 3\%$.

A área de ocorrência dos aquíferos granulares é a norte da ADA do empreendimento proposto, em cotas mais elevadas do que a área do projeto. Não há, portanto, relação direta entre as unidades aquíferas, podendo haver, sob as áreas de exposição das rochas sedimentares, uma relação de recarga do aquífero fissural subjacente, restrita à área de ocorrência das unidades granulares.

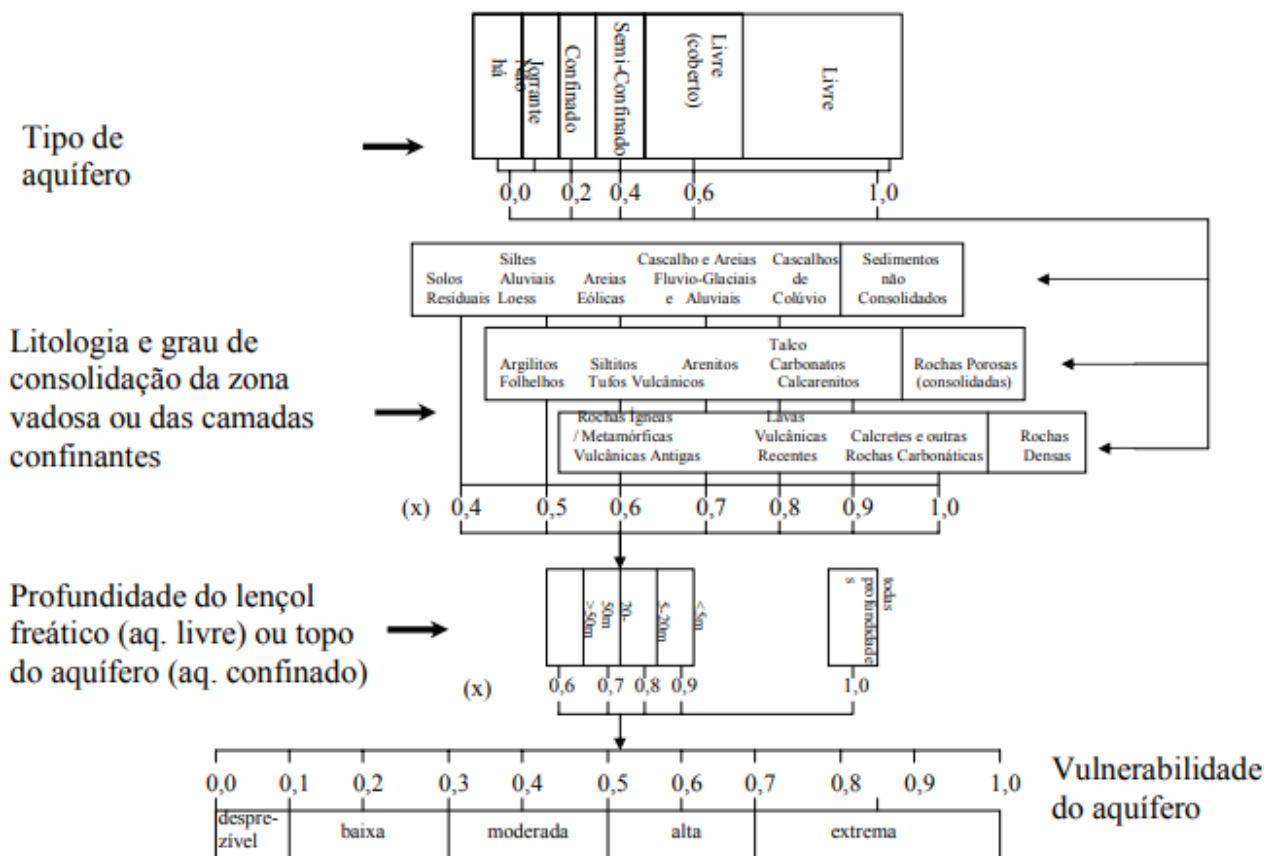
✓ **Vulnerabilidade dos aquíferos locais**

Do ponto de vista ambiental, diante do contexto hidrogeológico apresentado, o objetivo principal é identificar os distintos domínios de vulnerabilidade natural dos aquíferos a partir das configurações que podem ser obtidas aplicando-se a metodologia G.O.D., que consiste na avaliação, baseada em dados pré-existentes, da vulnerabilidade natural dos aquíferos e da carga poluidora de superfície, cuja interação entre ambos, resulta na caracterização preliminar das áreas de risco à contaminação, conforme proposição de Foster & Hirata (1995).

A análise da vulnerabilidade natural ocorreu a partir da verificação de três parâmetros básicos: (a) Grau de confinamento hidráulico, ou seja, condição de ocorrência das águas subterrâneas, (b) Ocorrência do substrato litológico e (c) Distância da água, ou seja, profundidade do nível freático. Para cada um destes parâmetros foram atribuídos valores pré-estabelecidos no modelo, que variam em escala de 0 a 1.

Para obter o Índice de vulnerabilidade natural dos aquíferos multiplicam-se os valores do Grau de confinamento hidráulico, com da Ocorrência do substrato litológico e da Distância do nível da água subterrânea. Os resultados correspondem as Classes de vulnerabilidade natural (Desprezível ou Insignificante, Baixo, Médio, Alto e Extremo) que o meio aquífero apresenta ao ser adversamente afetado por uma carga contaminante.

A FIGURA 6.1.8.2.1 apresenta o quadro de pesos aplicados pela metodologia. Aplicando-se os valores propostos na FIGURA 6.1.8.2.1, tendo-se observado os diferentes tipos litológicos existentes e sua distribuição espacial, apresenta-se, no QUADRO 6.1.8.2.1, as relações entre os parâmetros de interesse na análise, conforme Foster & Hirata (1995).



Fonte: Foster & Hirata, 1995.

FIGURA 6.1.8.2.1 - Quadro dos pesos aplicados pela metodologia

QUADRO 6.1.8.2.1

AVALIAÇÃO DOS ÍNDICES DE VULNERABILIDADE DOS AQUÍFEROS

GRUPO / FORMAÇÃO	TIPOS LITOLÓGICOS	PARÂMETROS INDICADORES DOS GRAUS DE VULNERABILIDADE DOS AQUÍFEROS (VALOR GOD)			RESULTADOS DOS PRODUTOS / CLASSIFICAÇÃO	
		TIPO DE AQUÍFERO	LITOLOGIA	PROFUNDIDADE DO NÍVEL D'ÁGUA	PRODUTO (VALORES)	VULNERABILIDADE
Aquífero Livre ¹ (solos residuais sobre gnaisses, aluviões)	Solos residuais, aluviões	1	0,5	1	0,5	Alta
Aquífero Cristalino	Gnaisses (Complexo Vitor)	0,6	0,6	0,6	0,21	Baixa
Aquífero Granular – Grupo Serra Grande	Arenitos finos e conglomeráticos, além do aquitarde Pimenteiras	0,6	0,7	0,8	0,34	Moderada

Fonte: Modificado de Foster & Hirata, 1995.

Desta forma, entende-se que pela natureza de cada tipo aquífero da área, os graus de vulnerabilidade variam entre alta, para o aquífero livre, especialmente em contexto de sedimentos inconsolidados ou próximo de corpos d'água – aluviões; moderado no caso das rochas sedimentares do Grupo Serra Grande; e baixa, para o aquífero cristalino onde incide a Área Diretamente Afetada pelo projeto.

✓ **Considerações sobre a hidrogeologia conceitual da área**

O projeto proposto está inserido em um contexto geológico complexo, em uma zona de transição entre uma borda cratônica com faixas móveis de idade Pré-cambriana (Complexo

¹ O aquífero livre na área diretamente afetada foi considerado incipiente, mas em regiões baixas e nas proximidades de drenagens perenes, podem ocorrer e são utilizados como fonte de abastecimento localmente.

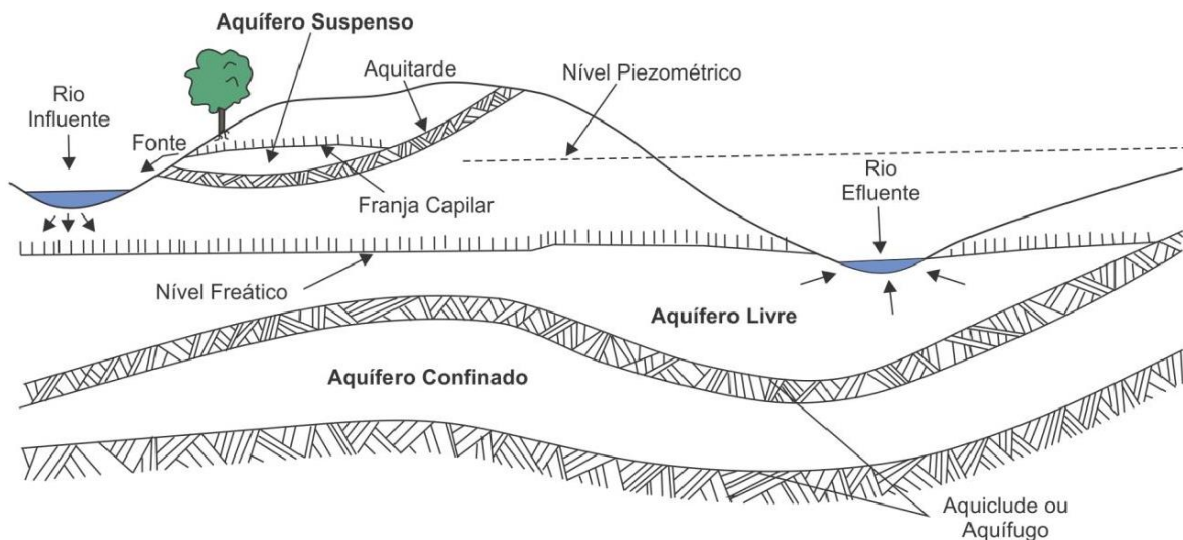
Vitor e correlatos) e um contexto de bacia sedimentar Paleozóica, a Bacia do Parnaíba, mais especificamente o Grupo Serra Grande.

A área localiza-se ainda em uma região de clima semiárido quente (Bsh de Köppen, vide item 6.1.10, adiante), marcada por escassez de chuvas, grande irregularidade de distribuição pluviométrica e temperaturas elevadas durante todo o ano. Este tipo de clima conta, portanto, com taxas de evapotranspiração mais elevadas do que a pluviosidade, configurando uma área de contínuo estresse hídrico.

Desta forma, observa-se que as unidades aquíferas existentes na área são, basicamente, reservatórios de eventos pluviais concentrados, sendo, portanto, uma importante fonte de abastecimento.

Essas condições geram uma situação em que toda a área de afloramento destas litologias se transforma em uma extensa zona de recarga, dadas as características de intermitência dos rios, uma vez que as drenagens superficiais são, invariavelmente, parte integrante do sistema hidrogeológico subterrâneo.

Isso se baseia no fato de que existem, basicamente, dois tipos de rios, os influentes e os efluentes. Os rios influentes são aqueles que efetivamente recarregam o lençol freático, fornecendo água ao sistema aquífero. Os rios efluentes, por sua vez, recebem água do subsolo. A relação entre estes rios e o aquífero livre pode ser observada na FIGURA 6.1.8.2.2.



Fonte: Mendonça, 2012.

FIGURA 6.1.8.2.2 - Rios influentes e efluentes e o nível piezométrico regional.

A relação entre as drenagens superficiais e os aquíferos livres é de interdependência. Isto quer dizer que as drenagens superficiais podem ser tanto afloramentos do nível freático (rios efluentes) como zonas de recarga (rios influentes). No caso da região do município de Caracol, por causa do elevado estresse hídrico que impera na área, os rios são basicamente do tipo influente, especialmente aqueles de menor ordem, como drenagens de cabeceira.

Os rios maiores, embora consigam se perenizar em partes de seu curso, apresentam expressiva diminuição de seu caudal durante as estiagens, configurando-se não apenas como um reservatório de emergência, mas também servindo para manter os aquíferos livres minimamente carregados, especialmente aqueles associados diretamente às suas planícies fluviais.

Em profundidade, os aquíferos fissurais apresentam um comportamento de difícil previsão, mas com a água concentrando-se em zonas de fraturas regionais, em especial em áreas de intenso fraturamento, denominado, em hidrogeologia, de conceito “riacho-fenda”, conceito esse amplamente utilizado para a locação de poços de captação.

6.1.8.3. Qualidade das águas subterrâneas

A caracterização da qualidade das águas subterrâneas na área em estudo foi realizada por meio de coleta e análise de amostras para a determinação de suas características físicas, químicas e bacteriológicas.

✓ Metodologia de Amostragem

As coletas das águas subterrâneas foram realizadas em um poço situado a nordeste da área de interesse. As amostras foram preservadas conforme procedimento descrito no Guia de Coleta e Preservação de Amostras, publicado pela Agência Nacional das Águas – ANA, em parceria com a CETESB. Houve a tentativa de coleta de um poço dentro da área de interesse, porém o mesmo encontrava-se seco, conforme observado na FOTO 6.1.8.3.1. As coordenadas UTM do ponto monitorado são apresentadas no QUADRO 6.1.8.3.1 e podem ser visualizadas no DESENHO 400.0.4.2-EIA-01 – Imagem de satélite.

QUADRO 6.1.8.3.1 PONTOS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

PONTO	DESCRIÇÃO	ZONA	COORDENADAS		FOTO
			E (m)	N (m)	
AS1	Poço a nordeste da Fazenda Pimenteiras	23L	680.446	8.975.108	6.1.8.3.2

Fonte: Prominer Projetos Ltda., 2022.



FOTO 6.1.8.3.1 – Poço no interior da área de interesse, sem condições de coleta, visto que estava seco.



FOTO 6.1.8.3.2 – Ponto de monitoramento da qualidade das águas AS1, localizado em poço a nordeste da Fazenda Pimenteiras.

✓ Resultados Obtidos

No QUADRO 6.1.8.3.2 são apresentados os resultados do monitoramento da qualidade das águas subterrâneas obtidos nas campanhas de 2022.

QUADRO 6.1.8.3.2
QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS – ANO DE 2022

PARÂMETRO	UNIDADE	PONTOS DE MONITORAMENTO		LIMITES LEGAIS Resolução CONAMA n° 420, de 28-12- 2009 (Água Subterrânea - Investigação)
		AS1 1ª C	AS1 2ª C	
Alumínio (Al)	µg/L	< 25	41,00	3500,00
Antimônio (Sb)	µg/L	< 0,5000	<0,5000	5,00
Arsênio (As)	µg/L	1,60	1,40	10,00
Bário (Ba)	µg/L	465	364	700
Boro (B)	µg/L	< 250	<250	500,00
Cádmio (Cd)	µg/L	< 0,5000	<0,5000	5,00
Chumbo (Pb)	µg/L	< 5,0	<5,0	10,00
Cobalto (Co)	µg/L	< 0,5000	<0,5000	70,00
Cobre (Cu)	µg/L	< 2,5	3,70	2000,00
Cromo (Cr)	µg/L	< 5,0	<5,0	50,00
Ferro (Fe)	µg/L	105,00	72,00	2450,00
Manganês (Mn)	µg/L	< 5,0	<5,0	400,00
Merúrio (Hg)	µg/L	< 0,050000	<0,050000	1,00
Molibdênio (Mo)	µg/L	< 5,0	<5,0	70,00
Níquel (Ni)	µg/L	< 5,0	<5,0	20,00
Nitrato como N	µg/L	10432,00	17719,00	10000,00
Prata (Ag)	µg/L	< 2,5	<2,5	50,00
Selênio (Se)	µg/L	3,5	2,2	10,00
Vanádio (V)	mg/L	0,01057	0,00898	---
Zinco (Zn)	µg/L	104	13	1050,00
Benzeno	µg/L	< 1,0	<1,0	5,00
Estireno	µg/L	< 5,0	<5,0	20,00
Etilbenzeno	µg/L	< 1,0	<1,0	300,00
Tolueno	µg/L	< 1,0	<1,0	700,00
Xilenos Totais	µg/L	< 3,0	<3,0	500,00
Antraceno	µg/L	< 0,150	<0,150	---
Benzo(a)antraceno	µg/L	< 0,15	<0,15	1,75
Benzo(k)fluoranteno	µg/L	< 0,150	<0,150	---
Benzo[g,h,i]perileno	µg/L	< 0,150	<0,150	---
Benzo(a)pireno	µg/L	< 0,150	<0,150	0,70
Criseno	µg/L	< 0,15	<0,15	---
Dibenzo[a,h]antraceno	µg/L	< 0,0400	<0,0400	0,18
Fenantreno	µg/L	0,37	<0,150	140,00
Indeno[1,2,3-cd]pireno	µg/L	< 0,150	<0,150	0,17
Naftaleno	µg/L	0,43	<0,150	140,00
Clorobenzeno (Mono)	µg/L	< 5,0	< 5,0	700,00
1,2-Diclorobenzeno	µg/L	< 5,0	< 5,0	1000,00
1,3-Diclorobenzeno	µg/L	< 5,0	< 5,0	---
1,4-Diclorobenzeno	µg/L	< 5,0	< 5,0	300,00
Triclorobenzenos (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB + 1,3,5-TCB)	µg/L	< 15	<15	20,00

Continua...

QUADRO 6.1.8.3.2
QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS – ANO DE 2022

PARÂMETRO	UNIDADE	PONTOS DE MONITORAMENTO		LIMITES LEGAIS Resolução CONAMA n° 420, de 28-12- 2009 (Água Subterrânea - Investigação)
		AS1 1ª C	AS1 2ª C	
1,2,3,4-Tetraclorobenzeno	µg/L	< 5,0	< 5,0	---
1,2,3,5-Tetraclorobenzeno	µg/L	< 5,0	< 5,0	---
1,2,4,5-Tetraclorobenzeno	µg/L	< 5,0	< 5,0	---
Hexaclorobenzeno	µg/L	< 1,0	<1,0	1
1,1-Dicloroetano	µg/L	< 5,0	< 5,0	280
1,2-Dicloroetano	µg/L	< 5,0	< 5,0	10
1,1,1-Tricloroetano (Metilclorofórmio)	µg/L	< 5,0	< 5,0	280
Cloreto de Vinila	µg/L	< 2,0	<0,500	5
1,1-Dicloroetano	µg/L	< 3,0	<3,0	30
1,2-Dicloroetano (cis e trans)	µg/L	< 10	<10	50
Tricloroetano (1,1,2 - Tricloroetano)	µg/L	< 5,0	<4,0	70
Tetracloroetano (Percloroetileno/Tetracloroetileno)	µg/L	< 3,0	<3,0	40
Diclorometano (Cloreto de Metileno)	µg/L	< 20	<20	20
Clorofórmio	µg/L	< 5,0	<5,0	200
Tetracloroeto de Carbono (Tetraclorometano)	µg/L	< 1,6	<1,6	2
2-Clorofenol	µg/L	< 0,10	<0,10	10,5
2,4-Diclorofenol	µg/L	< 0,11	<0,11	10,5
3,4-Diclorofenol	µg/L	< 5,0	<5,0	10,5
2,4,5-Triclorofenol	µg/L	< 2,0	<2,0	10,5
2,4,6-Triclorofenol	µg/L	< 2,0	<2,0	200
2,3,4,5-Tetraclorofenol	µg/L	< 2,0	<2,0	10,5
2,3,4,6-Tetraclorofenol	µg/L	< 2,0	<2,0	10,5
Pentaclorofenol	µg/L	< 2,0	<2,0	9
Cresóis Totais	µg/L	< 6,0	<6,0	175
Fenol	µg/L	< 1,0	<1,0	140
Bis(2-Etilhexil) Ftalato	µg/L	< 2,0	<2,0	8
Dimetilftalato	µg/L	< 2,0	<2,0	14
Di-n-Butilftalato	µg/L	< 2,0	<2,0	---
Aldrin e Dieldrin	µg/L	< 0,020000	<0,0019000	0,03
Endrin	µg/L	< 0,010000	<0,004000	0,6
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	µg/L	< 0,030000	<0,0010	2
beta-BHC	µg/L	< 0,010000	<0,010000	0,07
gama-BHC (Lindano)	µg/L	< 0,010000	<0,004000	2
Soma de PCB's	µg/L	< 0,070	<0,070	3,5
Temperatura ambiente	°C	27,5	25,6	---
Temperatura da amostra	°C	2,56	23,4	---
pH	---	7,92	6,82	---

Fonte: ALS Ambiental Ltda., 2022. – Coletas: 12/04/2022 e 01/09/2022.

✓ **Análise dos Resultados**

Os resultados do monitoramento das águas subterrâneas foram comparados com a Resolução CONAMA nº 420/09 e, no geral, apresentaram-se em conformidade com os limites estabelecidos, com exceção para o parâmetro nitrato.

O nitrato pode estar presente em grande parte das águas subterrâneas potencialmente contaminadas, visto que possui alta mobilidade subsuperficial e está amplamente empregado em áreas agrícolas devido ao seu uso em fertilizantes, bem como esgotamento sanitário devido ao uso de fossas negras (FOSTER, 1993; GORMLY & SPALDING, 1979; BOHLKE, 2002; WANG *et al.*, 2016; SPALDING *et al.*, 2019 *apud* STRADIOTO *et al.*, 2019).

6.1.9. Clima e condições meteorológicas

A área pretendida pela empresa CBPM para implantação da área de lavra de fosfato localiza-se no município de Caracol, no estado do Piauí, próximo à divisa com o estado da Bahia, no local abrangido pelo polígono da seca. Segundo a classificação proposta por Köppen e Geiger, a área de estudo é abrangida pelo tipo climático Bsh - semiárido quente, caracterizado por escassez de chuvas, grande irregularidade em sua distribuição e temperaturas elevadas o ano todo. A temperatura média em Caracol é de 26 °C e a pluviosidade média anual é de 550 mm/ano.

Nimer (1989) destaca que o clima da região Nordeste pode ser entendido por apresentar grande complexidade climática devido as diferenças térmicas e pluviométricas e, sobretudo, devido essencialmente a sua posição geográfica em relação aos sistemas de circulação atmosférica, sobressaindo sobre os controles climáticos estáticos (relevo, continentalidade, maritimidade e latitude).

Mendonça e Danni-Oliveira (2011) classificaram o local onde se encontra a área de estudo como sendo de clima tropical equatorial, com 9 a 11 meses seco (semiárido). É um tipo climático que ocorre em locais marcados por paisagens muito secas e quentes, com rios intermitentes. São setores da região Nordeste marcados por pequena variação térmica e baixa pluviosidade concentrada nos meses de verão.

Para caracterização local do clima da área de estudo baseou-se na série de dados registrados na estação meteorológica Caracol - PI do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. Foram gerados gráficos e análises sobre os seguintes elementos climáticos: temperatura, precipitação, umidade relativa do ar, pressão atmosférica, insolação e ventos, uma vez que são importantes elementos do clima e cuja distribuição temporo-espacial definem os padrões meteorológicos de um local.

O QUADRO 6.1.9.1, a seguir, apresenta os dados de identificação e localização da estação meteorológica de Caracol - PI, do INMET.

QUADRO 6.1.9.1 **INFORMAÇÕES SOBRE A ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA SELECIONADA**

Estação	Estação Código WMO	Latitude (°) S	Longitude (°) W	Altitude (m)	UF	Município	Data de Fundação
Caracol	A337	-9,29	-43,32	515	PI	Caracol	09/11/2007

Fonte: INMET (2022).

✓ **Temperatura**

Considerando a curva definida pelos dados de temperatura média a amplitude térmica anual atinge, aproximadamente, 3,8°C. Destaca-se a baixa variação térmica, com ausência de meses com temperatura média abaixo dos 24°C. O mês de julho apresenta a temperatura mais amena, 24,3°C, e outubro é o mês mais quente, com 28,1°C. A temperatura média anual do período histórico da estação do INMET, de 2008 a 2021, é 26°C revelando um clima de temperaturas elevadas.

Na estação Caracol - PI as médias térmicas mínimas ficaram sempre acima de 17°C e variam entre 21,3°C, em outubro e novembro, a 17,5°C, em julho, registrando uma amplitude de 3,8°C. Já no que diz respeito as temperaturas máximas, observa-se que a mais elevada atingiu 35,4°C, em outubro, e a menor temperatura registrada para o período analisado foi 31,2°C em março. Assim, ocorreu uma variação de 4,2°C entre as temperaturas máximas.

A análise da temperatura e sua variação revelam que as amplitudes térmicas são pequenas e que mesmo os meses com temperaturas médias mais amenas apresentam pouca diferença para os meses mais quentes.

A FIGURA 6.1.9.1 representa a variação anual da média térmica mensal para os componentes da média máxima, média mínima e média compensada. O gráfico de temperaturas representa os dados da estação Caracol - PI do INMET para o período de janeiro de 2008 a dezembro de 2021.

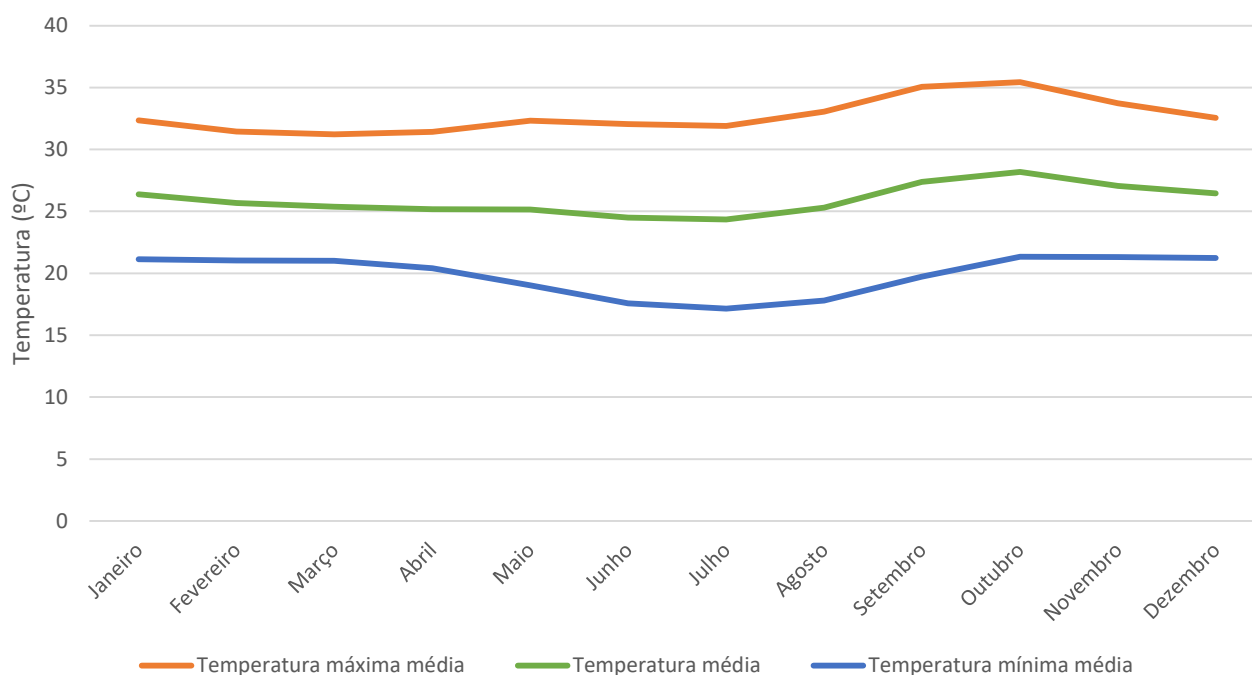


FIGURA 6.1.9.1 – Variação da temperatura em Caracol - PI (2008-2021).

Fonte: INMET (2021).

✓ **Pluviosidade x Temperatura**

É possível observar que ocorrem dois períodos bastante distintos no que tange à distribuição temporal da pluviosidade, enquanto há uniformidade na distribuição anual da temperatura. As chuvas se concentram entre os meses de primavera-verão (outubro a março), enquanto no período entre outono-inverno (abril a setembro) os índices pluviométricos caem significativamente, caracterizando o ritmo climático típico de clima semiárido.

A variação térmica anual é pouco expressiva, com amplitude térmica anual média de 3,8°C, sendo que os meses mais quentes (setembro, outubro e novembro) apresentaram temperatura média em torno de 27,5°C. No outono-inverno as temperaturas sofrem pequeno decaimento, com os meses de maio, junho e julho apresentando média de 24,6°C para o período.

Pela leitura do climograma é possível observar que há seca prolongada durante o ano e registro de mínimos pluviométricos em alguns meses no período de outono-inverno, chegando perto de zero. Os verões apresentam temperaturas elevadas e concentram as chuvas.

Para a estação de Caracol - PI destacam-se dezembro, janeiro e março como os meses mais chuvosos com média pluviométrica de 102,1 mm/mês para o período, sendo março o mês mais chuvoso com 117,4mm. A estiagem coincide com o outono-inverno, com período de seca bem marcado. Sendo o trimestre de menor precipitação maio, junho e julho, com valores médios insignificantes de 0,13 mm/mês, evidenciando o período de estiagem extrema.

A FIGURA 6.1.9.2 apresenta o climograma de Caracol – PI elaborada a partir dos dados da estação do INMET, para o período de janeiro de 2008 a dezembro de 2021, evidenciando a variação anual da precipitação média mensal e as médias mensais da temperatura.

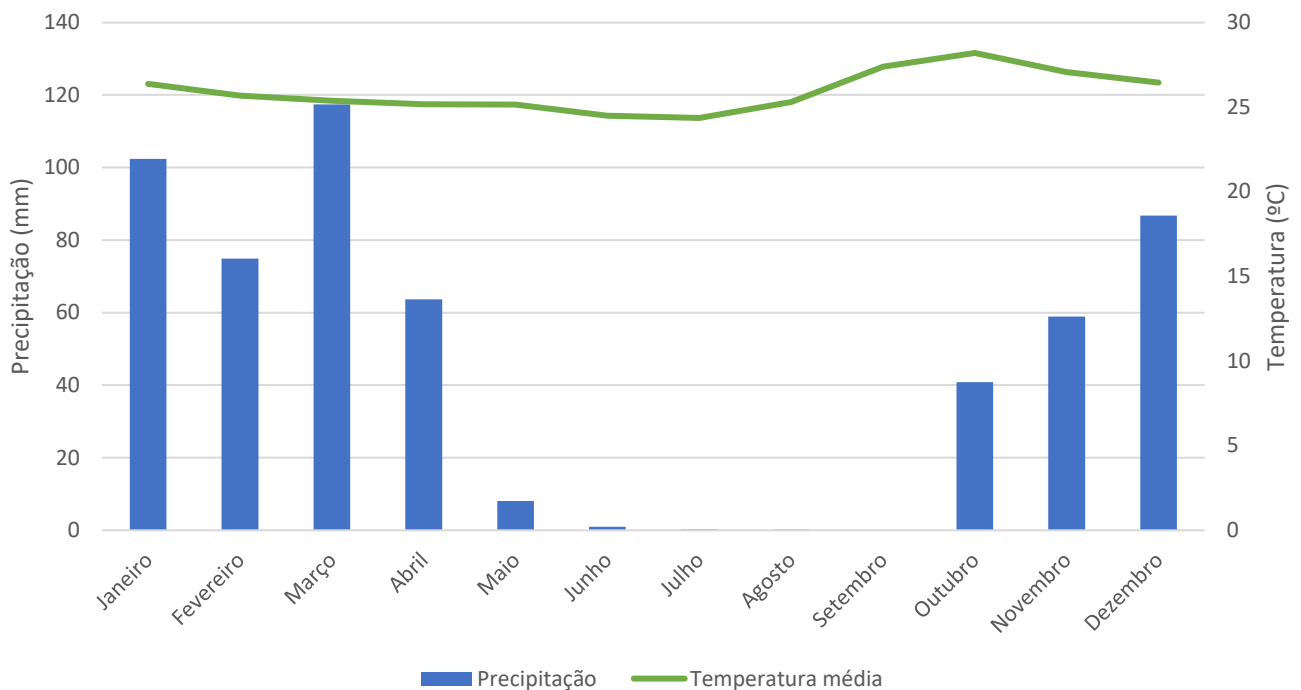


FIGURA 6.1.9.2 – Climograma de Caracol - PI (2007-2021).

Fonte: INMET (2021).

✓ **Umidade Relativa do Ar**

Os meses com maior umidade do ar coincidem com os mais chuvosos. Para o período analisado, abril apresentou maior umidade relativa, de 76,7%. Já os meses com menor umidade relativa concentraram-se nos meses mais secos, sendo de 44% em setembro. A variação da umidade do ar ao longo do ano é de 31,9%.

A FIGURA 6.1.9.3 apresenta a distribuição da umidade relativa do ar, em relação a temperatura, para a estação de Caracol - PI do INMET referente ao período de 2008 a 2021.

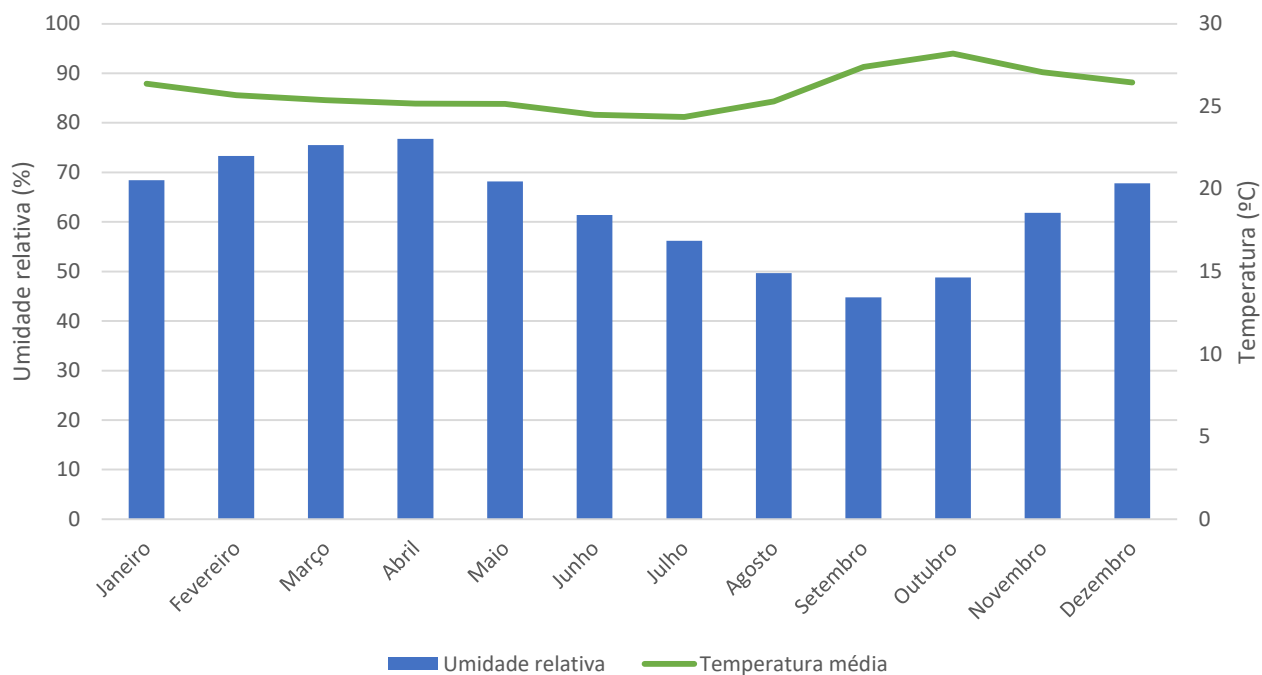


FIGURA 6.1.9.3 – Umidade relativa do ar em Caracol - PI (2007-2021).

Fonte: INMET (2021).

✓ **Pressão Atmosférica**

A FIGURA 6.1.9.4 apresenta a média mensal da pressão atmosférica para o período histórico de 2008 a 2021 para a estação de Caracol - PI.

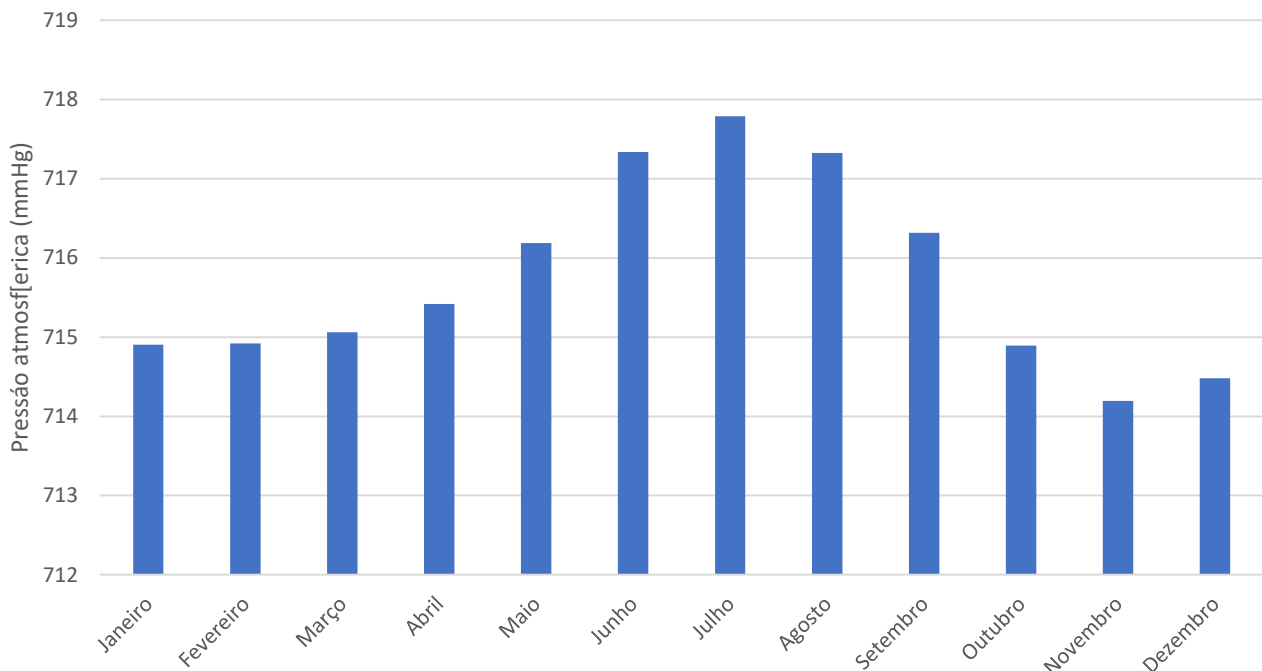


FIGURA 6.1.9.4 – Pressão atmosférica em Caracol - PI (2007-2021).

Fonte: INMET (2021)

Na prática meteorológica, a pressão atmosférica é reduzida ao nível do mar para eliminar os efeitos de altitude, tornando-a comparável espacialmente, bem como para permitir a identificação das configurações dos sistemas atmosféricos.

De uma forma geral, a pressão atmosférica em qualquer ponto da superfície terrestre, está oscilando de forma contínua com o tempo. Por isso, pode variar, em um mesmo lugar, com a hora do dia, estação do ano, como também, de local para local, ao mesmo tempo.

Para a região de Caracol, o maior valor de pressão atmosférica foi registrado em junho, igual a 717,7 mmHg, sendo que ao longo de todo o ano seu valor nunca está abaixo dos 714 mmHg. Esses valores de pressão podem influenciar na ocorrência de chuvas, uma vez que áreas de alta pressão impedem a formação de nuvens, enquanto baixas pressões concentram a formação de nuvens. Esta relação entre pressão atmosférica e chuvas pode ser identificada na estação Caracol - PI que apresenta menores valores de pressão no período primavera-verão, estação tipicamente chuvosa, já no outono-inverno, que é o período seco, ocorrem os maiores valores para este parâmetro

✓ **Insolação**

A FIGURA 6.1.9.5 apresenta os dados de radiação disponíveis para a estação Caracol - PI, para o período histórico de 2008 a 2021, medidos em watt por metro quadrado (w/m^2) e refere-se aos dias com insolação durante cada mês.

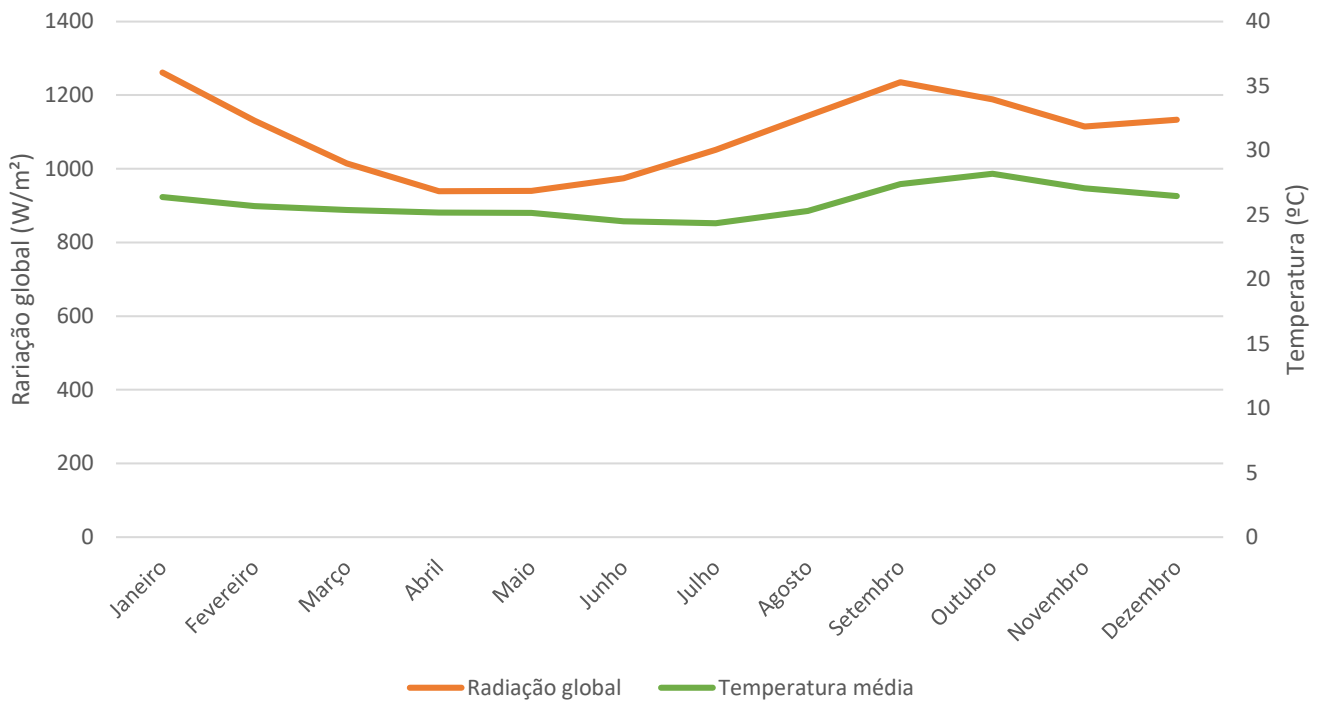


FIGURA 6.1.9.5 – Radiação em Caracol - PI (2007-2021).

Fonte: INMET (2021).

A insolação de determinada região é contabilizada pelo número de horas que a luz do sol atinge a superfície terrestre durante determinado período, sem interferências de nuvens.

A partir da leitura do gráfico de insolação é possível observar que os valores de insolação para a estação variam entre $938,19 w/m^2$, em abril, a $1260,9 w/m^2$, em janeiro, sendo controlada pela nebulosidade e períodos de horas de insolação.

Observa-se que a curva descrita pelos dados da radiação desenvolve dinâmica semelhante à da temperatura. De maneira geral, nos meses de temperaturas mais elevadas a radiação também apresenta os maiores valores e nos meses mais frios a radiação diminui.

Destaca-se que a ligeira queda no auge do verão que pode ser explicada pela presença da alta nebulosidade que caracteriza os períodos chuvosos e interfere no balanço de radiação. Por outro lado, durante o outono e inverno a radiação apresentou os maiores índices, coincidindo com período mais seco, que apresenta as maiores médias térmicas. Portanto, a alta nebulosidade predominante nos períodos chuvosos, são os principais elementos que controlam radiação solar diária.

✓ Ventos

Os ventos são causados pelas diferenças existentes no aquecimento da atmosfera, sendo resultantes do deslocamento de massas de ar, devido à diferença de pressão atmosférica entre dois locais ou entre duas áreas distintas, sendo também influenciado por efeitos da rugosidade da superfície.

A intensidade e a direção dos ventos resultam da variação espacial e temporal do balanço (saldo) de energia à superfície, que induz variações no campo de pressão atmosférica e, conseqüentemente, nos ventos. Por isso, o ar em movimento se desloca de áreas de maior pressão (mais frias) para as de menor pressão (mais aquecidas). Quanto maior for a diferença de pressão entre dois pontos, maior será a velocidade.

Na FIGURA 6.1.9.6 é apresentado o gráfico, em forma de rosa dos ventos, para o posto meteorológico de Caracol - PI do INMET. Para tal, foram utilizados dados disponíveis para o período de 2008 a 2021.

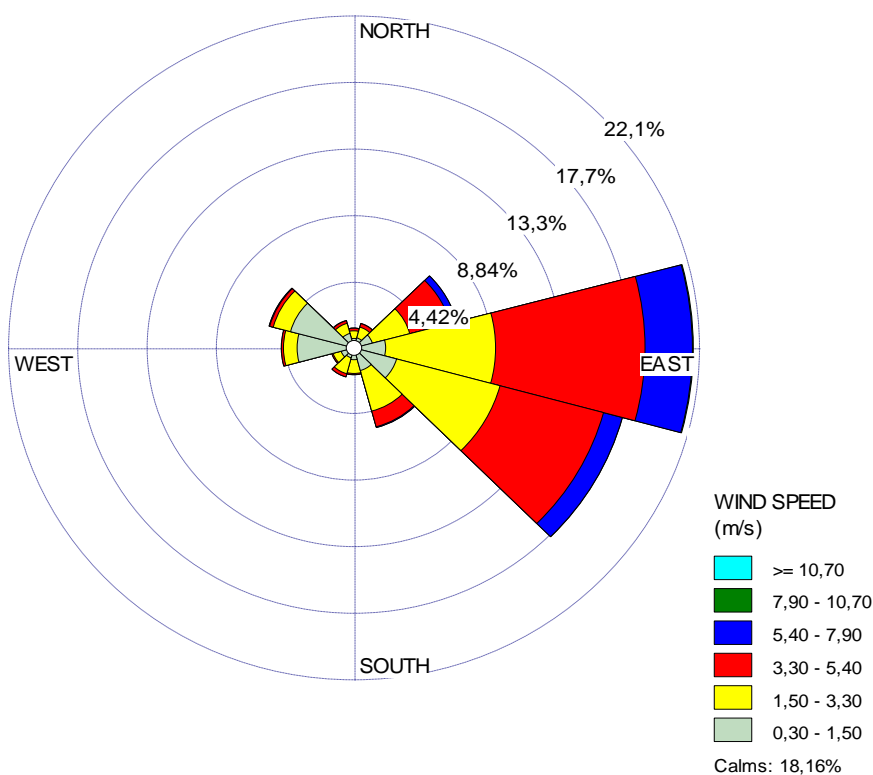


FIGURA 6.1.9.6 – Rosa dos ventos em Caracol - PI (2008-2021)

Fonte: INMET (2021).

Os dados sobre direção predominante dos ventos para a estação Caracol - PI evidenciam que a região apresenta registros predominantes de calmaria, aragem e brisa, com velocidades mais acentuadas para leste. As direções predominantes foram aquelas que atingiram os

quadrantes sudeste e leste. Os ventos vindos dos quadrantes oeste, norte e sul tiveram menor frequência e velocidades baixas.

A direção de vento do quadrante leste apresentou frequências e velocidades mais expressivas e são explicados, em parte, pela circulação atmosférica geral dos ventos alísios, relacionados ao Centro de Alta Pressão do Atlântico, enquanto as direções menos frequentes se relacionam ao avanço de sistemas perturbados vindos de sul, que são mais raros.

A classificação da velocidade dos ventos é feita através da escala de Beaufort que classifica os ventos de acordo com a escala de velocidade. Para a estação estudada ocorrem brisas com maior frequência, enquanto aragem e calmaria são menos frequentes.

6.1.10. Qualidade do ar

Para a caracterização da qualidade do ar na área de estudo utilizou-se como indicador a concentração de material particulado (MP₁₀), conforme detalhado a seguir.

✓ Metodologia de Amostragem

Para a coleta do material particulado (MP₁₀), foram instalados Amostradores de Grande Volume acoplado a um separador inercial de partículas – PM₁₀. Estes amostradores foram fabricados e operados de acordo com os procedimentos definidos pela norma ABNT NBR 13.412:1995 (Material particulado em suspensão no ar ambiente - Determinação da concentração de partículas inaláveis pelo método do amostrador de grande volume acoplado a um separador inercial de partículas).

Nesse método, o ar é succionado durante um período de 24 h ± 1 h, através de um filtro, geralmente de fibra de vidro ou outro material relativamente inerte, não higroscópico e que apresente baixa resistência à passagem do ar. A vazão de ar succionado se mantém dentro de uma faixa constante de 1,13 m³/min.

O cálculo da massa de material particulado inalável é determinado através da técnica da gravimetria. O dispositivo indicador de fluxo de ar é calibrado utilizando-se um padrão de transferência de vazão (PTV).

O filtro é pesado antes e depois da amostragem numa balança sob condições especiais de temperatura e umidade, a fim de se determinar o ganho líquido em massa. Antes de cada pesagem, o filtro é pré-condicionado por pelo menos 24 h. O volume de ar amostrado corrigido para condições-padrão (25°C e 760 mmHg) é determinado a partir da vazão medida e do tempo de amostragem.

A concentração de MP₁₀ no ar ambiente é calculada dividindo-se a massa das partículas inaláveis coletadas pelo volume de ar amostrado, corrigido para condições-padrão, e é expressa em microgramas por metro cúbico (µg/m³). O método se aplica para medições de concentrações em massa de MP₁₀ para partículas que apresentam diâmetro aerodinâmico inferior ou igual a 10 µm.

Para os cálculos de amostragem e calibração dos equipamentos, bem como para melhor análise dos resultados obtidos, foram utilizados os dados da estação meteorológica instalada junto a um dos pontos de monitoramento, além dos dados meteorológicos da estação automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada no município de Caracol.

Para a caracterização da qualidade do ar na área em estudo, são apresentadas as amostragens de MP₁₀ realizadas nas campanhas de 2022, nos pontos descritos no QUADRO 6.1.10.1. A localização destes pontos de amostragem da qualidade do ar pode ser visualizada no DESENHO 400.0.4.2-EIA-01 – Imagem de satélite.

**QUADRO 6.1.10.1
PONTOS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR**

PONTO	DESCRIÇÃO	ZONA	COORDENADAS		FOTO
			E (m)	N (m)	
PM1	Residência vizinha, ao sul da poligonal ANM 800.218/1985	23L	679.312	8.970.848	6.1.10.1
PM2 EM1	Residência vizinha, a sudoeste da poligonal ANM 800.218/1985	23L	678.802	8.972.081	6.1.10.2
PM3	Residência vizinha, ao norte da poligonal ANM 800.218/1985	23L	679.261	8.973.514	6.1.10.3

Fonte: Prominer Projetos Ltda., 2022.



FOTO 6.1.10.1 – Ponto de monitoramento da qualidade do ar PM1, localizado em residência vizinha, ao sul da poligonal ANM 800.218/1985.



FOTO 6.1.10.2 – Ponto de monitoramento da qualidade do ar PM2 e estação meteorológica EM1, localizados em residência vizinha, a sudoeste da poligonal ANM 800.218/1985.



FOTO 6.1.10.3 – Ponto de monitoramento da qualidade do ar PM2, localizado em residência vizinha, ao norte da poligonal ANM 800.218/1985.

✓ **Resultados Obtidos**

Nos QUADROS 6.1.10.2 a 6.1.10.3 e nas FIGURAS 6.1.10.1 e 6.1.10.2 são apresentados os dados meteorológicos e os resultados do monitoramento da qualidade do ar obtidos nas campanhas de 2022.

QUADRO 6.1.10.2 DADOS METEOROLÓGICOS DO ANO DE 2022

PERÍODO DE AMOSTRAGEM	TEMPERATURA (°C)	PRESSÃO (mmHg)	UMIDADE (%)	PRECIPITAÇÃO (mm)	DIREÇÃO DOS VENTOS	VELOCIDADE DOS VENTOS (km/h)
06.04.22	26,7	731,5	72,7	0,0	E	3,60
07.04.22	26,8	731,9	68,2	0,0	WNW	1,90
08.04.22	28,0	731,8	65,6	0,0	ENE	3,40
09.04.22	27,2	731,1	71,0	0,0	SSE	1,30
10.04.22	25,5	730,9	86,8	0,0	NNW	2,10
11.04.22	25,1	731,3	88,5	0,0	WNW	0,00
26.08.22	26,4	712,8	36,1	0,0	SSE	1,20
27.08.22	26,8	712,4	33,7	0,0	SSE	1,00
28.08.22	26,2	712,1	35,2	0,0	NW	4,51
29.08.22	26,1	711,5	36,4	0,0	SW	5,20
30.08.22	25,5	712,5	42,9	0,0	SSE	3,37
31.08.22	24,7	712,1	43,6	0,0	SE	2,04

Fonte: Prominer Projetos Ltda., 2022.

QUADRO 6.1.10.3 MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR DO ANO DE 2022

PERÍODO DE AMOSTRAGEM	CONCENTRAÇÕES (µg/m³)		
	PM1	PM2	PM3
06.04.22	20	54	---
07.04.22	21	20	---
08.04.22	24	27	---
09.04.22	---	---	65
10.04.22	---	---	46
11.04.22	---	---	9
26.08.22	80	103	---
27.08.22	54	70	---
28.08.22	42	138	---
29.08.22	---	---	42
30.08.22	---	---	25
31.08.22	---	---	21

Fonte: Prominer Projetos Ltda., 2022.

CONCENTRAÇÕES DE MP₁₀ NA 1ª CAMPANHA DE 2022

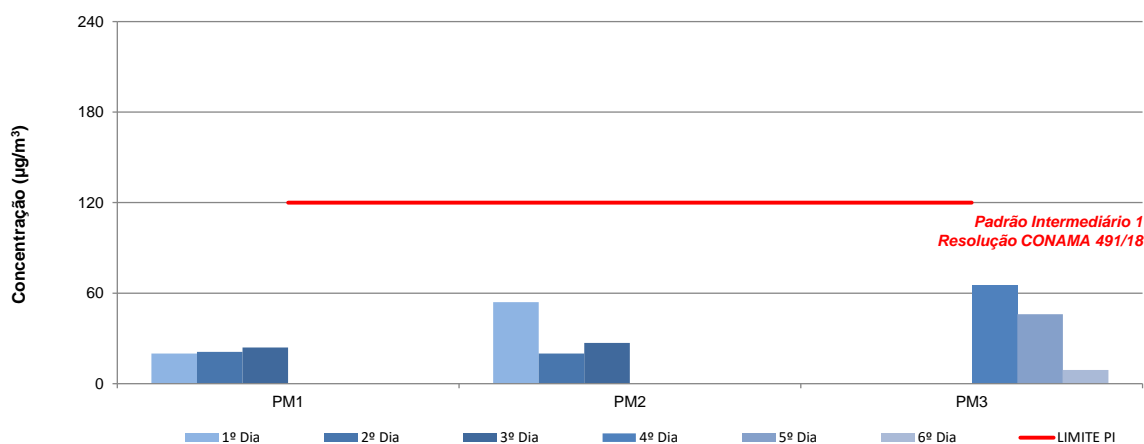


FIGURA 6.1.10.1 – Gráfico das concentrações obtidas na 1ª campanha de 2022 e o limite estipulado pela Resolução CONAMA nº 491/2018.

CONCENTRAÇÕES DE MP₁₀ NA 2ª CAMPANHA DE 2022

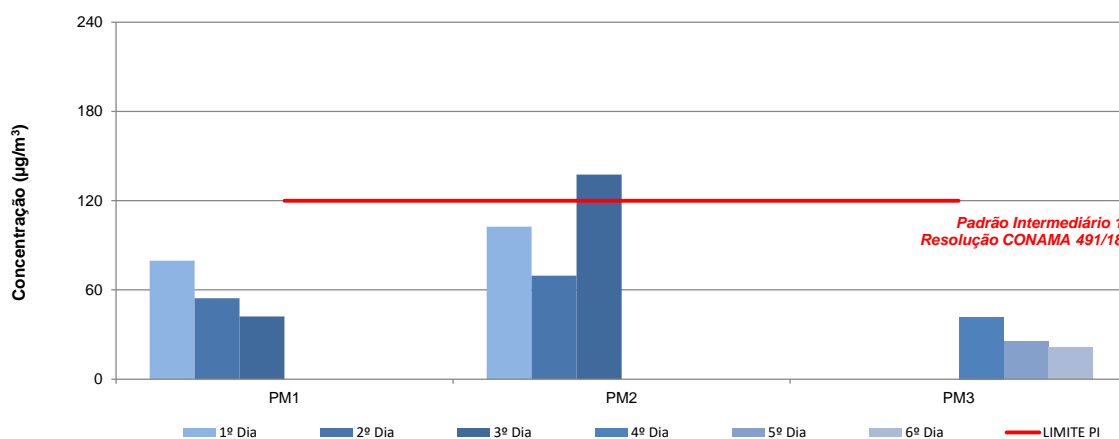


FIGURA 6.1.10.2 – Gráfico das concentrações obtidas na 2ª campanha de 2022 e o limite estipulado pela Resolução CONAMA nº 491/2018.

✓ **Análise dos Resultados**

A Resolução CONAMA nº 491, publicada em 19 de novembro de 2018, estabelece os Padrões Nacionais de Qualidade do Ar para material particulado (MP₁₀) por meio do padrão intermediário, para curtos períodos de exposição (médias de 24 horas) e para períodos longos (médias geométricas anuais), além de critérios para episódios agudos, conforme apresentado no QUADRO 6.1.10.4.

QUADRO 6.1.10.4
PADRÕES NACIONAIS DE QUALIDADE DO AR PARA MP₁₀

POLUENTE	TEMPO DE AMOSTRAGEM	PADRÃO INTERMEDIÁRIO 1 (µg/m³)	MÉDIA GEOMÉTRICA ANUAL (µg/m³)	CRITÉRIOS PARA EPISÓDIOS AGUDOS (µg/m³)		
MATERIAL PARTICULADO (MP ₁₀)	24 h	120	40	Atenção 250	Alerta 420	Emergência 500

Fonte: Resolução CONAMA nº 491/2018.

Na primeira campanha de monitoramento, realizada entre os dias 06 e 12 de abril, no período das chuvas da região, todos os resultados obtidos no monitoramento da qualidade do ar

apresentaram resultados abaixo do limite de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ estabelecido pela Resolução CONAMA nº 491/2018.

Na segunda campanha de monitoramento, realizada de 26 de agosto a 01 de setembro, no período de secas da região, no geral, os resultados apresentaram-se em conformidade com o limite de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ estabelecido pela Resolução CONAMA nº 491/2018, com exceção para a terceira amostragem do ponto PM2, localizado em residência vizinha, a sudoeste da Poligonal ANM 800.218/1985.

Não foram registradas precipitações na segunda campanha de monitoramento. Além disso, a umidade do ar permaneceu baixa, entre 33% e 44%, o que corroborou para as concentrações mais elevadas neste período.

Os filtros apresentaram coloração marrom claro, característica das vias de acesso não pavimentadas no entorno dos pontos de medição.

O presente licenciamento contempla a implantação da área de extração de minério de fosfato e implantação de depósito de estéril na poligonal ANM 803.314/2012, sendo que as atividades de transporte dos minérios e produtos podem aumentar a geração de material particulado na região.

A fim de minimizar a geração de material particulado e não gerar incômodos à vizinhança, serão adotadas medidas para o abatimento deste material, conforme indicado no Capítulo 8 deste EIA.

6.1.11. Níveis de ruído e vibração

Para caracterizar os níveis de ruído foram realizadas medições dos níveis de pressão sonora durante os períodos diurno e noturno, em diversos pontos situados no entorno da área de estudo.

✓ Metodologia de Amostragem

As medições dos níveis de pressão sonora seguiram os procedimentos definidos na Norma ABNT NBR 10.151:2019 (Acústica – Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas – Aplicação de uso geral).

Devido às características dos ruídos emitidos pelas atividades desenvolvidas foi adotado para avaliação o método simplificado, sendo determinado o nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderado em A ($L_{Aeq, T}$).

Os sonômetros foram instalados em direção à fonte de ruído, em tripé a cerca de 1,20 m de altura em relação ao terreno local distante de barreiras físicas e foi programado para realizar as medições com ponderação temporal rápida (*FAST*) e ponderação de frequências "A". Para caracterizar um ambiente submetido a diferentes níveis de ruído, com variação de forma aleatória no tempo, determinou-se o nível de ruído equivalente ponderado em A e integrado ($L_{Aeq, T}$), que consiste no nível de ruído constante que, no mesmo intervalo de tempo, contém a mesma energia total que o som flutuante. As medições foram feitas com registro de valores a cada segundo e o valor de L_{Aeq} foi fornecido pelos próprios sonômetros.

Após o término de cada medição foram tomadas fotos do ponto para permitir a visualização do posicionamento do medidor em relação ao local de medição, assim como anotadas a localização do ponto em coordenadas UTM por meio de GPS e uma descrição geral do ruído ouvido, a fim de permitir a criação de um perfil sonoro para cada região em estudo.

Os dados coletados e armazenados na memória do MNPS foram transferidos para o PC por meio do software dBTrait.exe, próprio do medidor, através do qual foram obtidos os valores de L_{Aeq} , L_{90} , L_{50} e L_{10} . Todos os procedimentos definidos pela NBR 10.151:2019 foram seguidos para a realização das medições.

Durante as medições foram monitoradas as condições de temperatura, umidade, pressão atmosférica e velocidade dos ventos onde todas atenderam as condições de operação dos equipamentos.

A descrição e a localização dos pontos de monitoramento dos níveis de ruído são apresentadas no QUADRO 6.1.11.1 e podem ser visualizados no DESENHO 400.0.4.2-EIA-01 – Imagem de Satélite.

QUADRO 6.1.11.1
DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE MONITORAMENTO DOS NÍVEIS DE RUÍDO

PONTO	DESCRIÇÃO	ZONA	COORDENADAS UTM		FOTO
			E (m)	N (m)	
R1	Via de acesso ao norte da Poligonal ANM 800.218/1985 e a nordeste da Poligonal ANM 803.314/2012	23L	679.836	8.974.416	6.1.11.1
R2	Sítio vizinho ao norte da Poligonal ANM 800.218/1985 e a leste da Poligonal ANM 803.314/2012	23L	679.569	8.973.979	6.1.11.2
R3	Residência vizinha a noroeste da Poligonal ANM 800.218/1985 e a leste da Poligonal ANM 803.314/2012	23L	679.271	8.973.535	6.1.11.3
R4	Residência vizinha a noroeste da Poligonal ANM 800.218/1985 e a sudeste da Poligonal ANM 803.314/2012	23L	679.072	8.973.251	6.1.11.4
R5	Residência vizinha a sudoeste da Poligonal ANM 800.218/1985 e a sudeste da Poligonal ANM 803.314/2012	23L	678.838	8.971.946	6.1.11.5
R6	Via de acesso à sudeste da Fazenda Pimenteiras, na Poligonal ANM 800.218/1985 e a sudeste da Poligonal ANM 803.314/2012	23L	679.574	8.972.339	6.1.11.6
R7	Via de acesso à sudeste da Fazenda Pimenteiras, na Poligonal ANM 800.218/1985 e a sudeste da Poligonal ANM 803.314/2012	23L	679.981	8.971.826	6.1.11.7
R8	Bairro à sudeste da Fazenda Pimenteiras, ao sul da Poligonal ANM 800.218/1985 e a sudeste da Poligonal ANM 803.314/2012	23L	679.788	8.971.289	6.1.11.8
R9	Próximo à Igreja à sudeste da Fazenda Pimenteiras, a sudoeste da Poligonal ANM 800.218/1985 e da Poligonal ANM 803.314/2012	23L	679.357	8.971.036	6.1.11.9
R10	Via de terra a sudoeste da Poligonal ANM 800.218/1985 e ao sul da Poligonal ANM 803.314/2012	23L	678.767	8.970.610	6.1.11.10

Fonte: Prominer Projetos Ltda., 2022.



FOTO 6.1.11.1 – Ponto de monitoramento da qualidade de ruído R1, localizado na via de acesso ao norte da Poligonal ANM 800.218/1985 e a nordeste da Poligonal ANM 803.314/2012.



FOTO 6.1.11.2 – Ponto de monitoramento da qualidade de ruído R2, localizado em sítio vizinho ao norte da Poligonal ANM 800.218/1985 e a leste da Poligonal ANM 803.314/2012.



FOTO 6.1.11.3 – Ponto de monitoramento da qualidade de ruído R3, localizado em uma residência vizinha a noroeste da Poligonal ANM 800.218/1985 e a leste da Poligonal ANM 803.314/2012.



FOTO 6.1.11.4 – Ponto de monitoramento da qualidade de ruído R4, localizado em uma residência vizinha a noroeste da Poligonal ANM 800.218/1985 e a sudeste da Poligonal ANM 803.314/2012.



FOTO 6.1.11.5 – Ponto de monitoramento da qualidade de ruído R5, localizado em uma residência vizinha a sudoeste da Poligonal ANM 800.218/1985 e a sudeste da Poligonal ANM 803.314/2012.



FOTO 6.1.11.6 – Ponto de monitoramento da qualidade de ruído R6, localizado em uma via de acesso à sudeste da Fazenda Pimenteiras, na Poligonal ANM 800.218/1985 e a sudeste da Poligonal ANM 803.314/2012.



FOTO 6.1.11.7 – Ponto de monitoramento da qualidade de ruído R7, localizado em uma via de acesso à sudeste da Fazenda Pimenteiras, na Poligonal ANM 800.218/1985 e a sudeste da Poligonal ANM 803.314/2012.



FOTO 6.1.11.8 – Ponto de monitoramento da qualidade de ruído R8, localizado em um bairro à sudeste da Fazenda Pimenteiras, ao sul da Poligonal ANM 800.218/1985 e a sudeste da Poligonal ANM 803.314/2012.



FOTO 6.1.11.9 – Ponto de monitoramento da qualidade de ruído R9 nos períodos diurno e noturno, localizado próximo à Igreja à sudeste da Fazenda Pimenteiras, a sudoeste da Poligonal ANM 800.218/1985 e da Poligonal ANM 803.314/2012.



FOTO 6.1.11.10 – Ponto de monitoramento da qualidade de ruído R10 nos períodos diurno e noturno, localizado em uma via de terra a sudoeste da Poligonal ANM 800.218/1985 e ao sul da Poligonal ANM 803.314/2012.

✓ **Resultados Obtidos**

Nos QUADROS 6.1.11.2 a 6.1.11.9 e nas FIGURAS 6.1.11.1 e 6.1.11.2 são apresentados os resultados do monitoramento dos níveis de ruído obtidos nas campanhas de 2022, realizadas nos períodos diurno e noturno.

QUADRO 6.1.11.2

RESULTADOS INTERMEDIÁRIOS DA 1ª CAMPANHA DE 2022 – PERÍODO DIURNO

PONTO	DATA	TEMPO DE MEDIÇÃO		TEMPO DE INTEGRAÇÃO	L ₁₀ dB	L ₅₀ dB	L ₉₀ dB	L _{Aeq,T}
		HORÁRIO INICIAL hh:mm:ss	HORÁRIO FINAL hh:mm:ss					
R1	07/04/22	10:02:04	10:17:09	00:14:47	41,8	31,2	25,4	L _{Aeq, 887 s} = 46,2 dB
R2	07/04/22	14:38:04	14:53:09	00:14:53	38,3	28,6	26,4	L _{Aeq, 893 s} = 35,6 dB
R3	07/04/22	14:14:01	14:29:06	00:14:50	32,2	28,2	26,9	L _{Aeq, 890 s} = 34,7 dB
R4	07/04/22	13:44:47	13:59:52	00:15:05	39,0	34,2	30,4	L _{Aeq, 905 s} = 38,0 dB
R5	07/04/22	11:57:45	12:12:50	00:15:05	36,2	29,1	25,9	L _{Aeq, 905 s} = 43,5 dB
R6	07/04/22	13:15:55	13:31:00	00:14:55	44,5	33,5	26,9	L _{Aeq, 895 s} = 42,8 dB
R7	07/04/22	12:51:25	13:06:30	00:15:05	43,0	35,7	27,1	L _{Aeq, 905 s} = 39,8 dB
R8	07/04/22	12:25:33	12:40:38	00:15:05	38,8	33,6	29,0	L _{Aeq, 905 s} = 36,7 dB
R9	07/04/22	11:15:28	11:30:33	00:15:05	42,8	35,3	30,0	L _{Aeq, 905 s} = 41,8 dB
R10	07/04/22	10:52:05	11:07:10	00:15:05	34,4	28,8	25,2	L _{Aeq, 905 s} = 42,7 dB

Fonte: Prominer Projetos Ltda., 2022.

QUADRO 6.1.11.3

RESULTADOS DA 1ª CAMPANHA E LIMITES ESTABELECIDOS – PERÍODO DIURNO

PONTO	RESULTADO FINAL	RL _{Aeq}
R1	46 dB	40 dB
R2	36 dB	40 dB
R3	35 dB	40 dB
R4	38 dB	40 dB
R5	44 dB	40 dB
R6	43 dB	55 dB
R7	40 dB	55 dB
R8	37 dB	55 dB
R9	42 dB	55 dB
R10	43 dB	40 dB

Fonte: Prominer Projetos Ltda., 2022.

QUADROS 6.1.11.4
RESULTADOS INTERMEDIÁRIOS DA 2ª CAMPANHA DE 2022 – PERÍODO DIURNO

PONTO	DATA	TEMPO DE MEDIÇÃO		TEMPO DE INTEGRAÇÃO	L ₁₀ dB	L ₅₀ dB	L ₉₀ dB	L _{Aeq,T}
		HORÁRIO INICIAL hh:mm:ss	HORÁRIO FINAL hh:mm:ss					
R1	30/08/22	11:58:54	12:14:07	00:15:07	40,6	33,0	27,2	L _{Aeq} , 907 s = 41,3 dB
R2	30/08/22	11:32:25	11:47:27	00:14:55	45,6	36,1	30,4	L _{Aeq} , 895 s = 48,7 dB
R3	30/08/22	11:06:19	11:21:42	00:14:48	42,6	36,2	31,5	L _{Aeq} , 888 s = 41,2 dB
R4	30/08/22	10:44:45	11:00:04	00:15:00	40,8	34,4	30,3	L _{Aeq} , 900 s = 40,3 dB
R5	30/08/22	08:29:06	08:44:19	00:15:09	38,0	31,8	26,6	L _{Aeq} , 909 s = 34,7 dB
R6	30/08/22	10:20:27	10:35:41	00:15:02	45,3	39,7	34,4	L _{Aeq} , 902 s = 42,6 dB
R7	30/08/22	09:58:18	10:13:23	00:14:50	39,8	32,7	27,6	L _{Aeq} , 890 s = 45,1 dB
R8	30/08/22	09:36:26	09:51:34	00:14:55	43,7	35,4	30,6	L _{Aeq} , 895 s = 40,2 dB
R9	30/08/22	09:12:23	09:27:29	00:14:30	39,9	35,0	31,1	L _{Aeq} , 870 s = 37,5 dB
R10	30/08/22	08:52:58	09:08:01	00:14:57	33,0	28,2	24,7	L _{Aeq} , 897 s = 30,8 dB

Fonte: Prominer Projetos Ltda., 2022.

QUADROS 6.1.11.5
RESULTADOS DA 2ª CAMPANHA E LIMITES ESTABELECIDOS – PERÍODO DIURNO

PONTO	RESULTADO FINAL	RL _{Aeq}
R1	41 dB	40 dB
R2	49 dB	40 dB
R3	41 dB	40 dB
R4	40 dB	40 dB
R5	35 dB	40 dB
R6	43 dB	55 dB
R7	45 dB	55 dB
R8	40 dB	55 dB
R9	38 dB	55 dB
R10	31 dB	40 dB

Fonte: Prominer Projetos Ltda., 2022.

NÍVEIS MÉDIOS DE RUÍDO DIURNO DO ANO DE 2022

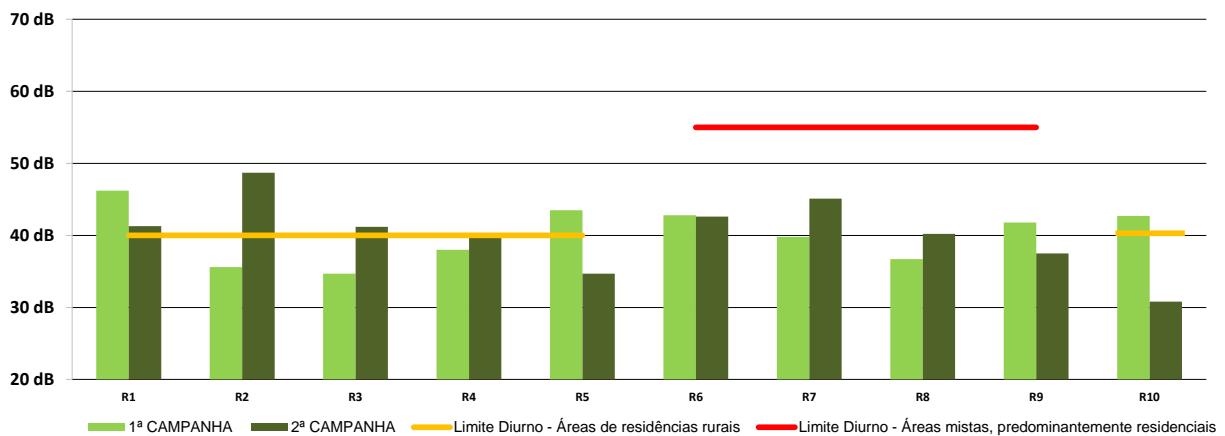


FIGURA 6.1.11.1 – Níveis de ruído diurno registrados no entorno das áreas de interesse nas campanhas realizadas em 2022.

QUADROS 6.1.11.6
RESULTADOS INTERMEDIÁRIOS DA 1ª CAMPANHA DE 2022 – PERÍODO NOTURNO

PONTO	DATA	TEMPO DE MEDIÇÃO		TEMPO DE INTEGRAÇÃO	L ₁₀	L ₅₀	L ₉₀	L _{Aeq,T}
		HORÁRIO INICIAL	HORÁRIO FINAL					
		hh:mm:ss	hh:mm:ss	hh:mm:ss				
R1	08/04/22	01:34:39	01:49:44	00:15:05	40,8	37,8	34,6	L _{Aeq} , 905 s = 39,0 dB
R2	08/04/22	01:11:57	01:27:02	00:15:05	46,4	43,6	40,6	L _{Aeq} , 905 s = 44,2 dB
R3	08/04/22	00:51:26	01:06:31	00:15:05	40,6	37,4	34,8	L _{Aeq} , 905 s = 38,2 dB
R4	08/04/22	00:31:35	00:46:40	00:15:05	36,5	34,8	33,4	L _{Aeq} , 905 s = 35,2 dB
R5	07/04/22	22:00:07	22:15:12	00:15:05	44,2	42,7	41,1	L _{Aeq} , 905 s = 42,9 dB
R6	08/04/22	00:05:48	00:20:53	00:14:55	39,6	36,1	32,8	L _{Aeq} , 895 s = 37,0 dB
R7	07/04/22	23:41:36	23:56:41	00:14:05	35,4	34,0	32,5	L _{Aeq} , 845 s = 34,4 dB
R8	07/04/22	23:17:36	23:32:41	00:14:36	34,3	32,9	31,9	L _{Aeq} , 876 s = 33,5 dB
R9	07/04/22	22:52:50	23:07:55	00:15:05	41,3	40,1	38,2	L _{Aeq} , 905 s = 40,3 dB
R10	07/04/22	22:26:19	22:41:24	00:14:52	45,1	42,5	39,9	L _{Aeq} , 892 s = 43,1 dB

Fonte: Prominer Projetos Ltda., 2022.

QUADROS 6.1.11.7
RESULTADOS DA 1ª CAMPANHA E LIMITES ESTABELECIDOS – PERÍODO NOTURNO

PONTO	RESULTADO FINAL	RL _{Aeq}
R1	39 dB	35 dB
R2	44 dB	35 dB
R3	38 dB	35 dB
R4	35 dB	35 dB
R5	43 dB	35 dB
R6	37 dB	50 dB
R7	34 dB	50 dB
R8	34 dB	50 dB
R9	40 dB	50 dB
R10	43 dB	35 dB

Fonte: Prominer Projetos Ltda., 2022.

QUADROS 6.1.11.8
RESULTADOS INTERMEDIÁRIOS DA 2ª CAMPANHA DE 2022 – PERÍODO NOTURNO

PONTO	DATA	TEMPO DE MEDIÇÃO		TEMPO DE INTEGRAÇÃO	L ₁₀	L ₅₀	L ₉₀	L _{Aeq,T}
		HORÁRIO INICIAL	HORÁRIO FINAL					
		hh:mm:ss	hh:mm:ss	hh:mm:ss				
R1	31/08/22	01:17:04	01:32:07	00:14:52	35,6	28,3	23,6	L _{Aeq} , 892 s = 34,4 dB
R2	31/08/22	00:21:03	00:36:09	00:15:06	34,3	27,2	22,5	L _{Aeq} , 906 s = 31,1 dB
R3	31/08/22	00:58:44	01:13:47	00:15:03	33,5	27,1	22,8	L _{Aeq} , 903 s = 30,5 dB
R4	31/08/22	00:39:48	00:54:54	00:15:06	31,9	25,9	22,4	L _{Aeq} , 906 s = 29,2 dB
R5	30/08/22	22:00:14	22:15:28	00:15:14	30,9	25,0	21,5	L _{Aeq} , 914 s = 27,9 dB
R6	31/08/22	00:00:07	00:15:13	00:15:06	32,2	27,6	23,5	L _{Aeq} , 906 s = 29,2 dB
R7	30/08/22	23:30:14	23:45:18	00:14:51	30,5	25,0	21,0	L _{Aeq} , 891 s = 28,1 dB
R8	30/08/22	23:08:36	23:23:49	00:15:13	38,0	28,9	24,3	L _{Aeq} , 913 s = 35,0 dB
R9	30/08/22	22:45:47	23:00:53	00:15:00	39,6	35,3	30,7	L _{Aeq} , 900 s = 36,4 dB
R10	30/08/22	22:25:59	22:41:04	00:15:05	47,2	41,8	36,6	L _{Aeq} , 905 s = 44,0 dB

Fonte: Prominer Projetos Ltda., 2022.

QUADROS 6.1.11.9
RESULTADOS DA 2ª CAMPANHA E LIMITES ESTABELECIDOS – PERÍODO NOTURNO

PONTO	RESULTADO FINAL	RL _{Aeq}
R1	34 dB	35 dB
R2	31 dB	35 dB
R3	31 dB	35 dB
R4	29 dB	35 dB
R5	28 dB	35 dB
R6	29 dB	50 dB
R7	28 dB	50 dB
R8	35 dB	50 dB
R9	36 dB	50 dB
R10	44 dB	35 dB

Fonte: Prominer Projetos Ltda., 2022.

NÍVEIS MÉDIOS DE RUÍDO NOTURNO DO ANO DE 2022

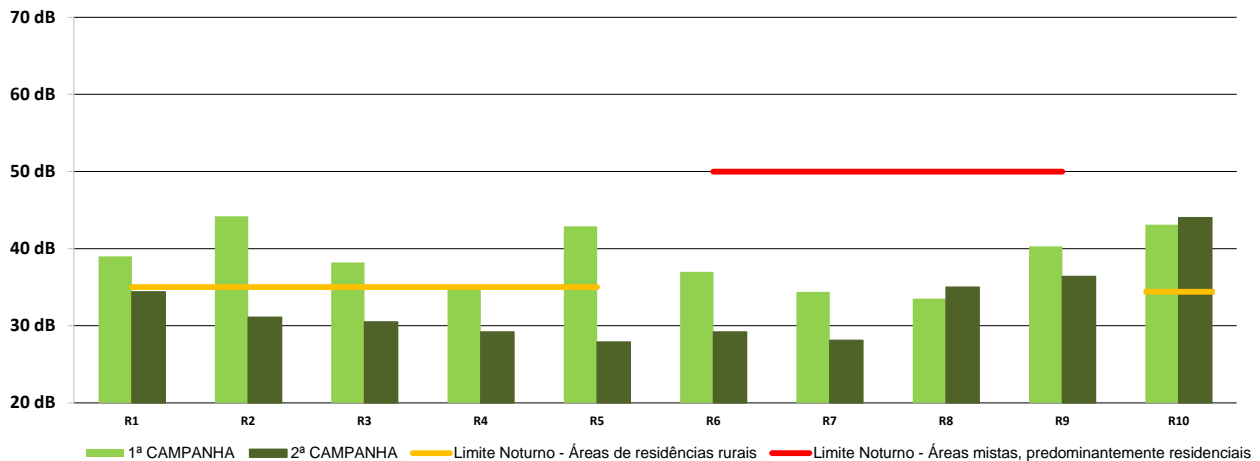


FIGURA 6.1.11.2 – Níveis de ruído noturno registrados no entorno das áreas de interesse nas campanhas realizadas em 2022.

✓ **Análise dos Resultados**

Os procedimentos para realização das medições, assim como a definição da metodologia de amostragem, foram balizados pela Norma Brasileira NBR 10.151:2019 (Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas – Aplicação de uso geral), de acordo com os limites indicados no QUADRO 6.1.8.10.

Como não há legislação municipal que indique o limite de ruído a ser adotado em cada bairro do município, para avaliação dos níveis de ruído, os resultados obtidos nos pontos R1 a R5 e R10 foram comparados aos limites estabelecidos para áreas de residências rurais, enquanto os pontos R6 a R9 foram comparados com os limites estabelecidos para áreas mistas, predominantemente residenciais.

Os pontos de ruído foram alocados nos receptores críticos, que segundo definição da Decisão de Diretoria da CETESB nº 100/2009/P, são “áreas residenciais habitadas com ocupação regular, áreas com equipamentos públicos, onde há grande circulação de pessoas, como

hospitais, unidades básicas de saúde, escolas, asilos, e, ainda, áreas ocupadas por fauna, flora ou materiais que podem ser sensíveis a determinados poluentes”.

QUADRO 6.1.11.10
LIMITES PARA AMBIENTES EXTERNOS NO PERÍODO DIURNO

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

Fonte: Norma ABNT NBR 10.151:2019. **Nota:** Entende-se por área mista aquela ocupada por dois ou mais tipos de uso, sejam eles residencial, comercial, de lazer, de turismo, industrial e outros.

Na primeira campanha de monitoramento, os pontos R2, R3, R4, R6, R7, R8 e R9 apresentaram os resultados em conformidade com os limites vigentes pela Norma ABNT NBR 10.151:2019 para cada tipo de área no período diurno e os pontos R4, R6, R7, R8 e R8 apresentaram os resultados em conformidade com os limites vigentes pela Norma ABNT NBR 10.151:2019 para cada tipo de área no período noturno.

Na segunda campanha de monitoramento, os pontos R4, R5, R6, R7, R8, R9 e R10 apresentaram os resultados em conformidade com os limites vigentes pela Norma ABNT NBR 10.151:2019 para cada tipo de área no período diurno e os pontos R1 a R9 apresentaram seus resultados de acordo com os limites vigentes pela Norma ABNT NBR 10.151:2019 para cada tipo de área no período noturno.

Estas medições indicam que, sobretudo nas áreas de residências rurais, o ruído residual já é superior ao limite estabelecido pela Norma ABNT NBR 10.151:2019. As principais influências nesta região são provenientes do tráfego de veículos leves nas vias, diálogos de moradores, relinchar de cavalos e ruídos provenientes de outros animais em residências vizinhas, como galos, pássaros, cigarras e grilos ao fundo.

O presente licenciamento contempla a implantação da área de extração de minério de fosfato e implantação de depósito de estéril na poligonal ANM 803.314/2012, cujos processos podem aumentar a geração de ruídos indesejados na região.

A fim de minimizar estes ruídos e não gerar incômodos à vizinhança, serão adotadas medidas de controle, como uso de traçados suaves, manutenção preventiva de equipamentos e máquinas, adoção de limites de velocidade nas vias internas e minimização de movimentação de máquinas próximo ao limite de propriedade, conforme indicado no Capítulo 8 deste EIA.