PROJETO NOVAS MINAS – PNM

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA)

Mineração Rio do Norte – MRN

Volume II – Parte 1

SETEMBRO DE 2022

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA)

PROJETO NOVAS MINAS - PNM

Mineração Rio do Norte – MRN

Volume II – Parte 1

Índice

7. Diagnóstico Ambiental 329
7.1. Áreas de Estudo 329
7.1.1. Meios Físico e Biótico 335
7.1.2. Meio Socioeconômico e Cultural 338
7.2. Meio Físico 329
7.2.1. Clima e Meteorologia 331
7.2.2. Qualidade do Ar 353
7.2.3. Ruído 365
7.2.4. Vibração 384
7.2.5. Geologia 394
7.2.6. Geomorfologia 444
7.2.7. Pedologia 478
7.2.8. Suscetibilidade aos Processos de Dinâmica Superficial 515
7.2.9. Recursos Hídricos 538
7.2.10. Patrimônio Espeleológico 926

Lista de Figuras

Figura 7.1-1. Área Diretamente Afetada (ADA) do PNM.

Figura 7.1-2. Espacialização da AE dos Meios Físico e Biótico.

Figura 7.1-3. Espacialização da AER para o Meio Socioeconômico.

Figura 7.1-4. Espacialização da AEL do Meio Socioeconômico.

Figura 7.2-1. Mapa da Topografia da Área Diretamente Afetada.

Figura 7.2-2. Estações meteorológicas selecionadas.

Figura 7.2-3. Classificação Climática do Brasil.

Figura 7.2-4. Zona de Convergência Intertropical.

Figura 7.2-5. Variação da temperatura média máxima, média mínima e média na estação de Óbidos e Temperatura Média na estação de Porto.

Figura 7.2-6. Climatograma (precipitação (mm) x temperatura (ºC) para a estação Óbidos.

Figura 7.2-7. Climatograma (precipitação (mm) x temperatura (ºC)) para a estação Porto.

Figura 7.2-8. Precipitação (mm) das Estações de Óbidos e Porto Trombetas.

Figura 7.2-9. Umidade Relativa Média do Ar (UR) para a estação de Óbidos.

Figura 7.2-10. Umidade Relativa do Ar (UR) para a estação de Porto.

Figura 7.2-11. Pressão Atmosférica (hPa) x Temperatura Média (°C) na estação de Óbidos.

Figura 7.2-12. Pressão Atmosférica (hPa) x Temperatura Média (°C) na estação de Porto.

Figura 7.2-13. Intensidade do Vento nas estações de Óbidos e Porto Trombetas.

Figura 7.2-14. Rosa dos ventos da estação meteorológica Porto Trombetas.

Figura 7.2-15. Insolação total na estação meteorológica de Óbidos.

Figura 7.2-16. Extrato do Balanço Hídrico Mensal para a estação de Óbidos.

Figura 7.2-17. Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica ao longo de um ciclo hidrológico para estação de Óbidos.

Figura 7.2-18. Mapa de localização dos pontos de medição de PTS.

Figura 7.2-19. Rosa dos Ventos da estação meteorológica Porto Trombetas.

Figuras 7.2-20 (A e B). Posicionamento dos instrumentos de medição no ponto P1 – Porto Trombetas.

Figuras 7.2-21 (A e B). Posicionamento dos instrumentos de medição no ponto P2 – Boa Nova.

Figura 7.2-22. Resultado da amostragem no Ponto 1 - Porto Trombetas.

Figura 7.2-23. Resultado da amostragem no Ponto 2 – Boa Nova.

Figura 7.2-24. Resultado do Monitoramento de PTS da MRN.

Figura 7.2-25. Mapa de Localização dos pontos de medição de ruído.

Figura 7.2-26 (A e B). Posicionamento dos instrumentos de medição no ponto P1 - Chuedá.

Figuras 7.2-27 (A e B). Posicionamento dos instrumentos de medição no ponto P2 - Boa Nova.

Figuras 7.2-28 (A e B). Posicionamento dos instrumentos de medição no ponto P3 - Saracá.

Figuras 7.2-29 (A e B). Posicionamento dos instrumentos de medição no ponto P4- Vila Castanheira.

Figuras 7.2-30 (A e B). Posicionamento dos instrumentos de medição no ponto P5 - Batata.

Figuras 7.2-31 (A e B). Posicionamento dos instrumentos de medição no ponto P6 - Boa Vista (Norte).

Figuras 7.2-32 (A e B). Posicionamento dos instrumentos de medição no ponto P7 - Moura.

Figuras 7.2-33 (A e B). Posicionamento dos instrumentos de medição no ponto P8 - Palhal.

Figuras 7.2-34 (A e B). Posicionamento dos instrumentos de medição no ponto P9 – Juquiri Grande.

Figuras 7.2-35 (A e B). Posicionamento dos instrumentos de medição no ponto P10 – Jamary (Norte).

Figura 7.2-36 (A e B). Posicionamento dos instrumentos de medição no ponto P11 – Jamary (Sul).

Figura 7.2-37. Comparação do Lres (dB) medido com o RLAeq (dB).

Figura 7.2-38. Resultado do monitoramento de ruído da MRN – Platô Bela Cruz.

Figura 7.2-39. Resultado do monitoramento de ruído da MRN – Platô Monte Branco.

Figura 7.2-40. Resultado do monitoramento de ruído da MRN – Platô Saracá.

Figura 7.2-41. Resultado do monitoramento de ruído da MRN – Platô Aviso.

Figura 7.2-42. Resultado do monitoramento de ruído da MRN – Platô Bacaba.

Figura 7.2-43. Resultado do monitoramento de ruído da MRN – Platô Almeidas.

Figura 7.2-44. Mapa de Localização dos pontos de medição de vibração.

Figuras 7.2-45 (A e B). Posicionamento dos instrumentos de medição no ponto P1 - Chuedá.

Figuras 7.2-46 (A e B). Posicionamento dos instrumentos de medição no ponto P2 - Boa Nova.

Figuras 7.2-47 (A e B). Posicionamento dos instrumentos de medição no ponto P3 - Saracá.

Figuras 7.2-48 (A e B). Posicionamento dos instrumentos de medição no ponto P4 - Vila Castanheira.

Figuras 7.2-49 (A e B). Posicionamento dos instrumentos de medição no ponto P5 - Batata.

Figuras 7.2-50 (A e B). Posicionamento dos instrumentos de medição no ponto P6 - Boa Vista (Norte).

Figuras 7.2-51 (A e B). Posicionamento dos instrumentos de medição no ponto P7 - Moura.

Figuras 7.2-52 (A e B). Posicionamento dos instrumentos de medição no ponto P8 - Palhal.

Figuras 7.2-53 (A e B). Posicionamento dos instrumentos de medição no ponto P9 – Juquiri Grande.

Figuras 7.2-54 (A e B). Posicionamento dos instrumentos de medição no ponto P10 – Jamari (Norte).

Figura 7.2-55 (A e B). Posicionamento dos instrumentos de medição no ponto P11 – Jamary (Sul).

Figura 7.2-56. Províncias Tectônicas do Norte do Brasil.

Figura 7.2-57. Contexto Geotectônico da Área de Estudo.

Figura 7.2-58. Associações tectônicas e recursos minerais da Bacia do Amazonas.

Figura 7.2-59. Estruturas neotectônicas maiores na região oeste do Pará.

Figura 7.2-60. Coluna estratigráfica e seção geológica simplificadas da Bacia do Amazonas.

Figura 7.2-61. Área de Exposição da Formação Alter do Chão.

Figura 7.2-62. Coluna litoestratigráfica da Bacia do Amazonas.

Figura 7.2-63. Mapa Geológico Regional da Área de Estudo.

Figura 7.2-64. Perfil geológico de perfis lateríticos maturos autóctones da Amazônia, do tipo bauxítico (A) e fosfático (B).

Figura 7.2-65. Perfis de poços petrolíferos que atravessam a Formação Alter do Chão na região de Santarém.

Figura 7.2-66. Mapa de Localização de Seção Geológica esquemática da Formação Álter do Chão na região de Santarém.

Figura 7.2-67. Mapa Geológico da Área de Estudo.

Figura 7.2-68. Perfil Laterítico Típico e Distribuição dos Principais Minerais.

Figura 7.2-69. Fotos de testemunhos de sondagem.

Figura 7.2-70. Localização dos Perfis Geológicos Locais.

Figura 7.2-71. Perfil Oeste-Leste do Platô Escalante. Exagero Vertical: 30x.

Figura 7.2-72. Perfil Nordeste - Sudoeste do Platô Jamari. Exagero Vertical: 50x.

Figura 7.2-73. Perfil Oeste-Leste do Platô Jamari. Exagero Vertical: 50x.

Figura 7.2-74. Perfil Norte - Sul do Platô Rebolado. Exagero Vertical: 50x.

Figura 7.2-75. Perfil Oeste-Leste do Platô Rebolado. Exagero Vertical: 50x.

Figura 7.2-76. Perfil bauxítico típico dos platôs Jamari, Rebolado, Escalante e Cruz Alta Leste.

Figura 7.2-77. Morfologia de colher, a montante da qual indica-se área sensível a instabilidades.

Figura 7.2-78. Morfologia de bancos isolados nas encostas.

Figura 7.2-79. Nascentes alinhadas.

Figura 7.2-80. Terraços sopé – As linhas rosas indicam áreas suscetíveis a instabilidades.

Figura 7.2-81. Erosão remontante, exibindo reconhecimentos (linha verde) e levantamentos GPR (linha vermelha).

Figura 7.2-82. Bloco de canga limonítica muito coesa com textura sacaroidal (Ponto MF-41. Coord. UTM X: 533884; Y: 9813287).

Figura 7.2-83. Amostra de canga limonítica com estruturas de raízes preenchidas por material argiloso. (Ponto MF-90. Coord. UTM X: 530249; Y: 9811695).

Figura 7.2-84. Amostra de canga limonítica coesa com textura sacaroidal (Ponto MF-91. Coord. UTM X: 530275; Y: 9811677).

Figura 7.2-85. Perfil de solo em corte de estrada com material coluvionar. (Ponto MF-91. Coord. UTM X: 530275; Y: 9811677).

Figura 7.2-86. Perfil de solo em corte de estrada com material coluvionar constituído por blocos e pedregulhos. (Ponto MF-138. Coord. UTM X: 529088; Y: 9807427).

Figura 7.2-87. Amostra de canga limonítica silicificada com estrutura nodular, imersa em material argiloso. (Ponto MF-138. Coord. UTM X: 529141; Y: 9808262).

Figura 7.2-88. Bloco de canga limonítica com estrutura nodular em encosta. (Ponto MF-140. Coord. UTM X: 523471; Y: 9806837).

Figura 7.2-89. Matacão de canga limonítica de estrutura nodular em meia encosta com (Ponto MF-143. Coord. UTM X: 523562; Y: 980700).

Figura 7.2-90. Leito de Igarapé seco representado por Depósitos Aluvionares compostos por areias quartzosas fina a médias. (Ponto MF-147. Coord. UTM X: 523315; Y: 9806993).

Figura 7.2-91. Perfil de solo em corte de estrada com material coluvionar e bloco de canga limonítica solto. (Ponto MF-91. Coord. UTM X: 530275; Y: 9811677).

Figura 7.2-92. A) Talude de saprolito de arenito desprovido de couraça laterítica, evidenciando sua acentuada erodibilidade B) Talude de corte de estrada exibindo saprolito de arenito com estratificação cruzada (Ponto MF-160. Coord. UTM X: 563957; Y: 9810399.

Figura 7.2-93. Perfil da sondagem a percussão JMA-SPT-01.

Figura 7.2-94. Perfil da sondagem a percussão JMA-SPT-02.

Figura 7.2-95. Unidades Morfoestruturais da Folha SA.21-Santarém.

Figura 7.2-96. Mapa Geomorfológico Regional da Área de Estudo.

Figura 7.2-97. Mapa Hipsométrico da Área de Estudo.

Figura 7.2-98. Perfis topográficos.

Figura 7.2-99. Mapa de Declividade da Área de Estudo.

Figura 7.2-100. Mapa Geomorfológico da Área de Estudo.

Figura 7.2-101. Perfil 1: Morfologia do Topo do Platô Jamari. (Escala Vertical (E.Ve): 1:745; Exagero Horizontal (E.H): 1:50.000; Exagero Vertical (E.Vr): 67x).

Figura 7.2-102. Perfil 2: Morfologia do Topo do Platô Rebolado. (E.V:1:1120; E.H: 1:50.000; E.Vr: 44,5x).

Figura 7.2-103. Ponto MF-06 Topo do platô Saracá. (Coord. UTM X: 554893; Y: 9816206).

Figura 7.2-104. Topo do platô Saracá (área minerada) que se estende até a borda do platô representadas pelas árvores ao fundo da imagem. (Coord. UTM X: 556156; Y: 9815457).

Figura 7.2-105. Bacia de rejeitos TP-1, vendo-se canal de drenagem justaposto ao maciço de barramento. (Coord. UTM X:565.986; Y:9.814.316).

Figura 7.2-106. Local de bifurcação das estradas projetadas no limite entre os Platôs Rebolado e Escalante, vendo-se terrenos aplanados suportados por latossolos amarelos. (Coord. UTM X: 546.158; Y:9.815.380).

Figura 7.2-107. Vista do setor Sul do platô Jamari e de sua encosta. (ponto aproximado na Coord. UTM X: 554763; Y: 9786352).

Figura 7.2-108. Morfologia de vertentes.

Figura 7.2-109. Influência do parâmetro declividade no processo de escoamento superficial e de infiltração (balanço morfogenético).

Figura 7.2-110. Perfil de vertente de meia encosta com declividade entre 40 e 45%. Platô Rebolado (Próximo ao Ponto MF-41. Coord. UTM X: 533866; Y: 9813316).

Figura 7.2-111. Perfil de vertente de meia encosta com declividade entre 30 e 35%, superfície do terreno marcada pela linha tracejada branca. Platô Rebolado (Próximo ao Ponto MF-40. Coord. UTM X: 533866; Y: 9813316).

Figura 7.2-112. Perfis 5, 6, 7 e 8: Exemplos típicos de vertentes retilíneas.

Figura 7.2-113. Perfis 9, 10, 11 e 12: Exemplos típicos de vertentes convexas.

Figura 7.2-114. Perfis 13 e 14: Exemplos típicos de vertentes côncava.

Figura 7.2-115. Perfis 15 e 16: Exemplos típicos de vertentes apresentando diferentes formas de escalonamento.

Figura 7.2-116. Perfil de vertente de meia encosta com ruptura abrupta de declividade marcada pela presença de camada contendo blocos de

canga limonítica realçada pela linha tracejada vermelha e superfície do terreno em linha tracejada laranja. Platô Saracá (Ponto MF-03. Coord. UTM X: 567469; Y: 9812505).

Figura 7.2-117. Blocos rolados de canga limonítica (contorno destacado em linha tracejada vermelha) em declividades de 40% e 45%. Platô Jamari (Próximo ao Ponto MF-141. Coord. UTM X: 523525; Y: 9806921).

Figura 7.2-118. Matacão rolado de vertente, em declividade superior a 35%, bloco delimitado pela linha tracejada vermelha. Platô Jamari (Próximo ao Ponto MF-144. Coord. UTM X: 523603; Y: 9807068).

Figura 7.2-119. Perfil 3 e 4: Exemplos de formas das bordas dos platôs, com transição abrupta e gradual em direção à encosta.

Figura 7.2-120. Perfil 17: Morfologia das Terras Baixas – Setor Norte.

Figura 7.2-121. Perfil 18: Morfologia das Terras Baixas – Setor Sul.

Figura 7.2-122. Relevo característico de região de baixios, com topo aplainado e declividade suave. (ponto aproximado na Coord. UTM X: 557682; Y: 9773523).

Figura 7.2-123. Feições erosivas do tipo voçoroca em terrenos desnudos nas margens do igarapé Jamari, próximo ao município de Terra Santa. Nota-se terço inferior com declive mais expressivo e vertentes variando em retilínea e convexo (ponto aproximado na Coord. UTM X: 555265; Y: 9771183).

Figura 7.2-124. Calha fluvial de aproximadamente 500 metros no rio Trombetas (ponto aproximado na Coord. UTM X: 569185; Y: 9838532).

Figura 7.2-125. Ilha fluvial próximo da foz entre o Igarapé Jamari e o rio Nhamundá (ponto aproximado na Coord. UTM X: 555161; Y: 9767084).

Figura 7.2-126. Superfície aluvial com larga planície de inundação do Igarapé Jamari (ponto aproximado na Coord. UTM X: 550521; Y: 9786945).

Figura 7.2-127. Superfície aluvial do Igarapé Jamari visto de cima da ponte (ponto MF-154 Coord. X: 550501; Y: 9786980).

Figura 7.2-128. Planície aluvial, em área de declividade inferior a 4%. Ponto MF-136 margem de igarapé. (Coord. UTM X: 529843; Y: 9806222).

Figura 7.2-129. Igarapé em vale aberto com declividade entre 4 e 10%. Ponto MF-159 margem de igarapé. (Coord. UTM X: 533992; Y: 9798762).

Figura 7.2-130. Planície aluvial, o vale ocorre em área de declividade de 3%, enquanto seus taludes marginais apresentam inclinações de 19%. Ponto MF-118 margem de igarapé. (Coord. UTM X: 538348; Y: 9806825).

Figura 7.2-131. Planta ilustrativa de ponte para a travessia do Igarapé Jamari.

Figura 7.2-132. elevação no entorno da travessia do Igarapé Jamari.

Figura 7.2-133. Mapa Pedológico Regional da Área de Estudo.

Figura 7.2-134. Mapa Pedológico da Área de Estudo.

Figura 7.2-135. Perfil de Latossolo Amarelo Distrófico Petroplíntico no ponto BRANDT Meio Ambiente (2007) P01, descrito em sítio arqueológico. Topo do Platô Greig (coordenadas UTM 552478; 9796142).

Figura 7.2-136. Latossolo Amarelo Coeso Típico descrito no ponto BRANDT Meio Ambiente (2007) P07, Platô Monte Branco (coordenadas UTM 555364, 9820082).

Figura 7.2-137. Perfis de solo correspondentes a classe de Latossolo Argiloso. Em média os horizontes superficiais A0 são menores do que 15 cm, apresentando coloração predominante amarelo avermelhado, sua ocorrência é restrita nas regiões de topo dos platôs, com declividades inferiores a 12%. A) Ponto MF-147 corte de estrada. (Coord. UTM X: 544514; Y: 9806993); B) Ponto MF-22 perfil de solo em topo superior de encosta. (Coord. UTM X: 544264; Y: 9823359); C) Ponto MF-26 perfil de solo em topo superior de encosta. (Coord. UTM X: 542179; Y: 9821775).

Figura 7.2-138. Perfil de Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico Plíntico, ponto BRANDT Meio Ambiente (2007) P03 (coordenadas UTM X: 553508, Y: 9796688).

Figura 7.2-139. Argissolo Amarelo Distrófico Abrúptico Petroplíntico descrito em trincheira e Detalhe de petroplintita. Platô Teófilo, ponto BRANDT Meio Ambiente (2007) P16 (coordenadas UTM X: 0548154; Y: 9804546).

Figura 7.2-140. Perfis correspondentes a solos coluvionares com características petroplíntica, marcados por presença de nódulos limoníticos imersos em matriz argilosa. Esses solos ocorrem em encostas de declividade superiores a 30%. Em média os horizontes superficiais A são menores do que 5 cm, apresentando coloração predominante amarelo avermelhado, e horizonte B superior a 1,5 metros. A) Ponto MF-123 corte de estrada. (Coord. UTM X: 537598; Y: 9805919); B) Ponto MF-138 corte de estrada. (Coord. UTM X: 529088; Y: 9807427); C) Ponto MF-003 perfil de solo em encosta. (Coord. UTM X: 567469; Y: 9812505).

Figura 7.2-141. Perfil de Neossolo Quartzarênico Órtico em sítio arqueológico, ponto BRANDT (2007) P02 (coordenadas UTM 0553798; 9797348).

Figura 7.2-142. Espodossolo Cárbico Órtico com seqüência de horizontes A, E e Bh, ponto no BRANDT (2007) P12 (coordenadas UTM 0559723; 9799996).

Figura 7.2-143. Perfis correspondentes a Neossolos Quartzarênicos, com textura predominantemente de areia ou areia franca, perfis com profundidades de até 1,5 metros. Sua ocorrência se dá em vales fluviais, tanto nas margens como no leito das drenagens. A) Ponto MF-147 margem de igarapé. (Coord. UTM X: 523315; Y: 9806993); B) Ponto MF-

31 fundo de vale. (Coord. UTM X: 536880; Y: 9812178); C) Ponto MF-118 leito de igarapé. (Coord. UTM X: 538348; Y: 9806825).

Figura 7.2-144. Solos da ordem dos Gleissolos ocorrem próximo a igarapés em locais com declividades inferiores a 6%, marcados por coloração acinzentada, cinzenta e com elevado conteúdo de matéria orgânica. A) Ponto MF-136 margem de igarapé. (Coord. UTM X: 529843; Y: 9806222); B) Ponto MF-66 planície aluvial do igarapé Jamari. (Coord. UTM X: 541660; Y: 9806401).

Figura 7.2-145. Zoneamento do Plano de Manejo da Flona de Saracá-Taquera e AE.

Figura 7.2-146. Mapa das Unidades Geoambientais da Área de Estudo.

Figura 7.2-147. Mapa das Unidades Geoambientais da ADA e entorno.

Figura 7.2-148. Mapa de declividade da ADA e entorno.

Figura 7.2-149. Mapa do Sistema de Drenagem da Área de Estudo e Entorno.

Figura 7.2-150. Unidades de Planejamento Hídrico Baixo Trombetas e Trombetas Uatumã e localização de estações da Rede Hidrometeorológica Nacional.

Figura 7.2-151. Rede de drenagem e Sub-bacia hidrográfica da Área de Estudo.

Figura 7.2-152. Descrição e detalhamento dos pontos de monitoramento fluviométrico.

Figura 7.2-153. Descrição e detalhamento dos pontos de monitoramento fluviométrico (continuação).

Figura 7.2-154. Descrição e detalhamento dos pontos de monitoramento fluviométrico (continuação).

Figura 7.2-155. Descrição e detalhamento dos pontos de monitoramento fluviométrico.

Figura 7.2-156. Mapa com hidrografia e localização dos pontos de medição de descargas líquidas.

Figura 7.2-157. Sub-bacia hidrográfica do igarapé Saracá.

Figura 7.2-158. Sub-bacia hidrográfica do igarapé Jamari (Sul).

Figura 7.2-159. Sub-bacia hidrográfica do igarapé Aibi.

Figura 7.2-160. Sub-bacia hidrográfica do igarapé Taquera.

Figura 7.2-161. Sub-bacia hidrográfica do igarapé do Faro.

Figura 7.2-162. Sub-bacia hidrográfica do igarapé Ajará.

Figura 7.2-163. Sub-bacia hidrográfica do igarapé Jamari (Norte).

Figura 7.2-164. Sub-bacia hidrográfica do igarapé do Moura.

Figura 7.2-165. Rede de amostragem da qualidade das águas superficiais.

Figura 7.2-166. Pontos de Amostragem em Desacordo com Resoluções Conama nº 357/05 - 1ª Campanha (Chuva).

Figura 7.2-167. Pontos de Amostragem em Desacordo com Resoluções Conama nº 357/05 - 2ª Campanha (Seca).

Figura 7.2-168. Gráfico de cor verdadeira nas águas superficiais.

Figura 7.2-169. Gráfico de Turbidez nas águas superficiais.

Figura 7.2-170. Gráfico de Potencial Hidrogeniônico (pH) nas águas superficiais.

Figura 7.2-171. Gráfico de *Escherichia coli* nas águas superficiais.

Figura 7.2-172. Gráfico de coliformes totais nas águas superficiais.

Figura 7.2-173. Gráfico de Densidade de Cianobactérias nas águas superficiais.

Figura 7.2-174. Gráfico de Oxigênio Dissolvido nas águas superficiais.

Figura 7.2-175. Gráfico de Demanda Química de Oxigênio nas águas superficiais.

Figura 7.2-176. Gráfico de Sólidos Dissolvidos Totais nas águas superficiais

Figura 7.2-177. Gráfico de Alumínio Dissolvido nas águas superficiais.

Figura 7.2-178. Gráfico de Cobre Dissolvido nas águas superficiais.

Figura 7.2-179. Gráfico de Ferro Dissolvido nas águas superficiais.

Figura 7.2-180. Gráfico de Manganês nas águas superficiais.

Figura 7.2-181. Gráfico de Bário nas águas superficiais.

Figura 7.2-182. Gráfico de Boro nas águas superficiais.

Figura 7.2-183. Gráfico de Vanádio nas águas superficiais.

Figura 7.2-184. Gráfico de Níquel nas águas superficiais.

Figura 7.2-185. Gráfico de Zinco nas águas superficiais.

Figura 7.2-186. Gráfico de Arsênio nas águas superficiais.

Figura 7.2-187. Gráfico de Chumbo Total nas águas superficiais.

Figura 7.2-188. Gráfico de Cobalto Total nas águas superficiais.

Figura 7.2-189. Gráfico de Lítio nas águas superficiais.

Figura 7.2-190. Gráfico de Cromo nas águas superficiais.

Figura 7.2-191. Gráfico de Nitrogênio Amoniacal nas águas superficiais.

Figura 7.2-192. Gráfico de fósforo total nas águas superficiais.

Figura 7.2-193. Dendograma dos pontos e agrupamentos (clusters) interpretados.

Figura 7.2-194. Mapa dos pontos de coleta das Águas Superficiais com marcação dos clusters interpretados.

Figura 7.2-195. Dendograma dos parâmetros e agrupamentos (clusters) interpretados.

Figura 7.2-196. Diagrama de dispersão das concentrações de Ferro dissolvido e Turbidez.

Figura 7.2-197. Composição RGB – Março de 2015.

Figura 7.2-198. Composição RGB – Março de 2019.

Figura 7.2-199. Composição Infravermelho – Março de 2015.

Figura 7.2-200. Composição Infravermelho – Março de 2019.

Figura 7.2-201. Composição RGB – Setembro de 2015.

Figura 7.2-202. Composição RGB – Setembro de 2019.

Figura 7.2-203. Composição Infravermelho – Setembro de 2015.

Figura 7.2-204. Composição Infravermelho – Setembro de 2019.

Figura 7.2-205. Potenciais Fontes Poluidoras.

Figura 7.2-206. Localização dos pontos de coleta de sedimento, sub-bacias hidrográficas e hidrografia.

Figura 7.2-207. Pontos de Amostragem em Desacordo com Resoluções Conama nº 454/12.

Figura 7.2-208. Caracterização granulométrica dos sedimentos de acordo com as classes apresentadas no Conama Nº 454/2012, com os pontos dispostos em ordem unifilar.

Figura 7.2-209. Diagrama de Shepard contendo os resultados das análises granulométricas das amostras de sedimento dos igarapés e rios da região do empreendimento.

Figura 7.2-210. Composição mineralógica das amostras de sedimento.

Figura 7.2-211. Gráfico do Potencial Hidrogeniônico (pH) dos sedimentos.

Figura 7.2-212. Gráfico da concentração de Coliformes Totais nas amostras de sedimento.

Figura 7.2-213. Gráfico da concentração de Coliformes Termotolerantes (*E. coli*) nas amostras de sedimento.

Figura 7.2-214. Gráfico de Alumínio das amostras de sedimento.

Figura 7.2-215. Gráfico de Ferro das amostras de sedimento.

Figura 7.2-216. Gráfico de Manganês das amostras de sedimento.

Figura 7.2-217. Gráfico das concentrações Zinco nas amostras de sedimento.

Figura 7.2-218. Gráfico das concentrações de Cobre nas amostras de sedimento.

Figura 7.2-219. Gráfico das concentrações de Cromo nas amostras de sedimento.

Figura 7.2-220. Gráfico das concentrações de Níquel nas amostras de sedimento.

Figura 7.2-221. Gráfico das concentrações de Arsênio nas amostras de sedimento.

Figura 7.2-222. Gráfico das concentrações de Bário nas amostras de sedimento.

Figura 7.2-223. Gráfico das concentrações de Chumbo nas amostras de sedimento.

Figura 7.2-224. Gráfico das concentrações de Cobalto nas amostras de sedimento.

Figura 7.2-225. Gráfico das concentrações de Mercúrio nas amostras de sedimento.

Figura 7.2-226. Gráfico das concentrações de Molibdênio nas amostras de sedimento.

Figura 7.2-227. Gráfico das concentrações de Boro nas amostras de sedimento.

Figura 7.2-228. Gráfico das concentrações de Lítio nas amostras de sedimento.

Figura 7.2-229. Gráfico das concentrações de Vanádio nas amostras de sedimento.

Figura 7.2-230. Gráfico da concentração de Nitrogênio Amoniacal nas amostras de sedimento.

Figura 7.2-231. Gráfico da concentração de Nitrito (como N) nas amostras de sedimento.

Figura 7.2-232. Gráfico da concentração de Nitrato (como N) nas amostras de sedimento.

Figura 7.2-233. Gráfico da concentração de Fósforo total nos pontos de sedimento monitorados.

Figura 7.2-234. Gráfico da concentração de Surfactantes nas amostras de sedimento.

Figura 7.2-235. Gráfico da concentração de fluoreto nas amostras de sedimento.

Figura 7.2-236. Gráfico da concentração de cloro nas amostras de sedimento.

Figura 7.2-237. Dendograma dos pontos e agrupamentos (clusters) interpretados.

Figura 7.2-238. Pontos de coleta dos sedimentos com marcação dos clusters interpretados.

Figura 7.2-239. Dendograma dos metais e agrupamentos (clusters) interpretados.

Figura 7.2-240. Diagramas de dispersão evidenciando a correlação positiva entre os elementos.

Figura 7.2-241. Distribuição das granulometrias nos sedimentos.

Figura 7.2-242. Pontos de Amostragem em Desacordo com Resoluções Conama nº 357/05 e nº 454/2012 - Água Superficial e Sedimentos.

Figura 7.2-243. Distribuição da Formação Alter do Chão na Bacia Amazônica.

Figura 7.2-244. Mapa Hidrogeológico Regional.

Figura 7.2-245. Esquema das localizações das nascentes nas encostas dos platôs e das zonas de recarga e descarga.

Figura 7.2-246. Ilustração esquemática dos sistemas de fluxo subterrâneo a partir de platôs bauxíticos.

Figura 7.2-247. Mapa das Zonas de Recarga e Descarga das Águas Subterrâneas na Área de Estudo.

Figura 7.2-248. Perfil construtivo e litológico do poço Teófilo PB-01.

Figura 7.2-249. Perfil construtivo e litológico do poço Teófilo PB-02.

Figura 7.2-250. Mapa Hidrogeológico da Área de Estudo e Localização dos poços tubulares profundos existentes.

Figura 7.2-251. Mapa de localização dos pontos de monitoramento apresentados por Azevedo, J.H. *et al* (2019).

Figura 7.2-252. Mapa de localização dos piezômetros (Rasos e Profundos) para medição do nível d'água dos Platôs Monte Branco, Teófilo, Saracá, Jamari, Rebolado e Escalante.

Figura 7.2-253. Variação do nível de água x pluviometria no platô Monte Branco em 2017.

Figura 7.2-254. Variação do nível de água x pluviometria no platô Monte Branco em 2018.

Figura 7.2-255. Variação do nível de água x pluviometria no platô Monte Branco em 2019.

Figura 7.2-256. Variação do nível de água x pluviometria no platô Monte Branco em 2020.

Figura 7.2-257. Variação do nível de água x pluviometria no platô Teófilo em 2017.

Figura 7.2-258. Variação do nível de água x pluviometria no platô Teófilo em 2018.

Figura 7.2-259. Variação do nível de água x pluviometria no platô Teófilo em 2019

Figura 7.2-260. Variação do nível de água x pluviometria no platô Teófilo em 2020.

Figura 7.2-261. Variação do nível de água x pluviometria no platô Saracá em 2017..

Figura 7.2-262. Variação do nível de água x pluviometria no platô Saracá em 2018.

Figura 7.2-263. Variação do nível de água x pluviometria no platô Saracá em 2019.

Figura 7.2-264. Variação do nível de água x pluviometria no platô Saracá em 2020.

Figura 7.2-265. Variação do nível de água x pluviometria no platô Jamari em 2017.

Figura 7.2-266. Variação do nível de água x pluviometria no platô Jamari em 2018.

Figura 7.2-267. Variação do nível de água x pluviometria no platô Jamari em 2019.

Figura 7.2-268. Variação do nível de água x pluviometria no platô Jamari em 2020.

Figura 7.2-269. Variação do nível de água x pluviometria no platô Rebolado em 2017.

Figura 7.2-270. Variação do nível de água x pluviometria no platô Rebolado em 2018.

Figura 7.2-271. Variação do nível de água x pluviometria no platô Rebolado em 2019.

Figura 7.2-272. Variação do nível de água x pluviometria no platô Rebolado em 2020.

Figura 7.2-273. Variação do nível de água x pluviometria no platô Escalante em 2018.

Figura 7.2-274. Variação do nível de água x pluviometria no platô Escalante em 2019.

Figura 7.2-275. Variação do nível de água x pluviometria no platô Escalante em 2020.

Figura 7.2-276. Curvas equipotenciais e direção de fluxo da região das minas.

Figura 7.2-277. Superfícies Equipotenciais dos Aquíferos Rasos.

Figura 7.2-278. Mapa de localização dos pontos de monitoramentos da qualidade dás águas das nascentes dos Platôs Monte Branco, Teófilo e Saracá.

Figura 7.2-279. Variação de alumínio nas nascentes do platô Monte Branco em 2018.

Figura 7.2-280. Variação de alumínio nas nascentes do platô Monte Branco em 2019.

Figura 7.2-281. Variação de alumínio nas nascentes do platô Monte Branco em 2020.

Figura 7.2-282. Variação de pH nas nascentes do platô Monte Branco em 2018.

Figura 7.2-283. Variação de pH nas nascentes do platô Monte Branco em 2019.

Figura 7.2-284. Variação de pH nas nascentes do platô Monte Branco em 2020.

Figura 7.2-285. Variação de alumínio nas nascentes do platô Teófilo ano de 2018.

Figura 7.2-286. Variação de alumínio nas nascentes do platô Teófilo ano de 2019.

Figura 7.2-287. Variação de alumínio nas nascentes do platô Teófilo ano de 2020.

Figura 7.2-288. Variação de pH nas nascentes do platô Teófilo ano de 2018.

Figura 7.2-289. Variação de pH nas nascentes do platô Teófilo ano de 2019.

Figura 7.2-290. Variação de pH nas nascentes do platô Teófilo ano de 2020.

Figura 7.2-291. Variação de alumínio nas nascentes do platô Saracá em 2018.

Figura 7.2-292. Variação de alumínio nas nascentes do platô Saracá em 2019.

Figura 7.2-293. Variação de alumínio nas nascentes do platô Saracá em 2020.

Figura 7.2-294. Variação de pH nas nascentes do platô Saracá em 2018.

Figura 7.2-295. Variação de pH nas nascentes do platô Saracá em 2019.

Figura 7.2-296. Variação de pH nas nascentes do platô Saracá em 2020.

Figura 7.2-297. Variação de ferro nas nascentes do platô Saracá em 2018.

Figura 7.2-298. Variação de ferro nas nascentes do platô Saracá em 2019.

Figura 7.2-299. Variação de ferro nas nascentes do platô Saracá em 2020.

Figura 7.2-300. Localização dos piezômetros Profundos para análise da qualidade das águas subterrâneas dos Platôs Monte Branco, Teófilo e Saracá.

Figura 7.2-301. Precipitação anual do TP-2 estendida com base nos registros monitorados do TP-1

Figura 7.2-302. Precipitações mínima, média e máxima mensal da estação TP-01, considerando o monitoramento de jan/1972 a jun/2020

Figura 7.2-303. Série de precipitações anuais da estação TP-01

Figura 7.2-304. Croqui esquemático do balanço de massa global

Figura 7.2-305. Potencial espeleológico da área de estudo PNM (fonte: CECAV).

Figura 7.2-306. Análise multicritério do potencial espeleológico – PNM.

Figura 7.2-307. Análise multicritério do potencial espeleológico - platô Rebolado.

Figura 7.2-308. Análise multicritério do potencial espeleológico – platô Escalante e acesso.

Figura 7.2-309. Análise multicritério do potencial espeleológico - platô Barone.

Figura 7.2-310. Análise multicritério do potencial espeleológico – platô Jamari e acesso.

Figura 7.2-311. Análise multicritério do potencial espeleológico - platô Cruz Alta Leste e acesso.

Figura 7.2-312. Análise multicritério do potencial espeleológico – Platô Jamarizinho

Figura 7.2-313. Caminhamento espeleológico realizado na ADA e AID do platô Rebolado.

Figura 7.2-314. Caminhamento espeleológico realizado na ADA e AID do platô Escalante e acesso.

Figura 7.2-315. Caminhamento espeleológico realizado na ADA e AID do platô Barone.

Figura 7.2-316. Caminhamento espeleológico realizado na ADA e AID do platô Jamari e acesso.

Figura 7.2-317. Caminhamento espeleológico realizado na ADA e AID do platô Cruz Alta Leste e acesso.

Figura 7.2-318. Caminhamento espeleológico realizado na ADA e AID - platô Jamarizinho

Figura 7.2-319. Pontos de caracterização estabelecidos na ADA e AID do platô Rebolado.

Figura 7.2-320. Pontos de caracterização estabelecidos na ADA e AID do platô Escalante e acesso.

Figura 7.2-321. Pontos de caracterização estabelecidos na ADA e AID do platô Barone.

Figura 7.2-322. Pontos de caracterização estabelecidos na ADA e AID do platô Jamari e acesso.

Figura 7.2-323. Pontos de caracterização estabelecidos na ADA e AID do platô Cruz Alta Leste e acesso.

Figura 7.2-324. Pontos de caracterização estabelecidos na ADA e AID – platô Jamarizinho

Figura 7.2-325. Platôs de topos aplainados, aspecto homogêneo observado nas ADAs. A) Cruz Alta Leste; B) Rebolado; C) Escalante; D) Jamari; E) Barone.

Figura 7.2-326. Encostas íngremes conferem ao ambiente uma caracterização padrão nas áreas da AID. A) Cruz Alta Leste; B) Rebolado; C) Escalante; D) Jamari; E) Barone.

Figura 7.2-327. Drenagens perenes registradas durante prospecção espeleológica na AID. A-B) platô Rebolado; C-D) acesso do platô Jamari; E) platô Jamari.

Figura 7.2-328. Identificação de áreas alagadiças. A-B) pontos na AID do acesso ao platô Jamari; C) ponto na ADA do platô Rebolado.

Figura 7.2-329. Panorama geral das áreas rebaixadas e planas que envolvem os platôs. A) AID platô Jamari; B) AID platô Escalante.

Figura 7.2-330. Cavidade natural subterrânea PNM-01. A) e B) entrada da cavidade; C) vista do interior da cavidade e D) Vista da entrada da cavidade a partir do interior da mesma.

Figura 7.2-331. Mapa de Localização da cavidade identificada – PNM-001.

Figura 7.2-332. Afloramentos com maior volumetria registrada na área do PNM. A) PT-0004JC; B) PT-0014JC; C) PT-95RP; D) PT-97RP.

Figura 7.2-333. Afloramentos em estágio avançado de intemperização. A) PT-39PW B) PT-40PS C) PT-41PS D) PT-158CG.

Figura 7.2-334. Registro pontual de pequenas rochas aflorando em superfície (indicado por setas). A) PT-155CG; B) PT-157CG; C) PT-152CG; D) PT-159CG.

Figura 7.2-335. Alterações antrópicas detectadas na área de estudo. Evidência de atividades relacionadas a extração de madeira no platô Jamari – ponto PT-83RP_.

Listas de Quadros

Quadro 7.1-1. Novas estruturas definitivas e provisórias.

Quadro 7.2-1. Dados do Máximo Absoluto da Precipitação Acumulada durante 24 horas em milímetros para o período de 30 anos compreendido de 1989 a 2019.

Quadro 7.2-2. Dados de direção predominante do vento nas estações meteorológicas selecionadas.

Quadro 7.2-3. Escala de Beaufort.

Quadro 7.2-4. Resumo dos Padrões de Qualidade do Ar Resolução CONAMA 491/2018.

Quadro 7.2-5. Descrição dos equipamentos utilizados.

Quadro 7.2-6. Identificação dos pontos de medição de Qualidade do Ar.

Quadro 7.2-7. Caracterização dos pontos amostrados na campanha de 8 a 15/08/2019.

Quadro 7.2-8. Resultados da amostragem de PTS.

Quadro 7.2-9. Resultado do Monitoramento de PTS da MRN.

Quadro 7.2-10. Descrição dos instrumentos de medição.

Quadro 7.2-11. Identificação e descrição do ambiente acústico das comunidades amostradas – dados primários.

Quadro 7.2-12. Identificação e localização dos pontos de medição de ruído da MRN.

Quadro 7.2-13. Níveis de pressão sonora residual - Lres medidos nos 11 pontos amostrados.

Quadro 7.2-14. Limites de níveis de pressão Sonora.

Quadro 7.2-15. Comparação do Lres (dB) medido com o RLAeq (dB).

Quadro 7.2-16. Nível de Critério de Avaliação - NCA para ambientes externos.

Quadro 7.2-17. Resultado do monitoramento de ruído da MRN em 2018 – Período Diurno.

Quadro 7.2-18. Resultado do monitoramento de ruído da MRN em 2018 – Período Noturno.

Quadro 7.2-19. Resultado da média histórica do monitoramento de ruído da MRN (2015 a 2018).

Quadro 7.2-20. Descrição dos instrumentos de medição.

Quadro 7.2-21. Identificação e descrição do ambiente vibracional das comunidades amostradas.

Quadro 7.2-22. Valores de velocidade de vibração registrados nos 11 pontos amostrados.

Quadro 7.2-23. Limite de Velocidade de Vibração de Partículas - Pico (mm/s).

Quadro 7.2-24. Dados de entrada para elaboração dos perfis geológicos.

Quadro 7.2-25. Principais Características Geológicas e Geotécnicas.

Quadro 7.2-26. Correlação entre as unidades de mapeamento pedológico apresentadas por ICMBio (2001), BRANDT Meio Ambiente (2007), unidades geomorfológicas locais e unidades de mapeamento adotadas no presente estudo ambiental.

Quadro 7.2-27. Zonas de uso estabelecidas no Plano de Manejo da Flona de Saracá-Taquera.

Quadro 7.2-28. Aspectos gerais sobre o potencial de uso agronômico dos solos identificados.

Quadro 7.2-29. Legenda Expandida da Unidade Geoambiental: Topos dos Platôs Associados a Latossolos.

Quadro 7.2-30. Legenda Expandida da Unidade Geoambiental: Encostas dos Platôs Associadas a Argissolos.

Quadro 7.2-31. Legenda Expandida da Unidade Geoambiental: Terras baixas ou Baixios Associadas a Neossolos Quartzarênicos.

Quadro 7.2-32. Legenda Expandida da Unidade Geoambiental: Superfícies Aluviais.

Quadro 7.2-33. Dados de vazão dos pontos de monitoramento fluviométrico.

Quadro 7.2-34. Rede de amostragem da qualidade das águas (Sirgas 2000).

Quadro 7.2-35. Variáveis selecionadas e metodologia utilizada para a análise da qualidade das águas superficiais.

Quadro 7.2-36. Registros de campo dos pontos de coleta.

Quadro 7.2-37. Resultados dos parâmetros físico-químicos das medições realizadas em campo nos pontos de monitoramento.

Quadro 7.2-38. Resultados analíticos das amostras coletadas nos pontos de monitoramento.

Quadro 7.2-39. Resultados analíticos das amostras coletadas nos pontos de monitoramento.

Quadro 7.2-40. Resultados analíticos das amostras coletadas nos pontos de monitoramento.

Quadro 7.2-41. Características do satélite Landsat-8 e seus sensores de imageamento.

Quadro 7.2-42. Destinação de Efluente e Resíduo Sólidos nas Comunidades da AE.

Quadro 7.2-43. Rede de amostragem de sedimentos (Sirgas 2000).

Quadro 7.2-44. Certificado de acreditação do laboratório e parâmetros acreditados para sedimento.

Quadro 7.2-45. Parâmetro, limite de quantificação, valores orientadores e metodologia analítica para sedimento.

Quadro 7.2-46. Registros de campo dos pontos de coleta de sedimento.

Quadro 7.2-47. Resultados das análises dos parâmetros físico-químicos, químicos e biológicos no sedimento.

Quadro 7.2-48. Qualidade das águas do sistema hidrogeológico Alter do Chão.

Quadro 7.2-49. Dados de geometria e hidráulica dos PTP (Poços Tubulares Profundos) outorgados na Área de Estudo.

Quadro 7.2-50. Parâmetros físico-químicos da água subterrânea do Platô Aramã (P5181).-7.2-5. Parâmetros físico-químicos da água subterrânea do Platô Aramã (P5181).

Quadro 7.2-51. Parâmetros físico-químicos da água subterrânea do Platô Monte Branco (PZP-MB).

Quadro 7.2-52. Parâmetros físico-químicos de nascentes/surgências do Platô Aviso (S – AV).

Quadro 7.2-53. Parâmetros físico-químicos nascentes/surgências do Platô Monte Branco (S – MB).

Quadro 7.2-54. Documentos de referência dos dados monitoramento das águas subterrâneas, piezômetros e surgências/nascentes.

Quadro 7.2-55. Coordenadas pontos de monitoramento do nível d'água dos piezômetros, Platô Monte Branco.

Quadro 7.2-56. Coordenadas pontos de monitoramento do nível d'água dos piezômetros, Platô Teófilo.

Quadro 7.2-57. Coordenadas pontos de monitoramento do nível d'água dos piezômetros, Platô Saracá.

Quadro 7.2-58. Coordenadas pontos de monitoramento do nível d'água dos piezômetros, Platô Jamari.

Quadro 7.2-59. Coordenadas pontos de monitoramento do nível d'água dos piezômetros, Platô Rebolado.

Quadro 7.2-60. Coordenadas pontos de monitoramento do nível d'água dos piezômetros, Platô Escalante.

Quadro 7.2-61. Resumo do monitoramento dos piezômetros.

Quadro 7.2-62. Coordenadas dos pontos de monitoramento de nascentes, Platô Monte Branco.

Quadro 7.2-63. Coordenadas pontos de monitoramento de nascentes, Platô Teófilo.

Quadro 7.2-64. Coordenadas pontos de monitoramento de nascentes, Platô Saracá.

Quadro 7.2-65. Coordenadas piezômetros profundos com monitoramento de qualidade da água subterrânea. Platôs Monte Branco, Teófilo e Saracá.

Quadro 7.2-66. Acesso à água por comunidade.

Quadro 7.2-67. Pontos de captação de água superficial atualmente outorgados pela MRN

Quadro 7.2-68. Capacidade dos fluxos de bombeamento e suprimento da demanda hídrica da planta

Quadro 7.2-69. Capacidades de bombeamento calculadas

Quadro 7.2-70. Vazão de descarte no TP3 necessária para que o sistema suporte as chuvas anuais de projeto

Quadro 7.2-71. Avaliaão da capacidade de suprimento da demanda hídrica da planta

Quadro 7.2-72. Resumo da capacidade de suprimento da demanda hídrica da planta

Quadro 7.2-73. Demandas previstas de água subterrânea por platô

Listas de Tabelas

Tabela 7.2-1. Porcentagens de minerais presentes nos perfis de diversos platôs.

Tabela 7.2-2. Unidades Geoambientais na ADA do PNM.

Tabela 7.2-3. Pontos de medição de descargas líquidas.

Tabela 7.2-4. Composição Mineralógica para os pontos monitorados.

Quadro 7.2-50. Parâmetros físico-químicos da água subterrânea do Platô Aramã (P5181).-7.2-5. Parâmetros físico-químicos da água subterrânea do Platô Aramã (P5181).

Tabela 7.2-6. Leitura dos níveis de água subterrânea no platô Monte Branco ano de 2017.

Tabela 7.2-7. Leitura dos níveis de água subterrânea no platô Monte Branco ano de 2018.

Tabela 7.2-8. Leitura dos níveis de água subterrânea no platô Monte Branco ano de 2019.

Tabela 7.2-9. Leitura dos níveis de água subterrânea no platô Monte Branco ano de 2020.

Tabela 7.2-10. Leitura dos níveis de água subterrânea no platô Teófilo ano de 2017.

Tabela 7.2-11. Leitura dos níveis de água subterrânea no platô Teófilo ano de 2018.

Tabela 7.2-12. Leitura dos níveis de água subterrânea no platô Teófilo ano de 2019.

Tabela 7.2-13. Leitura dos níveis de água subterrânea no platô Teófilo ano de 2020.

Tabela 7.2-14. Leituras dos níveis de água subterrânea no platô Saracá 2017.

Tabela 7.2-15. Leituras dos níveis de água subterrânea no platô Saracá 2018.

Tabela 7.2-16. Leituras dos níveis de água subterrânea no platô Saracá 2019.

Tabela 7.2-17. Leituras dos níveis de água subterrânea no platô Saracá 2020.

Tabela 7.2-18. Leitura dos níveis de água subterrânea no platô Jamari em 2017.

Tabela 7.2-19. Leitura dos níveis de água subterrânea no platô Jamari em 2018.

Tabela 7.2-20. Leitura dos níveis de água subterrânea no platô Jamari em 2019.

Tabela 7.2-21. Leitura dos níveis de água subterrânea no platô Jamari em 2020.

Tabela 7.2-22. Leitura dos níveis de água subterrânea no platô Rebolado em 2017.

Tabela 7.2-23. Leitura dos níveis de água subterrânea no platô Rebolado em 2018.

Tabela 7.2-24. Leitura dos níveis de água subterrânea no platô Rebolado em 2019.

Tabela 7.2-25. Leitura dos níveis de água subterrânea no platô Rebolado em 2020.

Tabela 7.2-26. Leitura dos níveis de água subterrânea no platô Escalante em 2018.

Tabela 7.2-27. Leitura dos níveis de água subterrânea no platô Escalante em 2019.

Tabela 7.2-28. Leitura dos níveis de água subterrânea no platô Escalante em 2020.

Tabela 7.2-29. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Monte Branco – Ponto de Amostragem N-MB-01 ano de 2018.

Tabela 7.2-30. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Monte Branco – Ponto de Amostragem N-MB-02, ano de 2018.

Tabela 7.2-31. analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Monte Branco – Ponto de Amostragem N-MB-03, ano de 2018.

Tabela 7.2-32. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Monte Branco – Ponto de Amostragem N-MB-04, ano de 2018.

Tabela 7.2-33. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Monte Branco – Ponto de Amostragem N-MB-05, ano de 2018.

Tabela 7.2-34. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Monte Branco – Ponto de Amostragem N-MB-06, ano de 2018.

Tabela 7.2-35. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Monte Branco – Ponto de Amostragem N-MB-07, ano de 2018.

Tabela 7.2-36. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Monte Branco – Ponto de Amostragem N-MB-01 ano de 2019.

Tabela 7.2-37. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Monte Branco – Ponto de Amostragem N-MB-02, ano de 2019.

Tabela 7.2-38. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Monte Branco – Ponto de Amostragem N-MB-03, ano de 2019.

Tabela 7.2-39. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Monte Branco – Ponto de Amostragem N-MB-04, ano de 2019.

Tabela 7.2-40. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Monte Branco – Ponto de Amostragem N-MB-05, ano de 2019.

Tabela 7.2-41. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Monte Branco – Ponto de Amostragem N-MB-06, ano de 2019.

Tabela 7.2-42. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Monte Branco – Ponto de Amostragem N-MB-07, ano de 2019.

Tabela 7.2-43. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Monte Branco – Ponto de Amostragem NMB-01, ano de 2020.

Tabela 7.2-44. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Monte Branco – Ponto de Amostragem NMB-02, ano de 2020.

Tabela 7.2-45. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Monte Branco – Ponto de Amostragem NMB-03, ano de 2020.

Tabela 7.2-46. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Monte Branco – Ponto de Amostragem NMB-04, ano de 2020.

Tabela 7.2-47. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Monte Branco – Ponto de Amostragem NMB-05, ano de 2020.

Tabela 7.2-48. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Monte Branco – Ponto de Amostragem NMB-06, ano de 2020.

Tabela 7.2-49. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Monte Branco – Ponto de Amostragem NMB-07, ano de 2020.

Tabela 7.2-50. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Teófilo – Ponto de Amostragem N-TF-01 ano de 2018.

Tabela 7.2-51. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Teófilo – Ponto de Amostragem N-TF-02, ano de 2018.

Tabela 7.2-52. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Teófilo – Ponto de Amostragem N-TF-03, ano de 2018.

Tabela 7.2-53 Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Teófilo – Ponto de Amostragem N-TF-04, ano de 2018.

Tabela 7.2-54. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Teófilo – Ponto de Amostragem N-TF-01, ano de 2019.

Tabela 7.2-55. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Teófilo – Ponto de Amostragem N-TF-02, ano de 2019.

Tabela 7.2-56. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Teófilo – Ponto de Amostragem N-TF-03, ano de 2019.

Tabela 7.2-57. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Teófilo – Ponto de Amostragem N-TF-04, ano de 2019.

Tabela 7.2-58. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Teófilo – Ponto de Amostragem NTF-01, ano de 2020.

Tabela 7.2-59. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Teófilo – Ponto de Amostragem NTF-02, ano de 2020.

Tabela 7.2-60. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Teófilo – Ponto de Amostragem NTF-03, ano de 2020.

Tabela 7.2-61. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Teófilo – Ponto de Amostragem NTF-04, ano de 2020.

Tabela 7.2-62. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSA-01, ano de 2018.

Tabela 7.2-63. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSA-03 ano de 2018.

Tabela 7.2-64. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSA-04 ano de 2018.

Tabela 7.2-65. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSA-08 ano de 2018.

Tabela 7.2-66. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSA-13 ano de 2018.

Tabela 7.2-67. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSA-14 ano de 2018.

Tabela 7.2-68. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSA-17, ano de 2018.

Tabela 7.2-69. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSA-21, ano de 2018.

Tabela 7.2-70. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSAW-01, ano de 2018.

Tabela 7.2-71. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSAW-02, ano de 2018.

Tabela 7.2-72. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSAW-03, ano de 2018.

Tabela 7.2-73. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSAW-04 ano de 2018.

Tabela 7.2-74. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSA-01, ano de 2019.

Tabela 7.2-75. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSA-03 ano de 2019.

Tabela 7.2-76. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSA-04 ano de 2019.

Tabela 7.2-77. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSA-08 ano de 2019.

Tabela 7.2-78. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSA-13 ano de 2019.

Tabela 7.2-79. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSA-14 ano de 2019.

Tabela 7.2-80. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSA-17 ano de 2019.

Tabela 7.2-81. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSA-21 ano de 2019.

Tabela 7.2-82. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSAW-01 ano de 2019.

Tabela 7.2-83. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSAW-02 ano de 2019.

Tabela 7.2-84. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSAW-03 ano de 2019.

Tabela 7.2-85. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSAW-04 ano de 2019.

Tabela 7.2-86. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSA-01 ano de 2020.

Tabela 7.2-87. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSA-03 ano de 2020.

Tabela 7.2-88. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSA-04 ano de 2020.

Tabela 7.2-89. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSA-08 ano de 2020.

Tabela 7.2-90 . Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSA-013 ano de 2020.

Tabela 7.2-91. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSA-014 ano de 2020.

Tabela 7.2-92. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSA-017 ano de 2020.

Tabela 7.2-93. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSA-021 ano de 2020.

Tabela 7.2-94. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSAW-01 ano de 2020.

Tabela 7.2-95. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSAW-02 ano de 2020.

Tabela 7.2-96. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSAW-03 ano de 2020.

Tabela 7.2-97. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSAW-04 ano de 2020.

Tabela 7.2-98. Resultados analíticos dos parâmetros analisados mensalmente no piezômetro profundo do platô Monte Branco, piezômetro PZP MB, ano de 2018.

Tabela 7.2-99.Resultados analíticos dos parâmetros analisados mensalmente no piezômetro profundo do platô Monte Branco, piezômetro PZP MB 2, ano de 2018.

Tabela 7.2-100. Resultados analíticos dos parâmetros analisados mensalmente no piezômetro profundo do platô Monte Branco, piezômetro PZP MB, ano de 2019.

Tabela 7.2-101. Resultados analíticos dos parâmetros analisados mensalmente no piezômetro profundo do platô Monte Branco, piezômetro PZP MB 2, ano de 2019.

Tabela 7.2-102. Resultados analíticos dos parâmetros analisados mensalmente no piezômetro profundo do platô Monte Branco, piezômetro PZP MB, ano de 2020.

Tabela 7.2-103. Resultados analíticos dos parâmetros analisados mensalmente no piezômetro profundo do platô Monte Branco, piezômetro PZP MB 2, ano de 2020.

Tabela 7.2-104. Resultados analíticos dos parâmetros analisados mensalmente no piezômetro profundo do platô Teófilo, piezômetro PZP TF, ano de 2018.

Tabela 7.2-105. Resultados analíticos dos parâmetros analisados mensalmente no piezômetro profundo do platô Teófilo, piezômetro PZP TF, ano de 2019.

Tabela 7.2-106. Resultados analíticos dos parâmetros analisados mensalmente no piezômetro profundo do platô Teófilo, piezômetro PZP TF, ano de 2020.

Tabela 7.2-107. Resultados analíticos dos parâmetros analisados mensalmente no piezômetro profundo do platô Saracá, piezômetro PZP SA, ano de 2017.

Tabela 7.2-108. Resultados analíticos dos parâmetros analisados mensalmente no piezômetro profundo do platô Saracá, piezômetro PZP SA, ano de 2019.

Tabela 7.2-109. Resultados analíticos dos parâmetros analisados mensalmente no piezômetro profundo do platô Saracá, piezômetro PZP SA, ano de 2020.

Tabela 7.2-110. Evaporação média mensal da região em estudo, calculada pelo método de Thornthwaite

Tabela 7.2-111. Valores atribuídos a cada variável na avaliação do potencial espeleológico.

Tabela 7.2-112. Classificação do potencial espeleológico por área – Projeto Novas Minas.

Tabela 7.2-113. Total de quilômetros percorridos em cada localidade.

Tabela 7.2-114. Informações sobre a localização dos pontos registrados com afloramentos rochosos na área do PNM.

7. Diagnóstico Ambiental

7.1. Áreas de Estudo

A Resolução Conama Nº 001, de 23 de janeiro de 1986, estabelece como uma das diretrizes gerais para um Estudo de Impacto Ambiental:

> Definir os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos, denominada área de influência do projeto, considerando, em todos os casos, a bacia hidrográfica na qual se localiza (artigo 5º, inciso III).

Essa diretriz visa estabelecer os limites geográficos dos impactos do empreendimento, de tal forma que essa "área de influência" abarque os seus efeitos positivos e negativos, nas diferentes fases do projeto (planejamento, implantação, operação e desativação). Conclui-se, portanto, ser uma abordagem obrigatória em um EIA, uma vez que é a área geográfica na qual são detectáveis os impactos de um projeto (Sánchez, 2013). Segundo Carvalho *et. al*. (2018):

> As áreas de influência indicam os limites geográficos representativos dos impactos ambientais identificados, sendo comumente divididas em
> **Área Diretamente Afetada (ADA)**: área na qual o empreendimento será instalado, incluindo tantos os locais efetivamente afetados pelos projetos e obras como as estruturas do empreendimento, envolvendo ainda, estruturas complementares como: canteiros de obras, acessos, estações de tratamento de efluentes, jazidas de solo e rocha e depósitos de rejeito e resíduos (...).
> **Área de Influência Direta (AID)**: engloba a Área Diretamente Afetada e é o local em que os impactos gerados afetam diretamente o meio ambiente e a sociedade, principalmente, por impactos diretos ou de primeira ordem (...).
> **Área de Influência Indireta (AII):** corresponde à região em que os impactos serão observados de forma indireta ou afetados por impactos de segunda ordem ou superior, ocasionados pelo efeito cumulativos e sucessivo que as modificações provocam no meio.

Entretanto, um conceito importante sobre esse tópico, é o fato de que a definição da área de influência do projeto deve ocorrer após a previsão e avaliação dos impactos (Sánchez, 2013). Assim, para a execução do diagnóstico socioambiental, que subsidia a avaliação de impactos, foi realizada a delimitação de uma área geográfica na qual são realizados os levantamentos para fins de diagnóstico ambiental, conceituada segundo Sánchez (2013) como Área de Estudo (AE), ou "*simplesmente aquela em que serão coletadas informações a fim de caracterizar e descrever o ambiente potencialmente afetado pelo projeto*."

Dessa forma, os conceitos "área de estudo" e "área de influência" representam, respectivamente, a área geográfica delimitada para realização do diagnóstico socioambiental e os limites geográficos representativos dos impactos ambientais identificados. A área de estudo, portanto, é o ponto de partida para avaliação de impactos, e a área de influência representa o resultado dessa avaliação. Segundo Menin *et al.* (2017):

> A definição das áreas de estudo deve considerar, obrigatoriamente, a contextualização e a discussão dos resultados obtidos em projetos anteriores do empreendimento (plano diretor ou inventário, estudo de viabilidade técnico-econômica e projeto básico...).

Com relação às áreas de estudo e influência, o Termo de Referência do IBAMA – TR (SEI nº 4422019), emitido para a elaboração do EIA do PNM, apresenta, no item "**Metodologia**", subitens "A", "E" e "F", as seguintes diretrizes:

> A - Anteriormente ao início do Estudo de Impacto Ambiental propriamente dito, deverá ser definida a **área de estudo** para realização do diagnóstico ambiental, com base nas características do projeto a ser licenciado, na lista preliminar dos potenciais impactos e no reconhecimento preliminar da área. Essa área deverá ser estabelecida pela equipe responsável pela execução do estudo, a partir de mapas, dados secundários e outros estudos já existentes sobre a região e o próprio conhecimento tradicional das populações locais e deverá ser suficiente para a coleta de informações que subsidiem a Avaliação dos Impactos Ambientais (AIA) do projeto a fim de definir, as seguintes áreas de influência dos impactos:
>
> - Área de Influência Direta (AID) - área sujeita aos impactos diretos da implantação e operação do empreendimento. A sua delimitação deverá ser feita em função das características sociais, econômicas, físicas e biológicas dos sistemas a serem estudados e das particularidades do empreendimento;
> - Área de Influência Indireta (AII) - é aquela potencialmente ameaçada pelos impactos indiretos da implantação e operação do empreendimento, abrangendo os ecossistemas e o sistema socioeconômico que podem ser impactados por alterações ocorridas na área de influência direta".
>
> E - Para cada fator ambiental dos meios físico, biótico e socioeconômico, deverá ser considerada uma área de abrangência específica para a área de estudo, definida e caracterizada conforme a natureza de cada fator ambiental, levando-se em consideração, também, a abrangência temporal dos estudos.
>
> F - A abordagem metodológica do meio socioeconômico deverá considerar o histórico das relações entre o homem e a natureza na região de influência analisando, de forma dinâmica, as interações entre os diversos grupos socioculturais ao longo do tempo, de forma a possibilitar o estabelecimento de tendências e cenários.

Os itens a seguir apresentam os critérios adotados para definição das áreas de estudos para os meios físico, biótico, socioeconômico e cultural e, também, as premissas consideradas para elaboração do diagnóstico.

As delimitações das áreas a serem estudadas, para o levantamento de dados primários e secundários no diagnóstico, foram produzidas a partir da Área Diretamente Afetada (ADA), que no PNM engloba:

Novas áreas a serem mineradas

- Platô Rebolado
- Platô Escalante
- Platô Jamari
- Platô Cruz Alta Leste
- Platô Barone

Novos acessos definitivos

- Ligação flanco Sul: entre os platôs Aviso, Teófilo, Jamari e Barone (Acessos 9, 10, 11, 12, 14 e 15);
- Ligação flanco Norte: entre os platôs Monte Branco Leste e Monte Branco Oeste, Rebolado, Escalante e Cruz Alta Leste (acessos 2, 3, 4, 5, 6 e 13);
- Ampliação da estrada Saracá x Monte Branco (transporte de rejeito);
- Implantação de acessos em regiões de estrangulamento dos platôs (Rebolado e Jamari).

Melhoria no acesso existente

- Estrada Saracá - Monte Branco (transporte de rejeito),

Novos acessos provisórios

- Ligação flanco sul para as obras de construção da ponte sobre o igarapé Jamari e demais estruturas (acessos A, D, E e G).

Nova travessia

- Travessia do Igarapé Jamari.

Novas Estruturas Definitivas e Provisórias

As novas estruturas definitivas e provisórias são apresentadas no **Quadro 7.1-1**.

Quadro 7.1-1. Novas estruturas definitivas e provisórias.

Platôs	Tipo de Instalação	Instalações Previstas
Monte Branco (lado oeste)	Instalações Definitivas	Posto de troca de turno/ Sala antifadiga
		Castelo d'água, Estação de tratamento de água e tratamento de efluentes
	Instalações Provisórias	Canteiro de obra e apoio operacional e administrativo
Rebolado	Instalações Definitivas	Oficina de Equipamentos (inclui apoio administrativo)
		Borracharia avançada

Platôs	Tipo de Instalação	Instalações Previstas
		Lavador de veículos
		Separador água e óleo
		Castelo d'agua
		Posto de troca de turno/ Sala antifadiga/ refeitório
		Brigada de incêndio/ Ambulatório
		Estação de tratamento de água e tratamento de efluentes
Aviso	Instalações Definitivas	Adequações na Oficina de Caminhões
		Castelo d'agua
		Ampliação do restaurante (cozinha e refeitório)
		Ampliação da Brigada de incêndio/ Ambulatório
		Estação de tratamento de água e tratamento de efluentes
		Ampliação da capacidade de armazenamento do Posto de Combustível existente
Teófilo	Instalações Definitivas	Posto de troca de turno/ Sala antifadiga
		Castelo d'agua
		Estação de tratamento de água e tratamento de efluentes
	Instalações Provisórias	Canteiro de obra com apoio administrativo
Jamari	Instalações Definitivas	Oficina de Equipamentos (inclui apoio administrativo)
		Borracharia avançada
		Lavador de veículos
		Separador água e óleo
		Castelo d'agua
		Posto de troca de turno/ Sala antifadiga
		Brigada de incêndio/ Ambulatório
		Estação de tratamento de água e tratamento de efluentes
	Instalações Provisórias	Canteiro de obra e apoio administrativo
Saracá	Instalações Definitivas	Ampliação de refeitório
		Castelo d'água
		Estação de tratamento de água e tratamento de efluentes

Platôs	Tipo de Instalação	Instalações Previstas
Saracá-apoio frota rejeito	Instalações definitivas	Oficina de manutenção
		Lavador de veículos;
		Apoio Administrativo / Posto de Troca de Turno;
		Estacionamento de veículos / ônibus;
		Estacionamento de veículos pesados;
		Brigada de incêndio / Ambulatório;
		Geração Local;
		Compressores;
		Captação Água / Poço Profundo;
		ETA / Estocagem de Água potável;
		Reservatório Água Bruta;
		Tratamento de Esgoto / Fossa-filtro;
		Armazenagem;
		Bacia de Contenção e Sedimentação.
	Instalações provisórias	Canteiro de obras com 10.600 m²

As áreas que integram a ADA do PNM estão indicadas na **Figura 7.1-1** a seguir.

509.000 522.500 536.000 549.500 563.000 576.500 590.000

9.833.000 9.819.500 9.806.000 9.792.500

Pátios de Estocagem e Embarque
Píer MRN
Vila Porto Trombetas
Aeroporto

ORIXIMINÁ

Área das Instalações Provisórias e Instalações de Apoio Operacional Monte Branco Oeste
Britagem Existente - Monte Branco Lado Leste
Estrada Saracá - Monte Branco
CL
RB
MB
Novas Instalações Saracá
Novas Instalações Administrativas - Saracá
ES
SA
Área das Instalações de Apoio Operacional Rebolado
Área de Apoio Administrativo e Operacional - Aviso
Acesso Temporário E
Ponte Igarapé Jamari
Acesso Temporário G
JA
BA
AV
Britagem Existente - Aviso
TE
Acesso Temporário D
Área das Instalações de Apoio Operacional Jamari
Acesso Temporário A
Área das Instalações Provisórias e Instalações de Apoio Operacional Teófilo
JA
FARO
TERRA SANTA

Platôs - Siglas
AV - Aviso
BA - Barone
CL - Cruz Alta Leste
ES - Escalante
JA - Jamari
MB - Monte Branco
RB - Rebolado
SA - Saracá
TE - Teófilo

509.000 522.500 536.000 549.500 563.000 576.500 590.000

Referência Locacional
- Limite Municipal

Sistema de Transporte
- Principal
- Ferroviário

Estruturas do Complexo Minerário
- Acessos
- Estruturas

Platôs
- Zona Central
- Zona Leste

Estruturas do Empreendimento - Objeto do PNM
- Ponte
- Acesso Novo
- Acesso Temporário
- Acesso de Estreitamento
- Acesso Existente
- Estrada de Acesso - Lavra
- Estruturas Definitivas e/ou Provisórias

REFERÊNCIAS

Fontes:
- IBGE, 2017.
- MRN, 2021.
- ARCADIS, 2021.

N

0 1,5 3 6 9 Km

Sistema de Coordenadas UTM SIRGAS2000 F21S

MACROLOCALIZAÇÃO

Mineração Rio do Norte
ARCADIS

PROJETO: EIA - PNM

MAPA: PNM - Área Diretamente Afetada (ADA)

ELAB:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
ARCADIS S.A.	1:250.000	Única	20/08/2021

FORMATO: A3

Figura 7.1-1. Área Diretamente Afetada (ADA) do PNM.

7.1.1. Meios Físico e Biótico

Para a elaboração do diagnóstico do meio físico e biótico a AE foi proposta com base nas características do projeto a ser licenciado, nos potenciais impactos ambientais e no reconhecimento preliminar da área.

Nesta perspectiva, cabe informar que a AE para os Meios Físico e Biótico foi definida a partir da ADA do PNM, considerando que é a região onde se originam todos os potenciais impactos deste empreendimento. Importante ressaltar que além dos platôs objeto de exploração mineral foram consideradas como ADA todas as estruturas acessórias, bem como estradas e vias de acesso necessárias, sejam estas temporárias ou permanentes.

Com a formalização e delimitação da ADA foi possível a sobreposição desta com a rede hidrográfica, em escala 1:100.000, obtidas nas cartas topográficas do Exército do Brasil, o que permitiu a identificação e delimitação das sub-bacias hidrográficas sobrepostas, ou que "tocam", às estruturas propostas no âmbito do PNM.

Assim foi delimitada a AE, formada pela integralidade das seguintes sub-bacias: dos igarapés Ajará, Jamari Norte e Moura inseridas na bacia hidrográfica do rio Trombetas; e a integralidade das sub-bacias dos igarapés Taquera, Faro, Abi e Jamari (Sul) que fazem parte de bacia do rio Nhamundá. Ademais, considerou-se também integralmente a bacia hidrográfica do igarapé Saracá que deságua na Lagoa Açu/Sapucuá.

Em adição, também foi integrada à AE a lâmina d'água e calha fluvial de trecho do rio Trombetas e trecho do rio Nhamundá. O trecho relativo ao rio Trombetas, compreende desde o exutório da bacia do Igarapé do Ajará até a proximidade da Lagoa Araçá. Ao passo que o trecho do rio Nhamundá, engloba desde o exutório da bacia igarapé Taquera até o Lago Algodoal.

Esta delimitação se justifica por compreender os componentes ambientais dos Meios Físico e Biótico mais sensíveis aos potenciais impactos advindos do PNM. Ademais, as bacias hidrográficas são unidades naturais (ou sistemas) bem definidas geograficamente, compostas por um conjunto de terras topograficamente drenadas por uma rede hídrica, que, do ponto de vista biofísico, permite a caracterização dos componentes específicos, bem como uma leitura conjunta destes. Cabe informar também, que a AE definida compreende as potenciais fontes de emissão de particulados, ruído e vibração do PNM, bem como os principais receptores identificados.

Dessa forma, para os Meios Físico e Biótico foi definida uma única AE para todos os componentes ambientais abordados no diagnóstico, sendo caracterizada em dois níveis de detalhamento, a saber: (i) regional e (ii) local.

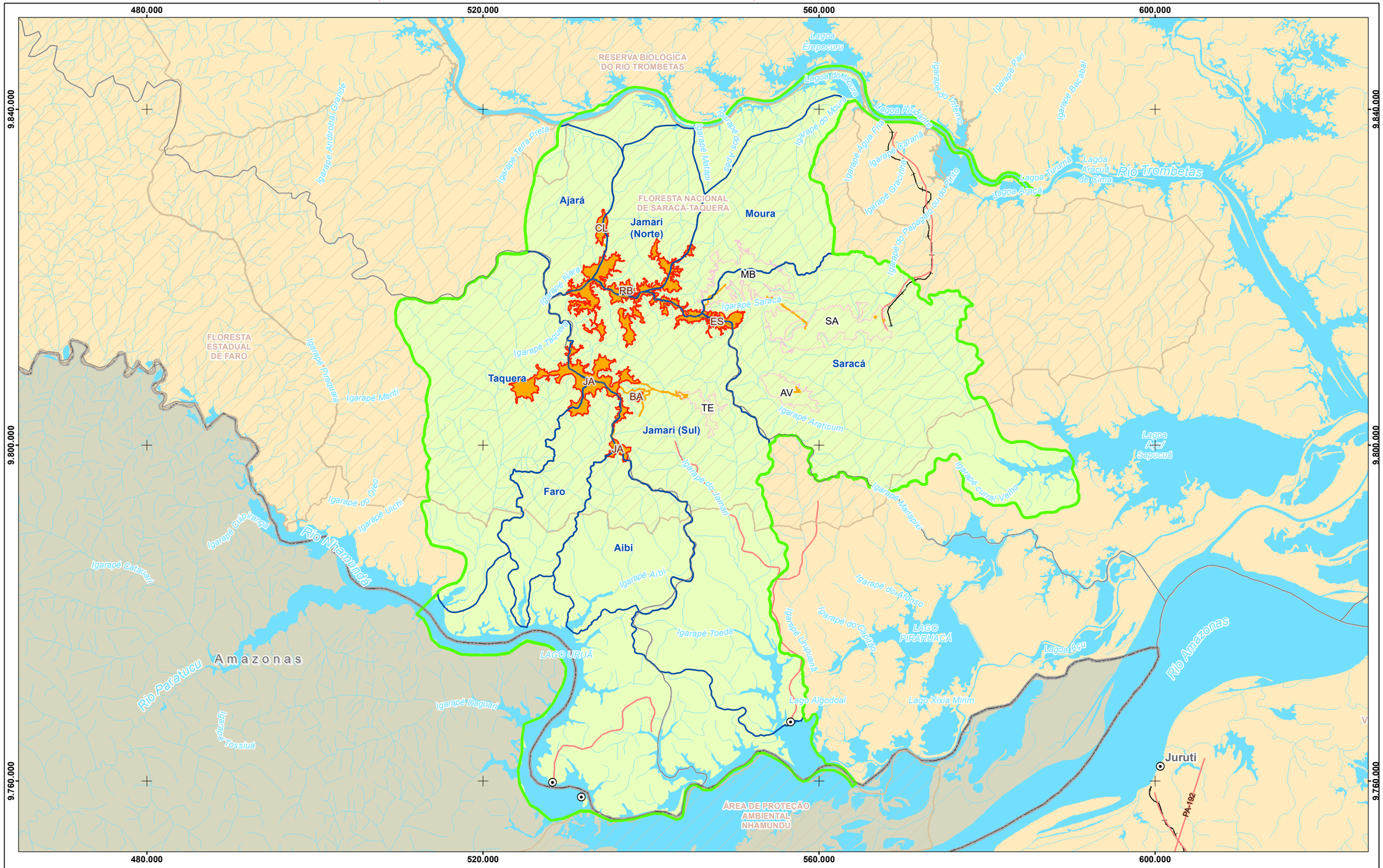
A abordagem regional foi realizada focando aspectos gerais em escalas 1:100.000 ou 1:50.000 e utilizando preferencialmente dados secundários, enquanto a local, com estudos em maior detalhe (1:25.000 a 1:10.000) e baseados, principalmente, em dados primários aliados aos dados secundários levantados. Assim, para esses meios, não foi necessária uma espacialização diferenciada para os níveis regional e local.

Especificamente ao Meio Físico, o levantamento de dados secundários de caráter regional extrapolou os limites da AE, permitindo a contextualização da inserção da AE e seu entorno, fornecendo embasamento para os detalhamentos inerentes à caracterização local. Já a caracterização local, conforme citado, teve como base dados secundários aliados a dados primários, incluindo: informações coletadas no reconhecimento de campo, amostragens seguidas de análises laboratoriais, dados do projeto de engenharia do PNM, bem como informações advindas dos monitoramentos ambientais pretéritos e em execução pela MRN. Esta abordagem contou ainda com interpretação e análise de dados de sensoriamento remoto, como imagens de radar e satélite. Importante ressaltar que as imagens de satélite foram utilizadas em conjunto com imagens de radar, as quais foram fundamentais para os mapeamentos, caracterizações e análises realizadas para o Meio Físico.

Para o Meio Biótico, na abordagem regional, que também extrapola os limites da AE, foram utilizados dados provenientes de estudos realizados na região, em especial o Plano de Manejo da Flona de Saracá-Taquera (STCP, 2001), o Estudo de Impacto Ambiental dos platôs da Zona Leste (BRANDT MEIO AMBIENTE, 2007b), o Monitoramento Integrado de Fauna, Flora e da Fertilidade dos Solos das Áreas com Atividades de Mineração (BIOTA, 2018), os inventários realizados nas Florestas Estaduais do Trombetas, de Faro e do Paru (ALEIXO *et al*.,2011) e a Avaliação Ecológica Rápida na Reserva Biológica do rio Trombetas (ANTONELLI FILHO, 2003).

Cabe esclarecer que para o diagnóstico do meio biótico, os estudos referentes às “Estruturas de Apoio em Saracá e Aviso” são analisados separadamente. Portanto, o diagnóstico foi subdividido em PNM e Estruturas de Apoio em Saracá e Aviso, sendo o primeiro referente aos cinco platôs nos quais estão previstas as explorações minerárias (incluindo acessos e estruturas de apoio entre estes platôs), e o segundo refere-se à ampliação da Estrada Monte Branco-Saracá; área de Apoio operacional das Minas e Alojamentos de Saracá e Apoio Administrativo e Operacional de Aviso.

Essa avaliação prévia resultou no entendimento de que os potenciais impactos, ocasionados pelo PNM, estariam contidos nos limites estabelecidos para a AE. A **Figura 7.1-2** a seguir apresenta a espacialização da AE para os Meios Físico e Biótico.



Referência Locacional
- Sede Municipal
- Limite Municipal
- Limite Estadual
- Estado do Pará

Sistema de Transporte
- Estradas
- Ferroviário

Hidrografia
- Curso d'água
- Massa d'água
- Sub-Bacias Hidrográficas

Unidades de Conservação
- Delimitação

Platôs
- Objeto do Licenciamento
  - BA - Barone
  - CL - Cruz Alta do Leste
  - ES - Escalante
  - JA - Jamari
  - RB - Rebolado
- Com Unidades de Apoio
  - AV - Aviso
  - MB - Monte Branco
  - SA - Saracá
  - TE - Teófilo

Área de Estudo
- Meios Físico e Biótico

Empreendimento
- Áreas Objeto do Licenciamento (ADA)

REFERÊNCIAS

Fontes:
- IBGE, 2017.
- ARCADIS, 2021.
- MMA, 2019.

N

0 2,5 5 10 15 Km

Sistema de Coordenadas UTM SIRGAS2000 F21S

MACROLOCALIZAÇÃO

MRN Mineração Rio do Norte

ARCADIS

PROJETO: EIA - PNM

MAPA: Mapa da Área de Estudos dos Meios Físico e Biótico

ELAB:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
ARCADIS S.A.	1:425.000	Única	13/08/2021

FORMATO: A3

Figura 7.1-2. Espacialização da AE dos Meios Físico e Biótico.

7.1.2. Meio Socioeconômico e Cultural

Para a elaboração do diagnóstico do meio socioeconômico e cultural a AE foi proposta com base nas características do projeto a ser licenciado, nos potenciais impactos ambientais e no reconhecimento preliminar da área.

Para o levantamento das informações e dados necessários ao entendimento do histórico do uso e ocupação do solo da região, da dinâmica populacional e econômica, da infraestrutura básica existente, dos movimentos migratórios e da hierarquização urbana, foi proposta uma Área de Estudo Regional (AER), que contemplou os municípios de Oriximiná, Terra Santa e Faro, com os cinco platôs do PNM e infraestruturas associadas inseridas em seus territórios, e o município de Santarém que, embora distante das áreas do empreendimento, é um polo regional em termos de serviços e de equipamentos de saúde e educação na região.

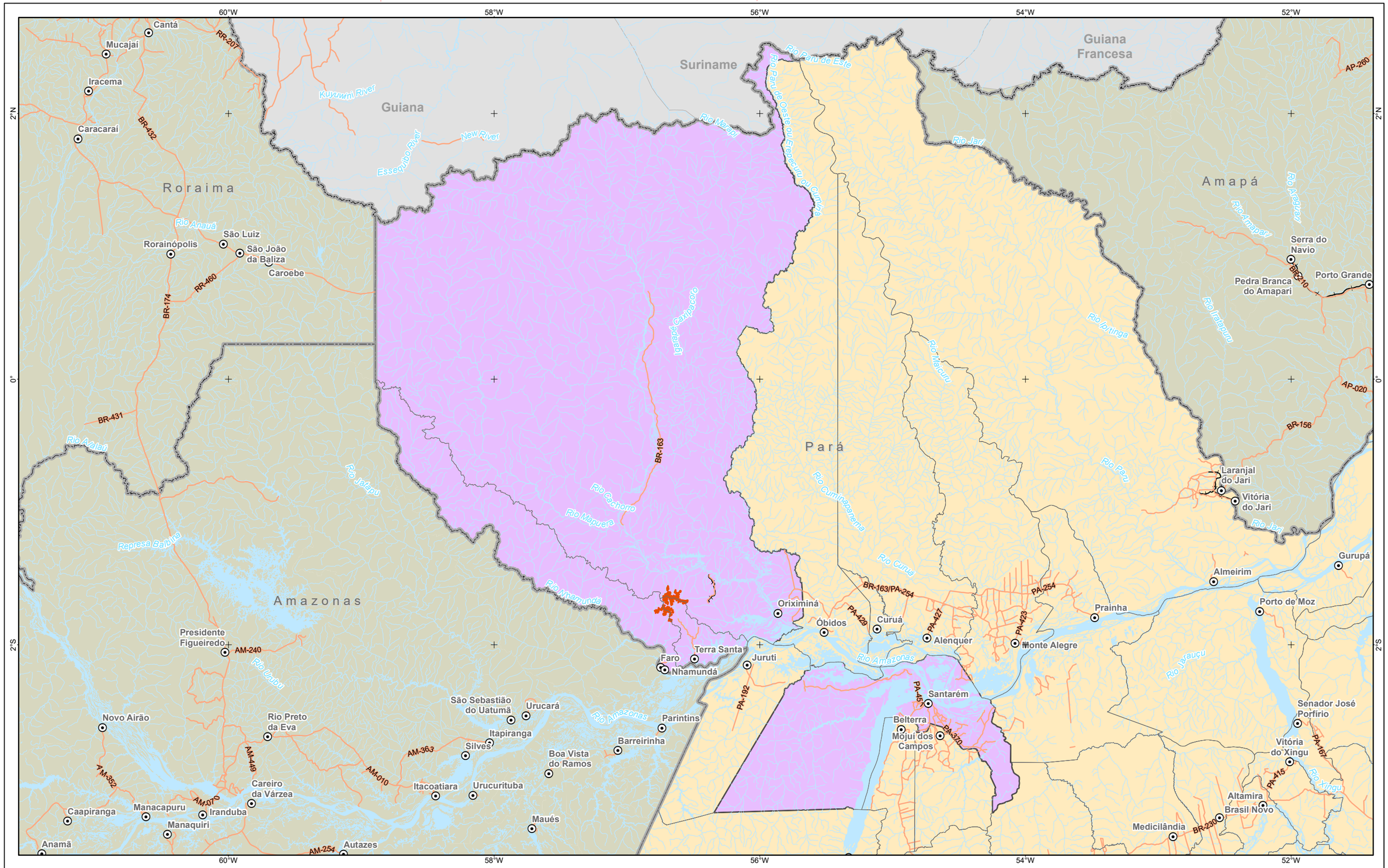
Já para o levantamento das informações e dados necessários ao entendimento da área com potencial interferência de impactos mais diretos e de primeira ordem, foi proposta uma Área de Estudo Local (AEL), que contemplou as comunidades potencialmente afetadas situadas nas bacias hidrográficas dos igarapés, que tem as suas nascentes localizadas próximas às estruturas que integram o PNM, o território quilombola AT-II e Boa Vista, as sedes urbanas dos municípios de Oriximiná, Terra Santa e Faro, e o distrito de Porto Trombetas.

Estão inseridas na AEL nove comunidades quilombolas, (oito no território AT-II e uma no território quilombola Boa Vista), situadas nas margens do rio Trombetas e da Lagoa Erepecuru. Por sua vez, nas sub-bacias hidrográficas que drenam para o rio Nhamundá estão situadas 19 comunidades ribeirinhas. O Estudo do Componente Quilombola (ECQ) dos territórios AT-II e território Boa Vista é apresentado na íntegra, como anexo do item Patrimônio Natural e Cultural do diagnóstico do Meio Socio Econômico e Cultural.

Destaca-se que não existem moradias e população estabelecidas no território da ADA e no seu entorno imediato. Além do distrito de Porto Trombetas e das sedes urbanas de Oriximiná, Terra Santa e Faro, não existem aglomerações urbanas consolidadas no território da AEL. Parte significativa da AEL está inserida na Flona, com predomínio da Floresta Ombrófila Densa.

A AER foi caracterizada essencialmente por dados secundários, enquanto as pesquisas em torno da AEL englobaram, além da análise de dados secundários, a coleta de dados primários nas sedes urbanas de Oriximiná, Faro e Terra Santa e nas comunidades ribeirinhas potencialmente afetadas.

A **Figura 7.1-3** a seguir apresenta a espacialização para a AER e a **Figura 7.1-4** apresenta a AEL para o meio socioeconômico.



Referência Locacional
- Sede Municipal
- Limite Municipal
- Limite Estadual
- Estado do Pará
- Áreas Internacionais

Hidrografia
- Cursos d'água
- Massa d'água

Sistema de Transporte
- Rodoviário
- Ferroviário

Empreendimento
- Platôs

Área de Estudo
- Regional - Meio Socioeconômico

REFERÊNCIAS

Fontes:
- IBGE, 2017.
- ARCADIS, 2021.

N

0 15 30 60 90 120 Km

Sistema de Coordenadas Geográficas SIRGAS2000

MACROLOCALIZAÇÃO

Mineração Rio do Norte

ARCADIS

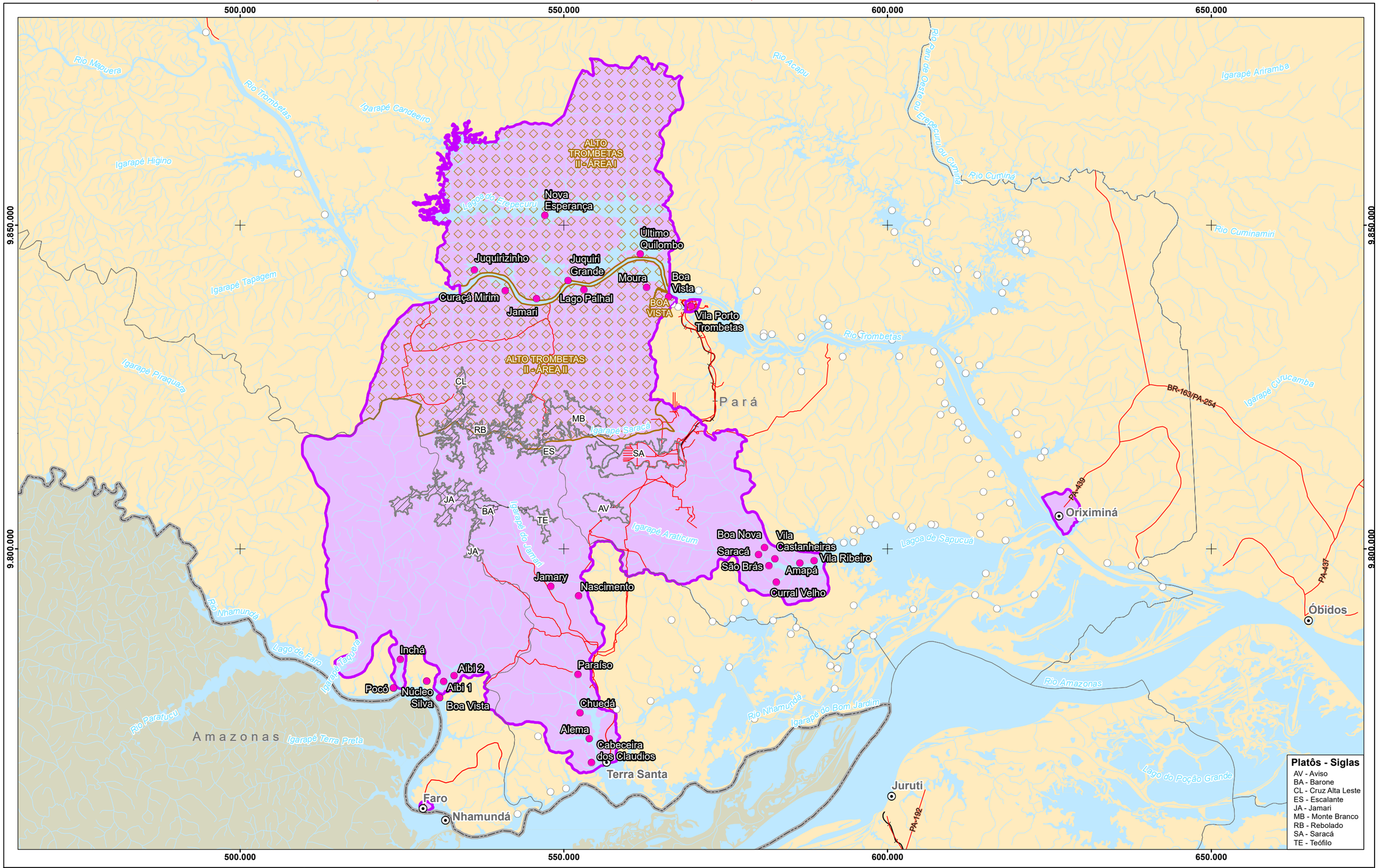
PROJETO:
PROJETO NOVAS MINAS (PNM02-Fase 1)

MAPA:
Mapa da Área de Estudo Regional do Meio Socioeconômico

ELAB:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
ARCADIS S.A.	1:3.000.000	Única	12/08/2021

FORMATO: A3

Figura 7.1-3. Espacialização da AER para o Meio Socioeconômico.



Referência Locacional
- Sede Municipal
- Limite Municipal
- Limite Estadual
- Estado do Pará

Sistema de Transporte
- Rodoviário
- Ferroviário

Hidrografia
- Curso d'água
- Massa d'água

Comunidades Quilombolas
- Delimitação

Área de Estudo
- Local - Meio Socioeconômico

Área de Influência
- ADA

Platôs
- Delimitação

Comunidades
- Comunidades Externas à AEL
- Comunidades Potencialmente Afetadas

REFERÊNCIAS

Fontes:
- IBGE, 2017.
- ARCADIS, 2021.
Plano Diretor Municipal Participativo de Oriximiná, 2017.
Plano Diretor do Município de Terra Santa, 2017.

N

0 2,5 5 10 15 20 Km

Sistema de Coordenadas UTM SIRGAS2000 F21S

MACROLOCALIZAÇÃO

Mineração Rio do Norte

ARCADIS

PROJETO:
PROJETO NOVAS MINAS (PNM02-Fase 1)

MAPA:
Mapa da Área de Estudo Local do Meio Socioeconômico

ELAB:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
ARCADIS S.A.	1:550.000	Única	12/08/2021

FORMATO: A3

Figura 7.1-4. Espacialização da AEL do Meio Socioeconômico.

7.2. Meio Físico

Especificamente para o Meio Físico fora definida apenas uma AE para todos os componentes ambientais tratados no diagnóstico, a qual é caracterizada, em geral, em dois níveis de detalhamento, a saber: (i) Regional; e (ii) Local, salvo algumas temáticas específicas.

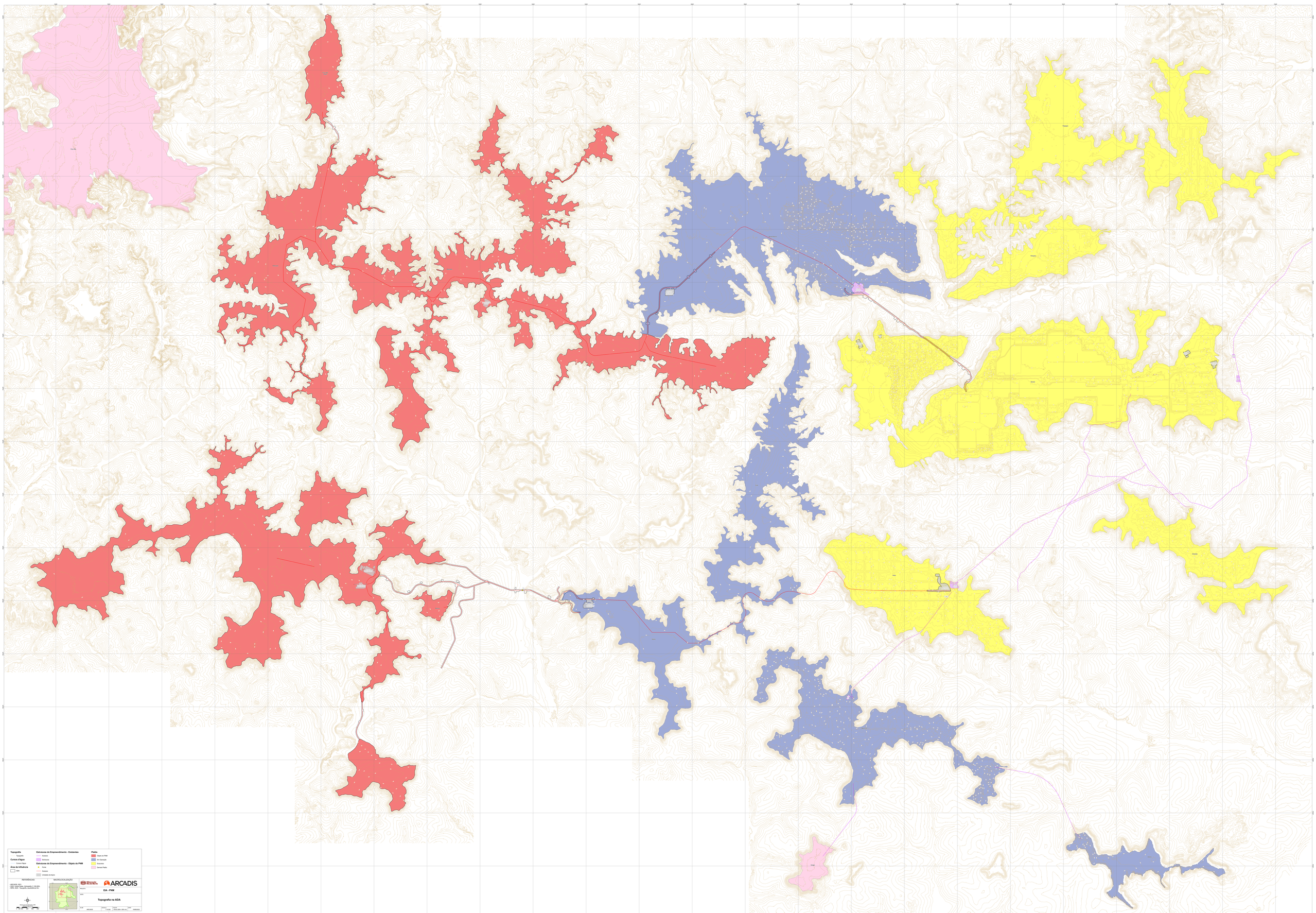
A abordagem regional está calcada em dados secundários e bases cartográficas existentes. Esta abordagem tem como cerne a contextualização suscinta da inserção da AE e entorno, fornecendo o embasamento mínimo para os detalhamentos inerentes a caracterização local. Já a caracterização local teve como base dados secundários aliados à dados primários, que inclui: informações coletadas no reconhecimento de campo, amostragens e seguidas de análises laboratoriais, dados do projeto de engenharia do PNM, bem como informações advindas do departamento de geologia da MRN e dados oriundos nos monitoramentos ambientais pretéritos e em curso também fornecidos pelo empreendedor. Ademais, a abordagem local contou com interpretação e análise de dados de sensoriamento remoto, como imagens de radar e satélite.

Em suma, é importante constatar que os mapeamentos, caracterizações e análises do Meio Físico seguiram as diretrizes expostas no TR, utilizando-se de imagens de radar, de satélite e bases topográficas disponíveis.

Conforme detalhado no **item 7.2.9.2.F)**, foram empregadas imagens orbitais do satélite Landsat 8 (2015 e 2019) que entrega uma resolução espacial nativa de 30 metros, além de uma banda espectral pancromática com resolução espacial de 15 metros que foi fusionada com as demais bandas utilizadas, incrementando a resolução das bandas de 30 metros para 15 metros. Desta forma, foi possível obter imagens espectrais para o visível e para o infravermelho próximo com resolução espectral de 15 metros e já ortorretificadas nativamente. Para tal, foram utilizadas as bandas do azul (0,45 – 0,51µm), verde (0,53 – 0,59 µm), vermelho (0,64 – 0,67µm), infravermelho próximo (0,85 – 0,88µm) e pancromática (PAN) (0,50 – 0,68µm). O tratamento das imagens e o fusionamento das bandas espectrais foi realizado utilizando-se o software de geoprocessamento ArcGIS PRO 2.4.

No que tange as informações topográficas, para além das imagens de radar e cartas topográficas oficiais (em escala 1:100.000) já citadas, também foi considerado um levantamento topográfico de detalhe cedido pela MRN (em escala 1:10.000 com equidistância de 1 m entre as curvas de nível) para toda a área do empreendimento (ADA) executado em 2020, conforme apresentado na **Figura 7.2-1.**

Importante constatar que a referida topografia de detalhe não recobre toda a AE definida para o presente meio, motivo pelo qual utilizou-se também para a caracterização da AE (abordagem local) as cartas topográficas oficiais (1:100.000) e as imagens de RADAR.


Topografia
Topografia
Cursos d'água
Cursos d'água
Área de Influência
ADA
Estruturas do Empreendimento - Existentes
Acessos
Estradas
Estruturas do Empreendimento - Objeto do PAM
Ponta
Acessos
Limitador de Ruído
Platôs
Objeto do PAM
Em Operação
Exaurido
Demais Platôs
REFERÊNCIAS
ARCADIS, 2021.
Base Cartográfica: Ortofotografia (1:100.000), IGPDF, 2019 - Topografia: AeroGeoMine Srl.
Sistema de Referência: WGS 84
Fuso 23 S
0 1.000 2.000 4.000 6.000 8.000 m
MACROLOCALIZAÇÃO
Mineração Rio do Norte
ARCADIS
Mina/Obra:
EIA - PNM
Título:
Topografia na ADA
Escala A1: 1:10.000
Escala A3: 1:20.000
Data: 19/09/2022
Figura 3.1 - Mapa de Topografia na Área Diretamente Afetada

Assim, o objetivo do presente diagnóstico é apresentar e caracterizar, para a AE dos Meios Físico e Biótico, as seguintes temáticas: **Clima e Meteorologia; Qualidade do Ar; Níveis de Ruído e de Vibração; Geologia; Geomorfologia; Pedologia; Suscetibilidade aos Processos de Dinâmica Superficial; Recursos Hídricos (superficial e subterrâneo)** e **Espeleologia** com intuito de subsidiar a avaliação de impactos ambientais e a proposição de medidas e programas para a devida gestão ambiental do PNM.

Os objetivos específicos e especificidades, bem como a caracterização das temáticas tratadas no âmbito do diagnóstico de meio físico são apresentados nos itens subsequentes.

7.2.1. Clima e Meteorologia

O presente item tem como objetivo proceder a caracterização regional e local dos principais aspectos climatológicos e meteorológicos da AE dos Meios Físico e Biótico.

Para caracterização regional serão abordados os principais sistemas meteorológicos atuantes e classificações climáticas amplamente reconhecidas pela comunidade científica e instituições oficiais, tais como IBGE (2016) e Koppen-Geiger, revisada por Alvares (2013).

Para a caracterização local, foram utilizados dados oriundos de estações meteorológicas existentes, são elas: a estação de Óbidos (OMM 82178) administrada pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e a estação de Porto Trombetas, locada em localidade homônima, no complexo minerário, administrada pela MRN. Para tal, foram escolhidas as variáveis: índice pluviométrico, temperatura (máxima, mínima e média), umidade relativa do ar, pressão atmosférica, direção e velocidade dos ventos e insolação, sempre que pertinente e possível os dados obtidos nas referidas estações foram comparados e analisados entre si.

Ademais, considerou-se, para caracterização local, o balanço hídrico climatológico referendado pelo Núcleo de Monitoramento Agroclimático (NURMA) da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ).

Por fim, o presente item compreende uma breve síntese dos principais aspectos climatológicos e meteorológicos da AE definida.

7.2.1.1. Aspectos Metodológicos

Para caracterização regional, buscou-se o levantamento de informações na literatura técnico-cientifica, levando em conta a caracterização dos principais sistemas meteorológicos atuantes e classificações climáticas da AE proposta para os Meios Físico e Biótico.

Sendo assim, utilizou-se dos textos Niemer (1989) e Koppen-Geiger, revisado por Alvares (2013) para norteamento da classificação climática, classificações estas baseadas nas variáveis: totais pluviométricos e temperatura. Para caraterização da dinâmica atmosférica foram utilizados principalmente as publicações Danni-Oliveira (2011) e Niemer (1989).

Conforme assinalado, para a caracterização local, foram utilizados dados oriundos de estações meteorológicas existentes, são elas: a estação de Óbidos (OMM 82178) administrada pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e a estação de Porto Trombetas, locada em localidade homônima, no complexo minerário, administrada pela MRN.

No que se refere aos dados da estação de Óbidos foram utilizados os fatores climáticos: índice pluviométrico; temperatura (máxima, mínima e média), umidade relativa do ar, pressão atmosférica, direção e velocidade dos ventos e insolação, de forma a caracterizar o habitual médio registrado na escala temporal mensal e interanual. Desta forma, foram adotadas as denominadas 'Normais Climatológicas', relativas ao período de 1989 a 2019 (INMET, 2020) para a estação convencional supracitada. Os dados de 2020 não foram considerados pois a situação da estação meteorológica estar como "Pane", apresentando diversas ausências de dados. As "Normais Climatológicas", correspondem às médias das variáveis atmosféricas registradas em períodos de 30 anos obtidos através do cálculo das médias de parâmetros meteorológicos, obedecendo a critérios da Organização Meteorológica Mundial (OMM).

Especificamente para a variável eventos extremos em 24h, foram utilizados os dados diários de precipitação do INMET, verificando-se o acúmulo máximo diário, em mm, para cada mês do ano em análise, comparando-se estes todos os 30 anos escolhidos como período de análise (1989 e 2019). Dentre essa seleção, foi demonstrado o máximo valor de cada mês atrelado ao ano da ocorrência.

Vale frisar que a estação de Óbidos dista cerca de 120 km do empreendimento, sob as coordenadas X: 665726,9598 e Y: 9788814,9926 (Datum SIRGAS 2000), e está alocada em altitude de 37 metros, no município de Óbidos no estado do Pará. Esta escolha deu-se por ser a referência oficial (INMET) mais próxima ao PNM, obedecendo o rigor das normas da OMM.

Complementarmente, utilizou-se, para todos os fatores climatológicos citados acima, exceto insolação, os dados cedidos pela MRN relativos à Estação Meteorológica de Porto Trombetas. Os dados desta estação foram selecionados no período entre 2008 e 2020, com exceção ao ano de 2012, pois o equipamento apresentou falhas consideráveis durante este ano. Houve falhas e manutenção no equipamento durante os anos de 2019 e 2020, porém não caracterizaram o descarte desses períodos para a análise. Para a utilização dos dados foram feitas médias simples para o período levando em conta os registros anuais de cada parâmetro. Exceção são as variáveis de direção e velocidade do vento que mesmo possuindo os dados de 2020, os mesmos não foram utilizados por inconsistências.

A estação de Porto Trombetas dista cerca de 692 m do PNM, sob as coordenadas X: 569250,8049 e Y: 9837789,3769 (Datum SIRGAS 2000), e está alocada em altitude de 38 metros. A escolha desta deu-se em função de estar alocada no complexo minerário da MRN, e, portanto, considera-se como representativa para aos aspectos climatológicos e meteorológicos locais analisados.

Para a elaboração dos cálculos de Balanço Hídrico foi utilizada a metodologia empregada por Thornthwaite & Mather (1955), utilizando-se a planilha EXCEL "Bhnorm" elaborada por Rolim et al. (1998) - link < http://www.leb.esalq.usp.br/leb/bhbrasil/Para/> - para realização dos cálculos necessários. Estes foram realizados utilizando-se dados de temperatura média e precipitação da estação de Óbitos (INMET) para o período de 1989 a 2019. Foi tomado como capacidade de água disponível o valor de 100 mm.

A partir da compilação e análise dos dados, foram elaborados gráficos para a melhor compreensão do comportamento anual dos fatores climáticos seguido de texto analítico.

A **Figura 7.2-2** apresenta as Estações Meteorológicas consideradas no presente estudo em relação ao PNM e respectiva AE definida para os Meios Físico e Biótico.

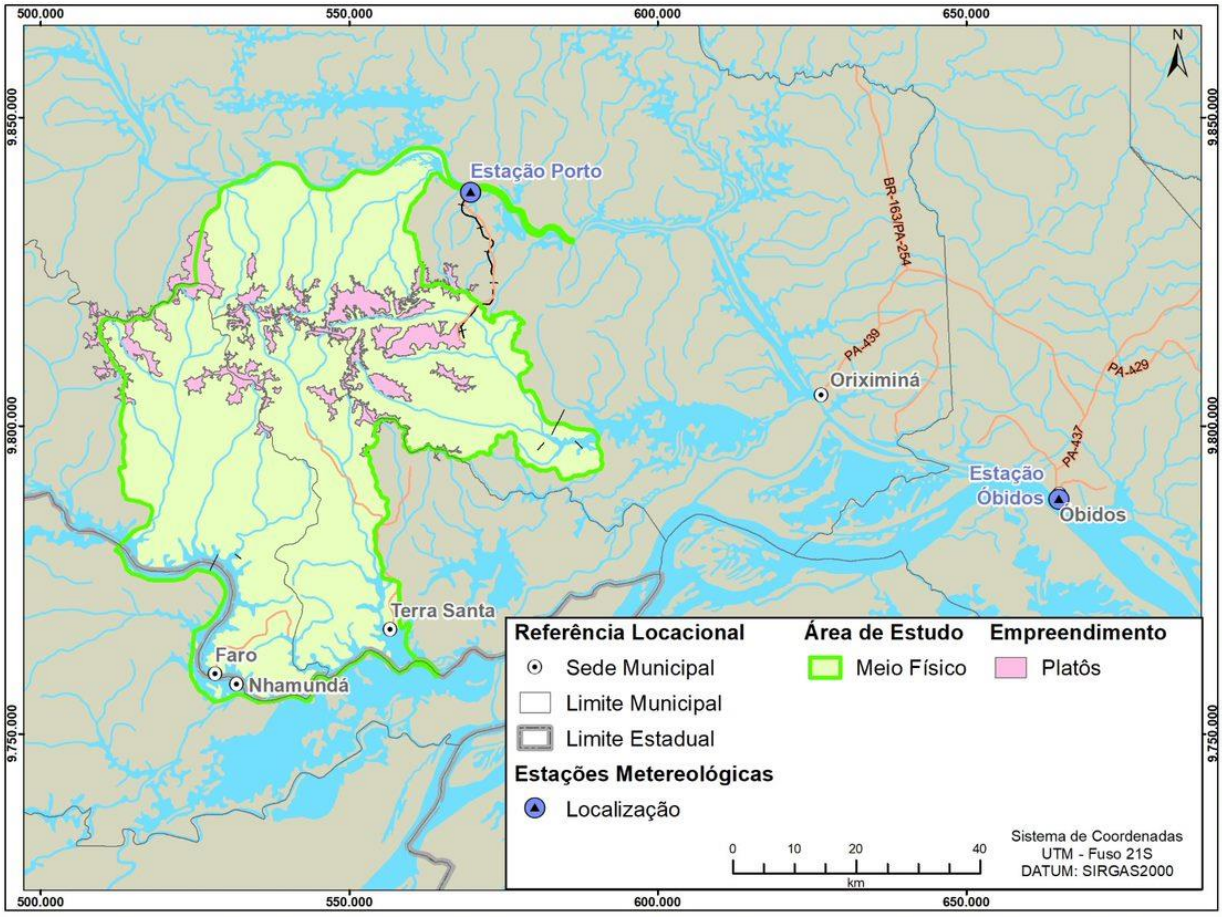


Figura 7.2-2. Estações meteorológicas selecionadas.
Fonte: INMET (2020) e MRN (2019).

7.2.1.2. Caracterização Regional

As classificações climáticas apresentadas nesse item consistem na Classificação Climática do Brasil, proposta pelo IBGE (2006), e a de Koppen-Geiger, revisada por ALVARES et al. (2013).

Na classificação de Köppen-Geiger revisada por Alvares et al (2013) a área de estudo está inserida na tipologia “Am” caracterizada como clima de monção apresentando nos meses mais secos totais pluviométricos menores que 60 mm. De acordo com a tipologia do IBGE a área está inserida no clima Equatorial, caracterizado por apresentar temperaturas quentes com a média superior aos 18° C em todos os meses, de caráter predominantemente úmido e com 3 meses secos nos meses de inverno. A **Figura 7.2-3** apresenta a Classificação Climática do Brasil, proposta pelo IBGE (2006), para a AE dos Meios Físico e Biótico.

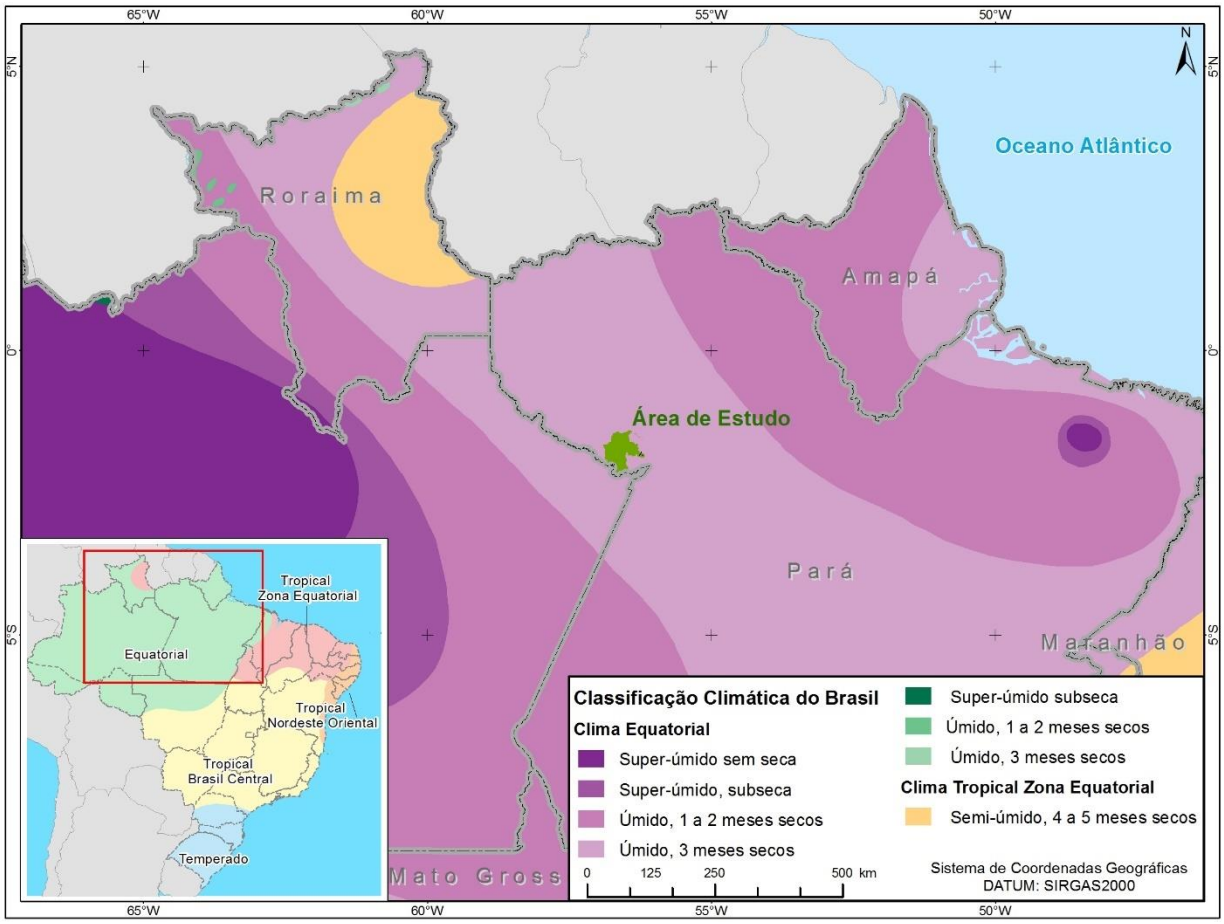


Figura 7.2-3. Classificação Climática do Brasil.
Fonte: IBGE, 2006.

Conforme NIEMER (1989) o clima da Região Norte é diretamente influenciado pelos anticiclones subtropicais do Atlântico Sul e de Açores, gerando tempo estável, assim como a invasão da Zona de Convergência Intertropical - ZCIT traz tempo instável e por fim, com mais atividade no sudoeste da região, porém afetando grande parte da totalidade da área, temos a influência das massas polares advindas de anticiclone ou frente polares.

A característica determinante da Região Norte em se tratando da tipologia climática elaborada por Niemer, é que a tipologia é de caráter Equatorial e de altas temperaturas, com médias maiores que 18º C em toda a região, sempre úmida e com raros meses secos, no máximo 3 no corredor entre Roraima e o sul do Pará.

No que diz respeito aos sistemas meteorológicos que interferem diretamente na configuração da temperatura da região, Mendonça e Danni-Oliveira (2011) apresentam os principais sistemas atuantes na região Norte. Segundo os autores uma das características da região Norte é a sua extensão, portanto temos diversos sistemas que afetam a região, desde sistemas atlânticos tropicais a equatoriais até massas polares antárticas. Nomeadamente pode-se dizer que os sistemas de maior influência são: Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Sistemas de massas de ar e Centros de ações positivas.

A ZCIT tem por característica se formar na área de baixas latitudes onde ocorre o encontro de ventos alísios provenientes de sudeste com os de nordeste. Deste encontro ocorre ascendência das massas de ar que são normalmente úmidas, por conta de suas características oceânicas. É um sistema móvel, uma vez que se desloca durante o ano sob a ação do movimento aparente do Sol. Seus máximos, em relação a posição são em março para o Sul e setembro para o Norte. A ZCIT é facilmente observada em imagens de satélite e corresponde a faixa de nuvens existente na parte equatorial do globo como apresenta a **Figura 7.2-4**.

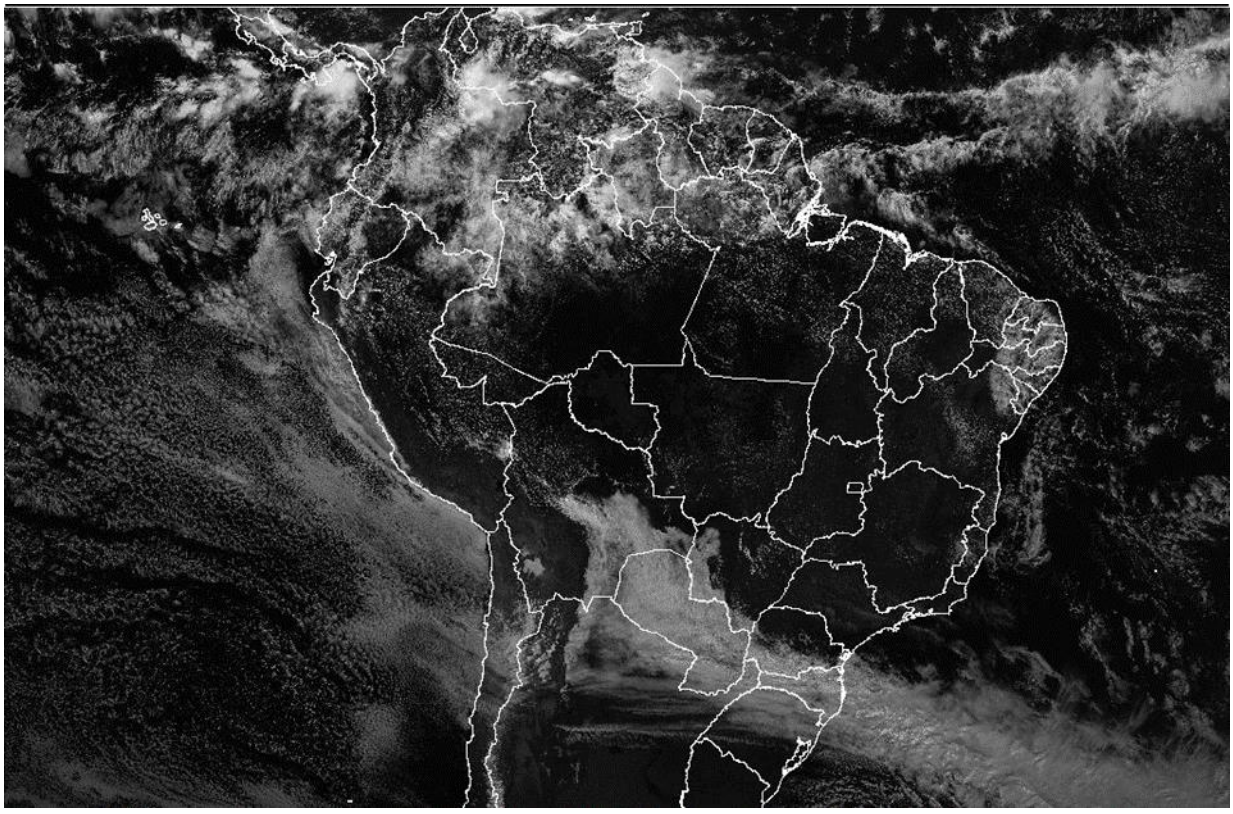


Figura 7.2-4. Zona de Convergência Intertropical.
Fonte: CPTEC, 2019.

A região Norte sofre ainda a influência dos sistemas de ventos que levam diversos tipos de massas de ar para essa localidade, dentre elas, as mais importantes são: Massa Equatorial do Atlântico Norte (MEAN), Massa Equatorial Continental (MEC), Massa Tropical Atlântica (MTA) e Massa Polar Atlântica (MPA). Pode-se dizer que os sistemas equatoriais e tropicais são, em sua essência, quentes e com a influência do atlântico ganham umidade, contribuindo para os totais pluviométricos da região. Interessante notar que normalmente uma massa de ar continental tem, por característica, ser seca, porém, como a MEC é formada na região da Amazônia, a evapotranspiração surte grande efeito e torna essa massa de ar úmida. Outra massa que influencia a região é a MPA, porém essa tem influência no inverno, quando ganha força para chegar até a região e contribui para a diminuição da temperatura.

Outro sistema existente é denominado por Centro de Ação, são extensas zonas que variam entre Alta Pressão e Baixa Pressão e dão origem a movimentações atmosféricas, ou seja, são responsáveis pelos fluxos predominantes dos ventos. Normalmente a movimentação de ar é feita das zonas de alta pressão (movimentos anticiclonais) para as de baixa pressão

(movimentos ciclonais). Neste sentido na região Amazônica existem dois principais centros de ação anticiclonal, são eles: Anticiclone do Açores (ou Santa Helena) e Anticiclone da Amazônia (ou *Doldrums*). Esses sistemas são grandes formadores e exportadores das massas de ar já citadas, contribuindo para um aumento nas temperaturas e totais pluviométricos da região.

7.2.1.3. Caracterização Local

A seguir são apresentadas e descritas as variáveis climatologias locais analisadas conforme a metodologia anteriormente descrita.

A) Temperatura do Ar e Precipitação Pluviométrica

As variações temporal e espacial da temperatura do ar estão diretamente relacionadas ao balanço de energia na superfície e, por conseguinte, ao aquecimento do solo. Para fins meteorológicos e climatológicos, a temperatura do ar é medida sob uma condição padronizada, para que se permita a comparação entre locais diferentes. Esse padrão pode ser alterado em função das condições climáticas vigentes, tais como a entrada de uma massa de ar, a ocorrência de chuvas, nebulosidade intensa, ventos fortes e contínuos, dentre outros.

Referente a temperatura do ar, para a estação de Óbidos (OMM: 82178), o INMET disponibiliza dados de séries históricas, as quais foram escolhidos para um intervalo de 30 anos afim de caracterizar uma Normal Climatológica, sendo mais específico, de 1989 a 2019. Esses dados se referem, com exatidão à média máxima, média mínima e temperatura média anual como são apresentadas na **Figura 7.2-5**.

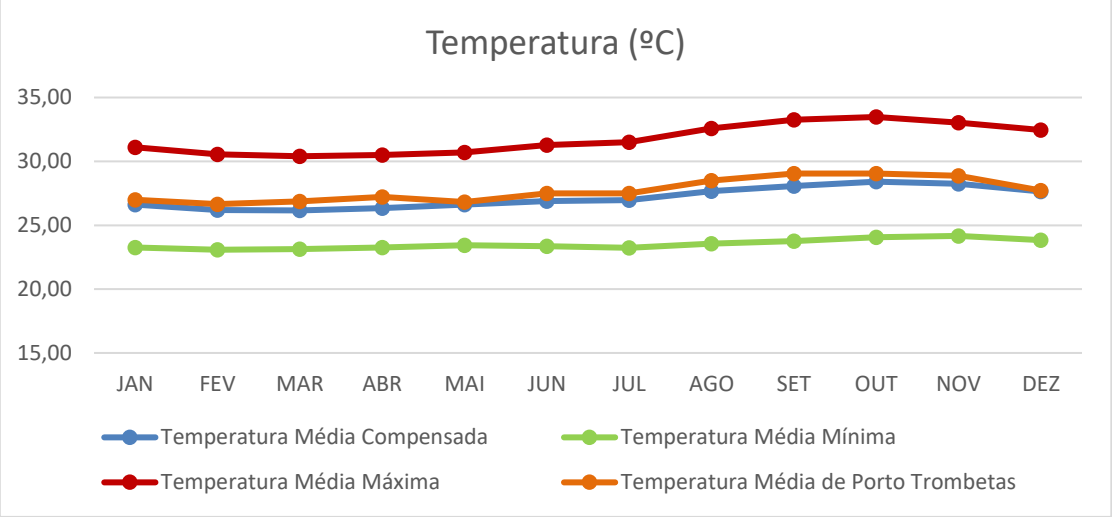


Figura 7.2-5. Variação da temperatura média máxima, média mínima e média na estação de Óbidos e Temperatura Média na estação de Porto.
Fonte: INMET, 2020; MRN, 2021.

A partir do gráfico pode-se observar na estação de Óbidos que as temperaturas médias máximas ficam acima dos 30º C ao longo de todo o ano. Os meses com temperatura mais elevada foram entre setembro a novembro registrando médias próximas aos 33º C. As temperaturas médias ficam entre 26º C e 28º C durante o ano todo, apresentando menores médias entre fevereiro e abril e as maiores médias entre setembro e novembro. Quanto a média das temperaturas mínimas, no período de registro todas ficaram entre 22º e 23º C, a curva das

temperaturas médias mínimas mostra-se mais homogênea que as demais e apresenta ao longo do ano todo baixa variação, as temperaturas verificadas são próximas aos 23º C o ano todo.

Observa-se que o período do segundo semestre (julho a dezembro) apresenta temperaturas mais elevadas. A amplitude térmica entre as temperaturas máximas e mínimas é menor no primeiro semestre (janeiro a julho) ficando próxima aos 8º C e no semestre subsequente próxima aos 10º C.

Com relação aos dados da estação de Porto Trombetas as temperaturas médias apresentaram-se mais elevadas que as temperaturas médias da Estação de Óbidos, contudo apresentando variação similar à estação de Óbidos. Os meses entre agosto e novembro apresentaram as maiores temperaturas médias, próximo à 29º C. O maior registro ocorreu no mês de outubro com 29,05 ºC.

O termo precipitação pluviométrica, ou chuva, se refere a condensação do vapor de água existente nas nuvens em pequenas gotas que ao atingirem peso suficiente, se precipitam sobre o solo. A mensuração do total de chuva que atinge determinado local é feita em milímetros e é referente à altura da água coletada nos pluviômetros.

As chuvas podem ser classificadas em três tipos: chuva de origem térmica ou convectiva, que ocorre dos movimentos ascendentes do ar quente e úmido que ao encontrar camadas superiores e mais frias da Troposfera gera as nuvens e posterior precipitação. Chuva de origem orográfica ou de relevo, ocorrem pela ação física de barramento do ar imposta pelo relevo, que força o ar quente e úmido ascender, este se resfria nas camadas superiores gerando nuvens e posterior precipitação. Desta forma as vertentes a barlavento tendem ser mais chuvosas que as vertentes a sotavento. Chuva de origem frontal, ocorre durante a passagem de uma frente fria ou frente quente, está associada a ascensão do ar úmido ao longo de suas rampas, que ao se resfriar geram nuvens e posterior precipitação.

Localmente, a variação anual da temperatura é responsável por contribuir com diversos fatores ligados ao clima, dentre eles o regime das chuvas. Nas regiões tropicais, exceto em casos específicos, o período das chuvas está associado com a época em que a temperatura é mais elevada, enquanto a estiagem se associa aos períodos de menor temperatura. Neste caso, por conta das preponderantes massas de ar com temperaturas de caráter mais alto já expostas ocorre o oposto, os meses mais secos apresentam também as maiores temperaturas. O climatograma apresentado na **Figura 7.2-6** relaciona a variação anual da precipitação média mensal com as médias mensais da temperatura, também foram inseridos os dados de eventos máximo de precipitação acumulados em 24 horas ocorridos no período já determinado de 30 anos, ou seja, de 1989 a 2019. Fica registrado que por conta da situação de ‘Pane’ da estação de Óbidos para o ano de 2020, foi decidido não utilizar os dados desse ano.

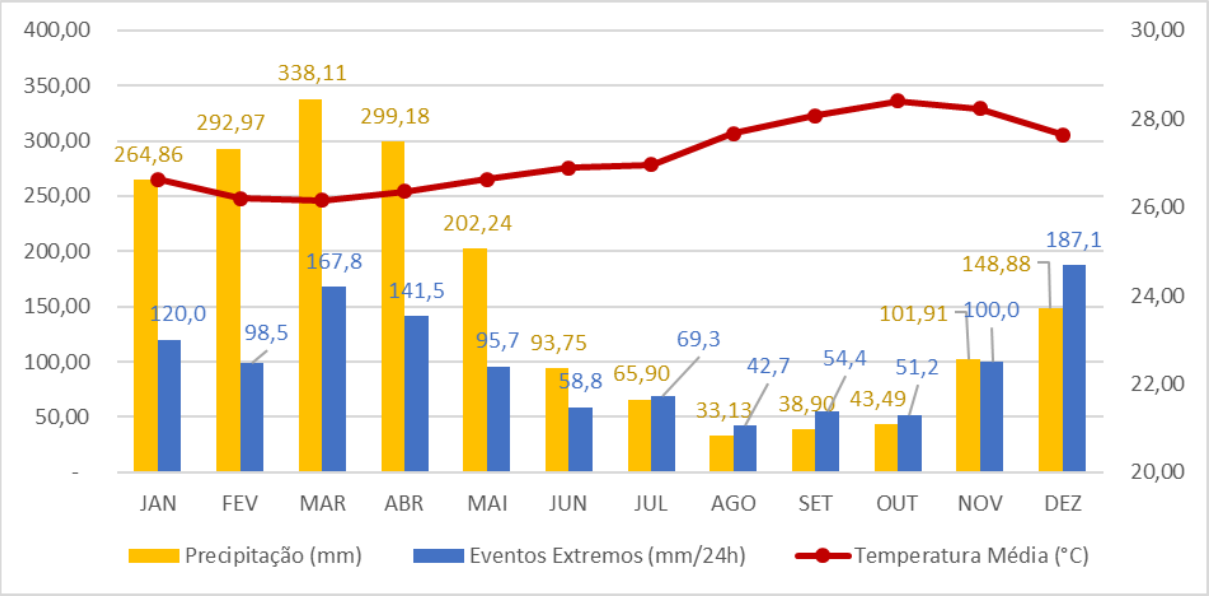


Figura 7.2-6. Climatograma (precipitação (mm) x temperatura (ºC) para a estação Óbidos.

A partir do gráfico pode-se notar que a temperatura e a pluviosidade são inversamente proporcionais na Estação de Óbidos. À medida que o total de precipitação diminui a partir do mês de junho a temperatura se eleva, conforme a chuva aumenta a partir de outubro a temperatura entra em declínio. Desta forma corrobora-se a classificação do IBGE (2006) apresentando os 3 meses secos entre agosto e outubro e média de temperatura acima dos 18º C todos os meses.

Observa-se também que o mês com maiores totais pluviométricos é março, com 338,11 mm, seguido por abril, com 299,18 mm e fevereiro, com 292,97 mm. Fica destacado, também, a concentração da pluviosidade no primeiro semestre. Para o segundo semestre temos os períodos mais secos, com o mês mais seco sendo o de agosto, com 33,13 mm, seguido por setembro, com 38,90 mm e outubro, com 43,49 mm.

A média anual, utilizando as médias dos últimos 30 anos, período correspondente à 1989-2019, verifica-se um valor de 161 mm. Essa média anual se faz mais baixa do que os meses de maiores totais pluviométricos, pois agrega os menores valores, muito baixos, de julho a outubro.

Para os eventos extremos, ou seja, para o máximo absoluto acumulado de precipitação durante 24h, foram utilizados os dados, como para as outras variáveis, correspondente a 30 anos, que compreende o período de 1989 a 2019. Fica registrado que por conta da situação de ‘Pane’ da estação de Óbidos para o ano de 2020, foi decidido não utilizar os dados desse ano.

O **Quadro 7.2-1** apresenta os eventos de precipitação máxima acumulada para cada mês dentro da série histórica mencionada.

Quadro 7.2-1. Dados do Máximo Absoluto da Precipitação Acumulada durante 24 horas em milímetros para o período de 30 anos compreendido de 1989 a 2019.

Máximo Absoluto da Precipitação acumulada 24 horas (mm)									
Janeiro		Fevereiro		Março		Abril		Maio	
Ano	Valor	Ano	Valor	Ano	Valor	Ano	Valor	Ano	Valor
2008	120	2017	98,5	2017	167,8	1992	141,5	2006	95,7
Junho		Julho		Agosto		Setembro		Outubro	
Ano	Valor	Ano	Valor	Ano	Valor	Ano	Valor	Ano	Valor
2012	58,8	2010	69,3	2013	42,7	2004	54,4	2006	51,2
Novembro		Dezembro							
Ano	Valor	Ano	Valor						
2008	100	1990	187,1						

Fonte: INMET, 2020.

Dentre esses dados, destacam-se os valores de precipitação acumulada em dezembro, com 187 mm em um único dia no ano de 1990, seguido por março, no ano de 2017, com 167,8 mm e abril, no ano de 1992, com 141,5 mm. É relevante o fato de que os eventos extremos podem ocorrer durante todo o ano, ocorrendo chuvas em um dia que superam o esperado no mês inteiro, exceto para os meses de junho e novembro considerados como secos.

Eventos de grande magnitude, em regiões urbanas ou similares, podem ocasionar alagamentos por conta do transbordamento de rios ou mesmo por conta do mal escoamento da água superficial devido a impermeabilização do solo, em regiões rurais, podem prejudicar as atividades do setor primário da economia localizadas em áreas inundáveis como planícies de rios e outras. Áreas com elevada declividade ou mais vulneráveis do ponto de vistas geotécnico também são pontos de atenção em eventos de magnitude elevada.

A **Figura 7.2-7** apresenta o climatograma para a estação de Porto Trombetas. Nota-se a semelhança com o gráfico exposto anteriormente no que diz respeito curva de temperatura e o mesmo padrão das barras de precipitação. A época com maior pluviosidade é entre dezembro e maio enquanto as temperaturas são menores, já os meses mais secos, entre junho e novembro apresentam temperaturas mais elevadas. Para os meses de maiores totais pluviométricos, temos abril, com 374,06 mm, seguido por março, com 360,34 mm e fevereiro, com 312,79 mm. Já para os meses mais secos, temos agosto, com 67,75 mm, setembro, com 73,26 mm e julho, com 94,81 mm.

Apesar da semelhança, a estação de Porto Trombetas possui uma média anual do total pluviométrico mais alta do que a estação de Óbidos, com 197,40 mm.

Para a estação de Porto Trombetas não foram demonstrados os dados de Eventos Extremos pelo caráter de dados recebidos, que se deu de forma mensal, impossibilitando que fossem retirados dados diários para essa apresentação.

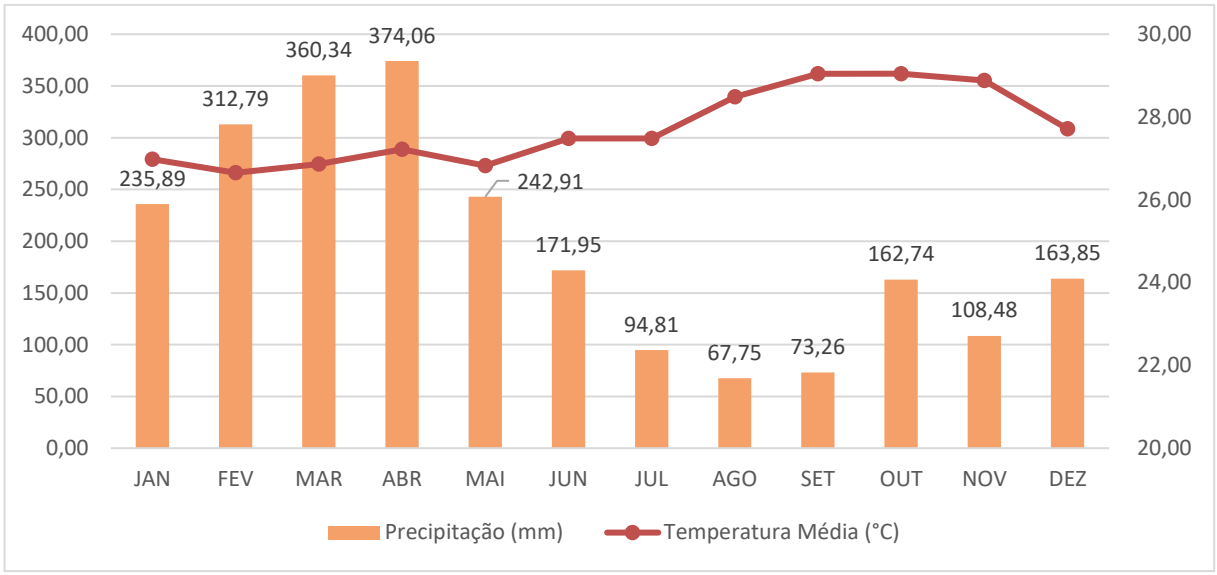


Figura 7.2-7. Climatograma (precipitação (mm) x temperatura (ºC)) para a estação Porto.
Fonte: MRN, 2021.

São notórias as semelhanças entre os dados apresentados pelas duas estações, como visto na **Figura 7.2-8**, com dois períodos bem diversos em seu ano e marcados por alta pluviosidade e temperaturas mais amenas e o outro, por baixa pluviosidade e temperaturas mais altas. Esses dois períodos se sobrepõem entre as estações, o que era esperado pela curta distância entre as duas. Na estação de Óbidos o mês com maiores totais pluviométricos é março, com 338,11 mm, enquanto que para Porto Trombetas é o mês de abril, om 349,67 mm, porém seguido de perto por março, com 345,94 mm. Para o mês de totais pluviométricos mais baixos, temos o mesmo para ambas as estações, esse sendo agosto, com 33,13 mm para Óbidos e 67,4 mm para Porto Trombetas, seguido de setembro, com 38,90 mm para Óbidos e 76,22 mm para Porto Trombetas. A diferença se dá no terceiro mês, que para Óbidos é outubro, com 43,49 mm e para Porto Trombetas é julho, com 96,95 mm.

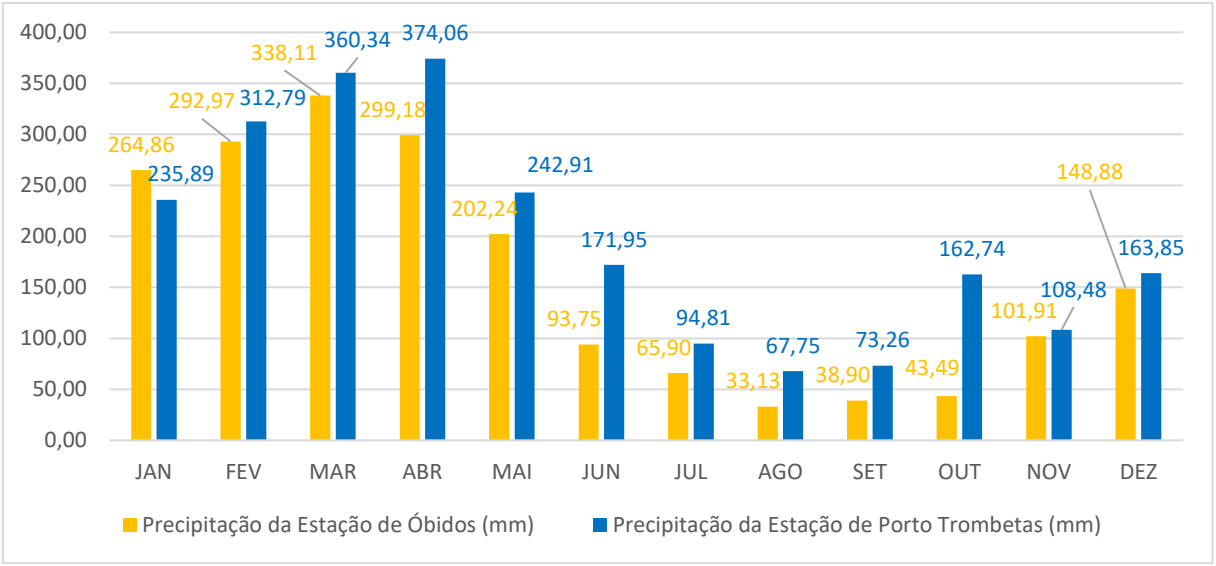


Figura 7.2-8. Precipitação (mm) das Estações de Óbidos e Porto Trombetas.
Fonte: INMET, 2020; MRN, 2021.

Interessante denotar que existe um diferencial entre os meses de menor pluviosidade entre as estações, com uma diferença, em agosto de 34,62 mm. Isso é fruto de Porto Trombetas ter um total pluviométrico maior do que o de Óbidos, sendo o primeiro com 197,40 mm e o segundo com 161 mm. Uma diferença de 36,4 mm de média anual.

Para uma comparação de caráter semestral, é possível verificar a similaridade entre as estações assim como suas pequenas diferenças em caráter pluviométrico. A estação de Óbidos apresenta um total pluviométrico de 248,52 mm para o período do 1º Semestre do ano, enquanto para a estação de Porto Trombetas o valor é de 282,99 mm. Para o 2º Semestre, na estação de Óbidos, o total é de 72,03 mm, enquanto para Porto Trombetas, o valor é de 111,81 mm.

Identifica-se na comparação semestral que, para o primeiro semestre, as estações possuem valores muito similares entre si, porém, para o segundo semestre há uma diferença de valores. Essa disparidade se apresenta por conta do total pluviométrico para os meses considerados mais secos, na estação de Porto Trombetas, ser acima dos valores encontrados na estação de Óbidos.

B) Umidade Relativa do Ar - (UR)

A umidade relativa média do ar se refere à presença de vapor d'água na atmosfera, cuja quantificação não pode ser feita mediante a extração e pesagem, como no caso da água nos estados líquido e sólido.

A análise da UR é o método mais simples para quantificar o conteúdo de vapor na atmosfera, sendo definida pela relação entre o teor parcial de vapor d'água (ea), contido no ar num dado momento, e o teor máximo de saturação (es) que o ar poderia conter, à temperatura ambiente, sendo determinada pela expressão:

$$UR(\%) = \frac{e_a}{e_s} \times 100$$

A **Quadro 7.2-9** apresenta a variação anual da UR na estação meteorológica de Óbidos e nesse período nota-se que a umidade relativa foi maior que 76% em todos os meses do ano. Os menores valores foram identificados no trimestre de setembro a novembro (mínima de 76%), enquanto os meses com maiores taxas foram identificados no trimestre entre fevereiro e abril (máxima de 88%).

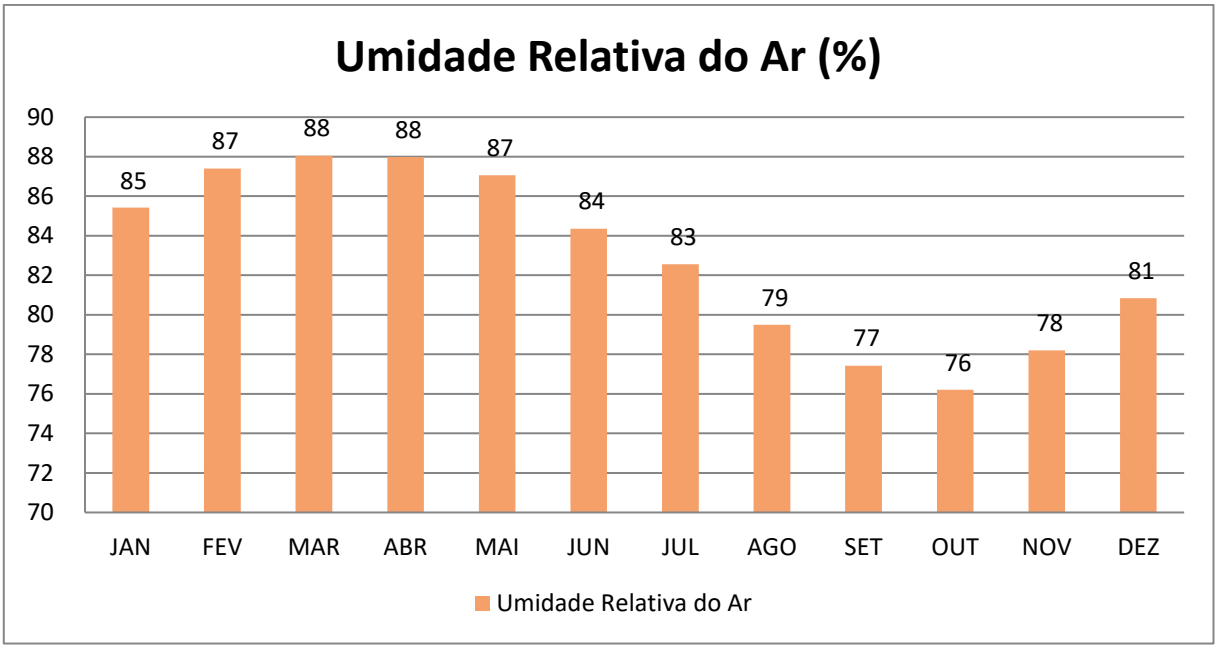


Figura 7.2-9. Umidade Relativa Média do Ar (UR) para a estação de Óbidos.
Fonte: INMET, 2020.

A **Figura 7.2-10** apresenta a variação da UR registrada na estação meteorológica de Porto Trombetas. Nota-se a semelhança com o gráfico anterior. Nesta estação a UR foi superior ou igual a 78% em todos os meses e apenas entre os meses de agosto a novembro as umidades relativas registradas ficaram abaixo de 80%. Abril registrou a maior taxa com 89%.

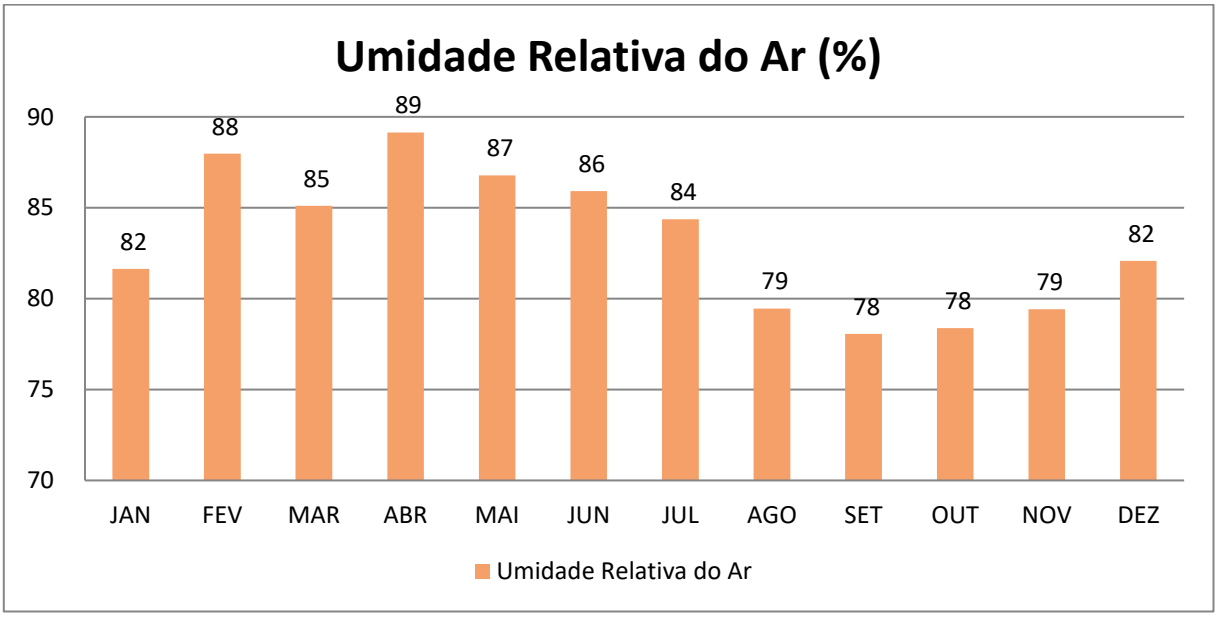


Figura 7.2-10. Umidade Relativa do Ar (UR) para a estação de Porto.
Fonte: MRN, 2021.

C) Pressão Atmosférica Média

O ar atmosférico é composto por uma mistura de gases e de acordo com a Lei de Dalton das pressões parciais, cada constituinte atmosférico exerce uma pressão sobre a superfície, independente da presença dos outros gases, de tal modo que a pressão total (atmosférica) é igual à soma das pressões de cada gás. Tem relação direta com altitude e temperatura, funcionando como força motriz para a movimentação de ar de altas para baixas pressões.

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. Sazonalmente, os valores de pressão atmosférica tendem ser maiores no inverno que no verão, graças à interação de diversos fatores, tais como a posição relativa do sol, proporcionando energia solar incidente de menor intensidade e, por conseguinte, menor convecção continental, associados às maiores intensidades das massas polares migratórias de origem Antártica. No verão, o aquecimento solar mais intensificado, incidindo sobre a superfície, cria movimentos verticais ascendentes, que podem ou não formar nuvens, contrapondo-se ao peso do ar atmosférico, acarretando a redução da pressão atmosférica sobre a superfície.

Cabe ressalvar, que os dados de pressão atmosférica da estação de Óbidos podem apresentar uma disparidade com a realidade pelo fato de as séries históricas apresentarem ausência de dados, com somente duas leituras no período de 30 anos. Nesse sentido, para a variável pressão atmosférica, a estação de Porto apresenta dados, a princípio, mais fidedignos.

Na **Figura 7.2-11** é apresentada a variação anual da pressão atmosférica. Pode-se verificar que ao longo de todo o ano a pressão fica abaixo do 1.010 hPa, possuindo os maiores valores em julho, com 1.006,7 hPa, maio, com 1.005,3 hPa e agosto, com 1.005,2 hPa enquanto os menores valores estão nos meses de janeiro, com 1.002,8 hPa, outubro, com 1.003,1 hPa, Novembro, com 1.003,4 hPa e Dezembro, com 1.003,3 hPa. Vale destacar que a pressão ao nível do mar é de 1.013,25 hPa, desta forma na estação de Óbidos a pressão é mais baixa que ao nível do mar, este fator está diretamente associado com as elevadas temperaturas da área.

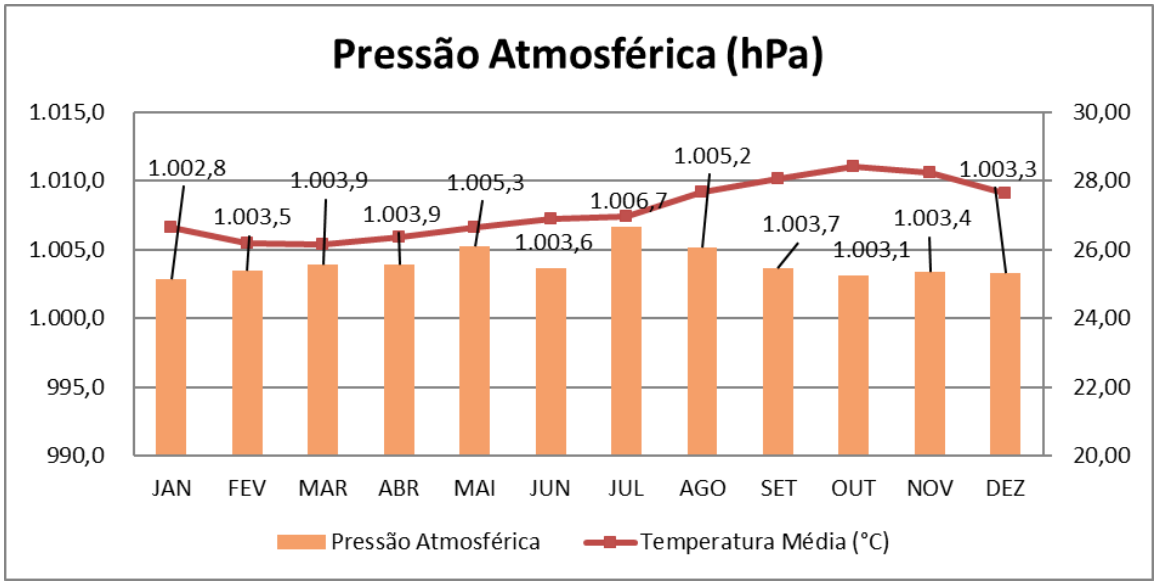


Figura 7.2-11. Pressão Atmosférica (hPa) x Temperatura Média (°C) na estação de Óbidos.

Fonte: INMET, 2020.

Na **Figura 7.2-12** o gráfico que apresenta os valores verificados na estação de Porto Trombetas. Nota-se que o maior valor se apresenta no mês de junho, com 1.009,3 hPa, seguido por março, com 1.007,7 hPa e fevereiro, com 1.007,6 hPa. Já para os menores valores, temos outubro, com 997,4 hPa, agosto, com 998,5 hPa e setembro, com 999,7 hPa.

Percebe-se a relação com a temperatura, na qual, quanto maior a temperatura, menor a pressão, apesar de vermos duas disparidades, uma sendo em junho, com pressões bem mais altas que os demais valores e em maio com o inverso, valores menores que os demais da primeira metade do ano. Apesar da disparidade, é evidente a relação inversamente proporcional entre as variáveis temperatura e pressão.

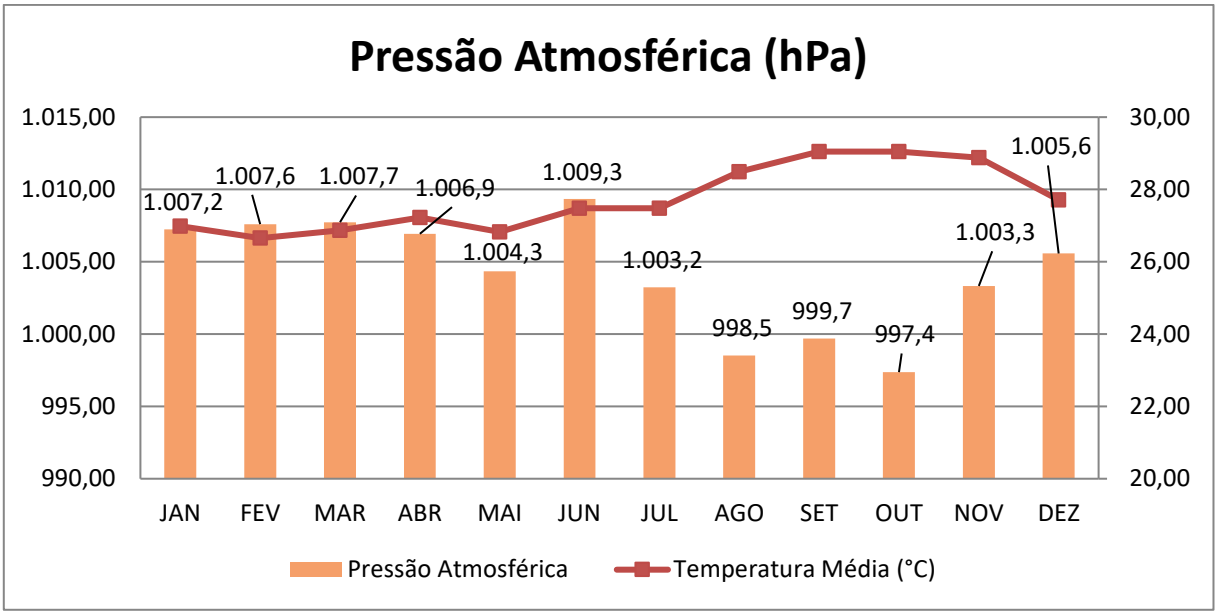


Figura 7.2-12. Pressão Atmosférica (hPa) x Temperatura Média (°C) na estação de Porto.

Fonte: MRN, 2021.

Comparando os dados apresentados pelas duas estações, percebe-se uma disparidade na curva da variável de pressão atmosférica entre Óbidos e Porto Trombetas. Apesar disso, existe ainda uma lógica de relação entre as variáveis em si dentro dos gráficos de cada uma das estações, como mencionado anteriormente.

D) Direção e Velocidade do Vento

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, consequentemente, 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.

Os dados sobre direção predominante dos ventos expressos no **Quadro 7.2-2**, demonstram que na estação de Óbidos a região apresenta calmaria em todos os meses do ano, sem apresentar direção predominante. Por outro lado, a estação de Porto apresenta predominância de ventos de sudeste e apenas abril e maio apresentam ventos de sul. Essa diferença entre as duas estações pode ser dada pela localização geográfica das duas estações. A estação de Óbidos possui alguns dados de direção do vento voltados, assim como a de Porto Trombetas, para Sudeste, mas são muito dispersos e em sua grande maioria, se mantém sem uma direção predominante que foi escolhido manter a predominância como “Calma” para os dados apresentados.

É de importância deixar salientado que os dados utilizados para a validação dessas variáveis são do período entre 2008 a 2019 no caso da estação de Porto Trombetas por conta de inconsistências nos dados de 2020.

Quadro 7.2-2. Dados de direção predominante do vento nas estações meteorológicas selecionadas.

Direção Predominante dos Ventos		
Mês	**Óbidos**	**Porto**
Janeiro	Calma	SE
Fevereiro	Calma	SE
Março	Calma	SE
Abril	Calma	S
Maio	Calma	S
Junho	Calma	SE
Julho	Calma	SE
Agosto	Calma	SE
Setembro	Calma	SE
Outubro	Calma	SE
Novembro	Calma	SE
Dezembro	Calma	SE

Fonte: INMET, 2020; MRN, 2019.

A classificação dos ventos é feita através da escala de Beaufort, esta escala foi elaborada no século XVIII e ainda é utilizada até hoje, ela foi elabora por Sir Francis Beaufort, que observando o aspecto do mar em consequência da velocidade do vento. A escala é dividida em 12 graus como apresenta o **Quadro 7.2-3.**

Quadro 7.2-3. Escala de Beaufort.

Escala Beaufort de Força doe Vento		
Grau	**Nomenclatura**	**m/s**
0	Calmaria	< 1
1	Bafagem	1-2
2	Aragem	2-4
3	Fraco	4-6
4	Moderado	6-9
5	Fresco	9-11
6	Muito Fresco	11-14
7	Forte	14-17

Escala Beaufort de Força doe Vento		
Grau	**Nomenclatura**	**m/s**
8	Muito Forte	17-21
9	Duro	21-25
10	Muito Duro	25-29
11	Tempestuoso	29-33
12	Furacão	> 33

Elaboração: Arcadis, 2019; Adaptado de INPE.

A partir desta escala pode-se classificar os ventos apresentados na **Figura 7.2-13,** observa-se que os dados de ambas estações nunca ultrapassam os valores de 2,5 m/s, sendo que os maiores valores são todos, durante o ano, advindos da estação de Porto Trombetas, com o valor mais alto sendo 2,1 m/s em agosto, setembro, outubro e novembro. Para a estação de Óbidos, temos sempre valores abaixo dos 2,0 m/s, sendo o maior, 1,6 m/s em outubro, seguido por setembro, com 1,5 m/s e agosto, com 1,4 m/s. Para os valores mais baixos de ambas as estações se tem março, abril, maio, junho e dezembro para Porto Trombetas, com 1,8 m/s, enquanto que para Óbidos, tem-se janeiro, fevereiro e março, todos com 0,8 m/s.

Utilizando a Escala Beaufort, podemos caracterizar os ventos da Estação de Porto Trombetas como, predominantemente Aragem, com exceção de dezembro, que estaria na classificação de Bafagem. Focando na estação de Óbidos, a predominância é a classificação Bafagem de junho a dezembro e Calmaria de janeiro a maio.

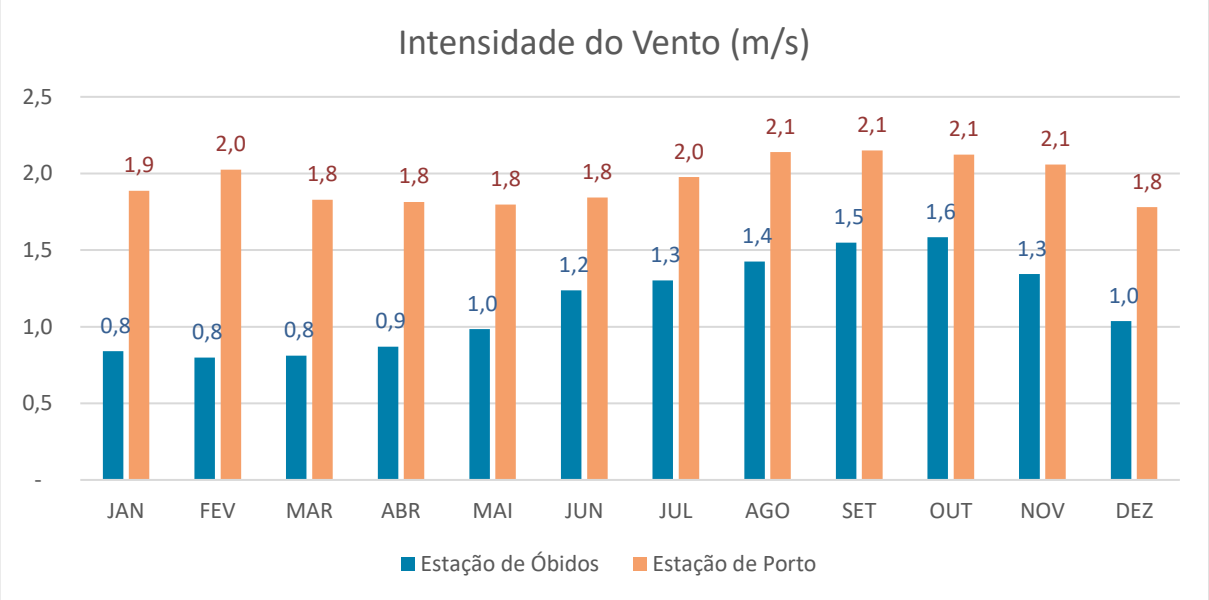


Figura 7.2-13. Intensidade do Vento nas estações de Óbidos e Porto Trombetas.
Fonte: INMET, 2020; MRN, 2021.

Conforme representado na **Figura 7.2-14**, nota-se o sentido dos ventos predominantemente de SE para a estação Porto Trombetas, assim como fica evidenciado a velocidade

relativamente baixa constatada. Para essa validação foram somente utilizados os dados do período entre 2008 e 2019 por conta de inconsistências nos dados do ano de 2020.

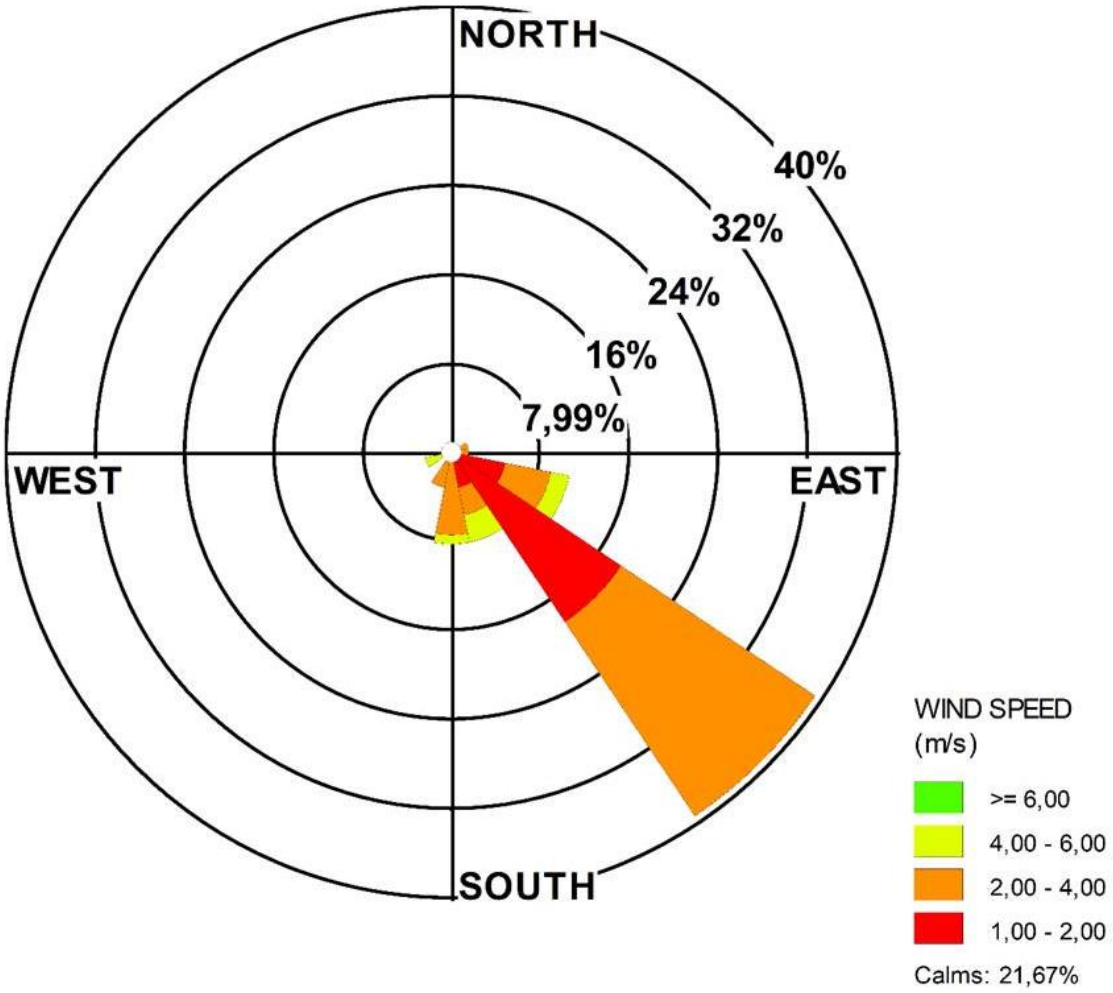


Figura 7.2-14. Rosa dos ventos da estação meteorológica Porto Trombetas.
Fonte: MRN, 2021. Dados de vento de janeiro de 2008 a janeiro 2019.

E) Insolação

A insolação de determinada região é contabilizada pelo total de horas de sol que o local recebe durante determinado período. Notadamente as horas de insolação estão diretamente relacionadas com a cobertura de nuvens da área, desta forma quanto menor a quantidade de nuvens maior a insolação recebida. Por este motivo é esperado que os meses que recebem maior insolação coincidam com os meses com menores índices pluviométricos. **Figura 7.2-15** corrobora esta expectativa, nota-se que os meses com insolação superior a 200 horas mensais estão entre junho e outubro época com menor pluviosidade e também maior temperatura na área. A retomada das chuvas a partir de novembro causa o efeito do decaimento da incidência de luz solar na região.

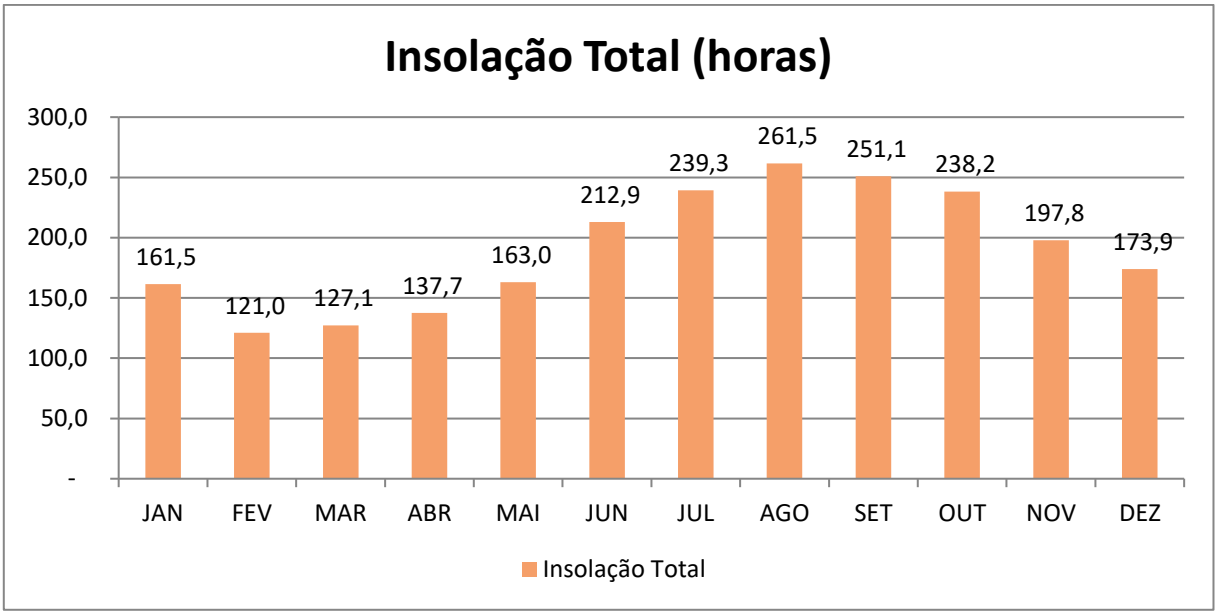


Figura 7.2-15. Insolação total na estação meteorológica de Óbidos.
Fonte: INMET, 2020.

Os dados para a insolação não estão disponíveis para a estação de Porto Trombetas a não ser dos anos 2019 e 2020, porém como não há a disponibilidade de pelo menos 10 anos de dados, optou-se por não utilizar os que estavam disponíveis.

F) Balanço Hídrico

Para a caracterização do balanço hídrico climatológico da área de estudo utilizou-se de estudos produzidos pelo Núcleo de Monitoramento Agroclimático (NURMA) da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), onde constam diversos balanços climatológicos de localidades no Brasil. Os dados utilizados no presente balanço climatológico são do Instituto Agronômico (IAC) e mais especificamente da estação meteorológica de Óbidos. Segundo o referido estudo, fora empregado o método de Thornthwaite & Mather (1955), através do programa “BHnorm” elaborado em planilha EXCEL por Rolim et al. (1998). Como capacidade de água disponível (CAD) utilizou-se o valor de 100 mm.

O balanço hídrico climatológico, desenvolvido por Thornthwaite & Mather (1955), é uma das várias maneiras de se monitorar a variação do armazenamento de água no solo. Através da contabilização do suprimento natural de água ao solo, pela chuva (P), e da demanda atmosférica, pela evapotranspiração potencial (ETP), e com um nível máximo de armazenamento ou capacidade de água disponível (CAD) apropriada ao estudo em questão, o balanço hídrico fornece estimativas da evapotranspiração real (ETR), da deficiência hídrica (DEF), do excedente hídrico (EXC) e do armazenamento de água no solo (ARM). No presente estudo, adotou-se uma caracterização mensal.

A **Figura 7.2-16** elaborado a partir das Normais Climatológicas, do período compreendido entre 1989 a 2019, apresenta o quanto há de água disponível no solo. Desta forma nota-se que nos primeiros cinco meses do ano existe extrato positivo, ou seja, existe água disponível no solo. A partir de junho começa o déficit hídrico na região, que a partir de novembro começa a diminuir.

Nota-se também que o maior extrato positivo se encontra no mês de março, enquanto o maior déficit hídrico se dá no mês de outubro. Isso coincide com o levantamento de precipitação que tem seu máximo em março para Óbidos, enquanto outubro é o mês final da estiagem de inverno.

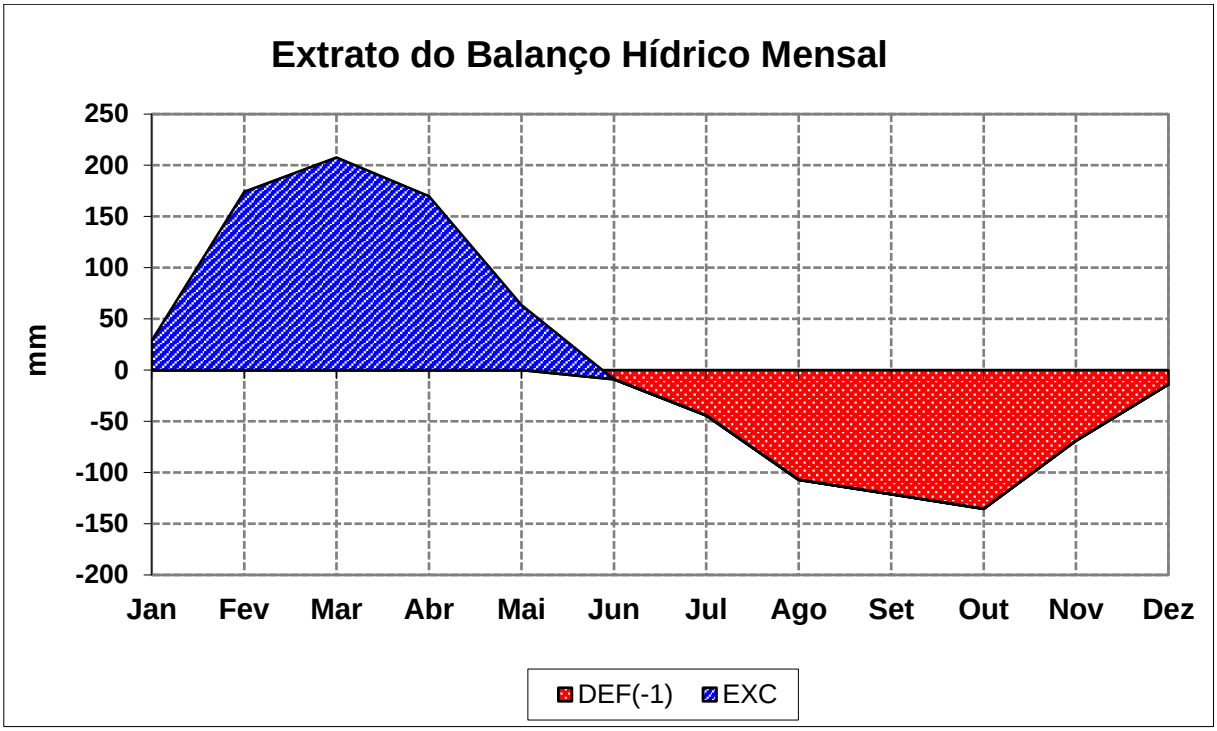


Figura 7.2-16. Extrato do Balanço Hídrico Mensal para a estação de Óbidos.
Fonte: Nurma - ESALQ, 2003; INMET, 2020.

A **Figura 7.2-17** apresenta como está disposto este ciclo de disposição de água no solo. No mês de janeiro já existe excedente hídrico e ainda há reposição da água no solo, passando os quatro próximos meses com excedente hídrico, ou seja, a vegetação não esgota a água disponível do solo, a partir de junho com a diminuição das chuvas a vegetação começa a retirar a água do solo, porém a partir de julho inicia-se o processo de deficiência hídrica junto com a retirada da água pela vegetação; este cenário se repete até novembro, em dezembro com a retomada das chuvas começa a reposição do “estoque” de água no solo.

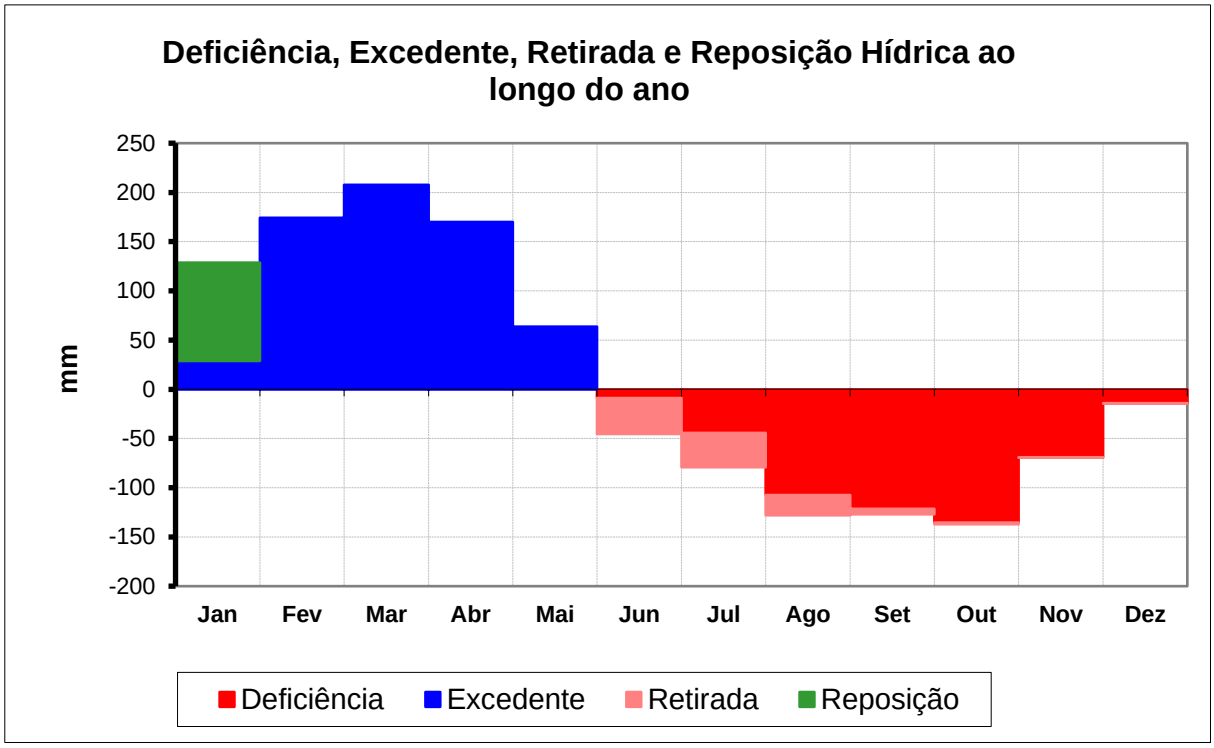


Figura 7.2-17. Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica ao longo de um ciclo hidrológico para estação de Óbidos.

Fonte: Nurma - ESALQ, 2003; INMET, 2020.

G) Comparação entre as Estações Selecionadas

Nos itens prévios foi possível observar as características individuais de cada estação meteorológica no que diz respeito às variáveis climáticas locais. Nessas demonstrações ficou clara a similaridade entre as duas estações, o que é esperado devido à proximidade destas, além de estarem sujeitas às mesmas dinâmicas atmosféricas e serem consideradas, tanto por Niemer (1989), como por Koppen-Geiger, revisado por Alvares (2013), como a mesma tipologia climática.

Observa-se também a mesma tendência em relação à temperatura, com a primeira metade do ano, ou seja, de janeiro até junho, com temperaturas mais amenas, para a região, seguido por um aumento das médias dessa variável até o mês de dezembro.

Para os fatores pluviométricos percebe-se a mesma tendência. Não só as estações têm períodos de chuvas e seca bem definidos que se assemelham entre si, como os seus totais pluviométricos anuais são relativamente próximos. Atingem seu ápice em meses próximos e tem, no mesmo mês, para ambas as estações, o período mais seco.

No que diz respeito à umidade relativa do ar, temos uma curva muito similar entre as duas estações, com exceção do mês de março para Porto Trombetas que demonstra certa queda de umidade. De qualquer forma, os valores de unidade relativa são coerentes com o esperado de uma região úmida.

A variável pressão atmosférica é o único caso de diferenciação entre as estações. Para a estação de Óbidos nota-se uma curva muito mais uniforme e retilínea (podendo estar

relacionada com a ausência de dados nesta estação) do que para Porto Trombetas, na qual se observa claramente uma tendência de diminuição de pressão nos últimos meses do ano. Apesar disso, ambos os gráficos demonstram a relação, mesmo que não tão acentuada entre pressão e temperatura, com os meses de maiores temperaturas tendo os menores valores de pressão.

Para direção do vento, apesar de ambas as estações possuírem dados registrados, Óbidos não demonstra uma direção preferencial do vento, enquanto Porto Trombetas claramente tem sua direção do vento para SE na maioria do ano. Em relação a velocidade do vento, verifica-se o mesmo caso da variável de pressão, as duas estações apresentam dados que diferem entre si. Enquanto a estação de Porto Trombetas tem ventos com maiores velocidades durante todo o ano, não tendo sequer um mês que seja abaixo de 1,8 m/s, a estação Óbidos não registra valores que ultrapassam esta marca.

Para insolação e balanço hídrico tem-se somente dados da estação de Óbidos, portanto não há como comparar os dados.

7.2.1.4. Considerações Finais

Conforme demonstra o climatograma **(Figura 7.2-6)** precipitação (mm) x temperatura (ºC) - para a estação Óbidos, a temperatura e a pluviosidade são inversamente proporcionais. À medida que o total de precipitação diminui a partir do mês de junho a temperatura se eleva, conforme a chuva aumenta a partir de outubro a temperatura entra em declínio. Desta forma corrobora com a classificação do IBGE (2006) apresentando os 3 meses secos entre agosto e outubro e média de temperatura acima dos 18º C todos os meses.

Para a estação de Óbidos, o mês com maiores totais pluviométricos é março, com 338,11 mm, seguido por abril, com 299,18 mm e fevereiro, com 292,97 mm. Fica destacado, também, a concentração da pluviosidade no primeiro semestre. Para o segundo semestre temos os períodos mais secos, com o mês mais seco sendo o de agosto, com 33,13 mm, seguido por setembro, com 38,90 mm e outubro, com 43,49 mm. A média do total anual pluviométrica é 161 mm.

Já para a Estação Porto Trombetas, para os meses de maiores totais pluviométricos, temos abril, com 374,06 mm, seguido por março, com 360,34 mm e fevereiro, com 312,79 mm. Já para os meses mais secos, temos agosto, com 67,75 mm, setembro, com 73,26 mm e julho, com 94,81 mm. A média do total anual para Porto Trombetas é 197,40 mm.

Desta foma, o climatograma elaborado para a estação de Porto Trombetas **(Figura 7.2-7)** demonstra certa similaridade com climatograma da estação Óbidos no que diz respeito curva de temperatura e o padrão das barras de precipitação. A época com maior pluviosidade é entre dezembro e maio enquanto as temperaturas são menores, já os meses mais secos, entre junho e novembro apresentam temperaturas mais elevadas.

Assim, vale ressaltar que a região em análise apresenta totais mensais expressivos, sobretudo no período úmido, contudo os volumes totais no período menos úmido também são significativos, mesmo havendo um período denominado seco que perdura por 3 meses.

Importante denotar a ocorrência de eventos pluviométricos extremos, com elevados totais em 24hs, os quais podem ocorrer durante todo o ciclo hidrológico. No período menos úmido estes

totais acumulados em 24hs, por vezes, ultrapassam as médias mensais destes meses. Estes eventos potencialmente podem contribuir para a ocorrência de movimentos de massa em compartimentos de geomorfológicos de maior suscetibilidade, bem como favorecem os processos erosivos. Além, disso podem implicar em inundações nas superfícies aluviais e terrenos adjacentes.

Conforme apontado no balanço hídrico climatológico apresentado **(Figura 7.2-16)**, os meses entre janeiro e maio, apresentam excedente hídrico, ou seja, ocorre o armazenamento de água no solo, especialmente entre fevereiro e abril, que superam 150 mm de água armazenados. Neste sentido, no período assinalado, teoricamente, os solos apresentam uma tendência de saturar mais rapidamente na ocasião de eventos pluviométricos, propiciando assim o escoamento superficial em menor espaço de tempo.

Diante do exposto, pode-se inferir que o regime pluviométrico da região atua fortemente sobre os processos dinâmica superficial, acentuado, por vezes, a suscetibilidades dos terrenos à erosão, movimentos de massa e inundações.

Ademais, vale destacar que os ventos, para estação de Porto Trombetas, apresentam direção predominante para SE, enquanto a estação de Óbitos não demonstra uma direção definida. Desta forma, eventuais particulados suspensos na atmosfera tendem a seguir para a referida direção. Contudo, nota-se que a velocidade média dos ventos, em geral, é baixa em ambas as estações consideradas. Tendo o máximo para a estação de Porto Trombetas não ultrapassando o valor de 2,2 m/s, com seu ápice sendo em agosto, setembro, outubro e novembro com valores de 2,1 m/s, enquanto para Óbidos, esses valores nunca alcançam valores superiores a 2,0 m/s, com seu valor máximo em outubro de 1,6 m/s.

7.2.2. Qualidade do Ar

A poluição do ar pode ser definida como o resultado da alteração das características físicas, químicas e biológicas normais da atmosfera, e pode causar danos ao ser humano, à fauna, à flora, aos materiais, restringir o pleno uso e gozo da propriedade e/ou afetar negativamente o bem-estar da população.

Neste sentido o presente item tem como objetivo geral, conforme TR específico emitido pelo Ibama , caracterizar a qualidade do ar, com base em dados primários (uma campanha de medição) e secundários (dados do monitoramento ambiental atualmente realizado pela MRN), à luz dos potenciais receptores existentes, os quais potencialmente podem ser impactados durante o ciclo de vida do empreendimento. Cabe destacar que o parâmetro analisado se refere ao Particulado Total Suspenso na atmosfera (PTS).

O nível de referência sob o aspecto legal é denominado Padrão de Qualidade do Ar representado na Resolução Conama nº 491 de 19/11/2018 onde estão descritos os padrões de qualidade para os poluentes em todo o território nacional.

Por fim, os resultados obtidos fundamentaram a avaliação dos potenciais impactos socioambientais, bem como a preposição de ações e atividades, sistematizadas na forma de programas, para a devida gestão dos potenciais efeitos adversos ao componente ‘atmosfera’ (ar) e aos receptores existentes. Ademais, os resultados obtidos visam estabelecer valores de base para o futuro acompanhamento dos potenciais impactos durante o ciclo de vida do PNM.

7.2.2.1. Procedimentos Metodológicos

A Resolução Conama nº 491 de 19/11/2018, que dispõe sobre padrões de qualidade do ar, e revogou a Resolução Conama nº 03/1990 e os itens 2.2.1 e 2.3 da Resolução Conama nº05/1989, estabelece os valores limite para os diversos parâmetros de qualidade do ar, conforme apresentado no **Quadro 7.2-4** a seguir.

Quadro 7.2-4. Resumo dos Padrões de Qualidade do Ar Resolução CONAMA 491/2018.

Parâmetros	Tempo de Amostragem	Padrão intermediário PI – 1 (µg/m³)	Padrão final (µg/m³)
PTS	**24 horas**	**-**	**240**
PTS*	**Anual**	**-**	**80**
MP_{10}	24 horas	120	-
$MP_{2.5}$	24 horas	60	-
SO_2	24 horas	125	-
CO	8 horas	-	9 (ppm)
O_3	8 horas	140	-
NO_2	1 hora	260	-
Pb	Anual	0,5	-

**Média geométrica anual.*
Fonte: Resolução CONAMA nº 491, 2018.

Segundo o Art. 4º da Resolução Conama nº 491/18, os Padrões de Qualidade do Ar definidos por ela serão adotados sequencialmente, em quatro etapas (PI-1, PI-2, PI-3 e PF). A primeira etapa, denominada Padrão Intermediário PI – 1, que entrou em vigor a partir da publicação desta Resolução, estabeleceu o valor limite referencial dos parâmetros MP10, MP 2.5, SO2, NO2 e O3. Os Padrões de Qualidade do Ar Intermediários (PI-2, PI-3) e Final (PF) serão adotados, cada um, de forma subsequente, levando em consideração os Planos de Controle de Emissões Atmosféricas e os Relatórios de Avaliação da Qualidade do Ar, elaborados pelos órgãos estaduais e distrital de meio ambiente, conforme os artigos 5º e 6º, respectivamente. Caso não seja possível a migração para o padrão subsequente, prevalece o padrão já adotado. Para os poluentes CO, Pb e PTS (parâmetro amostrado no presente diagnóstico), o valor limite adotado é o Padrão Final, já a partir da publicação desta Resolução.

Para a determinação da concentração das PTS, foi utilizada uma estação de medição convencional composta por um Amostrador de Grande Volume (AGV), constituído de um moto-aspirador acoplado a um separador inercial de partículas (cabeça separadora do teto em duas águas). Os procedimentos de coleta foram executados em conformidade com a norma ABNT NBR 9547/86 - Material Particulado em Suspensão no ar ambiente - Determinação da concentração total pelo método do AGV.

As amostras de PTS foram coletadas e submetidas a ensaios gravimétricos realizados pelo laboratório da empresa MEAM – Medições Ambientais, acreditado segundo a norma ISO/IEC 17025. A análise dos resultados foi realizada por comparação com os padrões de Qualidade do Ar definidos pela Resolução Conama nº 491 de 19/11/2018.

As informações sobre os equipamentos utilizados durante as medições estão apresentadas no **Quadro 7.2-5**. O **Anexo XXX** apresenta os certificados de calibração dos equipamentos.

Quadro 7.2-5. Descrição dos equipamentos utilizados.

Equipamento		Fabricante	Modelo	Certificado de calibração	Data da calibração	Validade calibração
*AGV	CPV	Energética	CPV-0641	820A18-C	28/09/2018	24 meses
	Manômetro	Energética	M400374B	821A18-C	28/09/2018	24 meses
Barômetro		Vectus	WS110	1352/2019	04/07/2019	24 meses
GPS		Garmin	62	-	-	-
Câmera		Nikon	S33	-	-	-

Amostrador de Grande Volume cuja calibração deve ser verificada em campo livre no ato da sua instalação, utilizando os acessórios: Calibrador Padrão de Vazão - CPV e Manômetro, calibrados por laboratório acreditado pela NBR 17015. Esclarece-se que seguindo a boa prática, no ato da instalação do AGV no Ponto 1 (08/08/2019) fora realizada a verificação de calibração e o mesmo procedimento foi realizado no dia 12/08/2019 por ocasião da instalação do AGV no Ponto 2. As planilhas de verificação de calibração estão apresentadas no **Anexo XXX.*

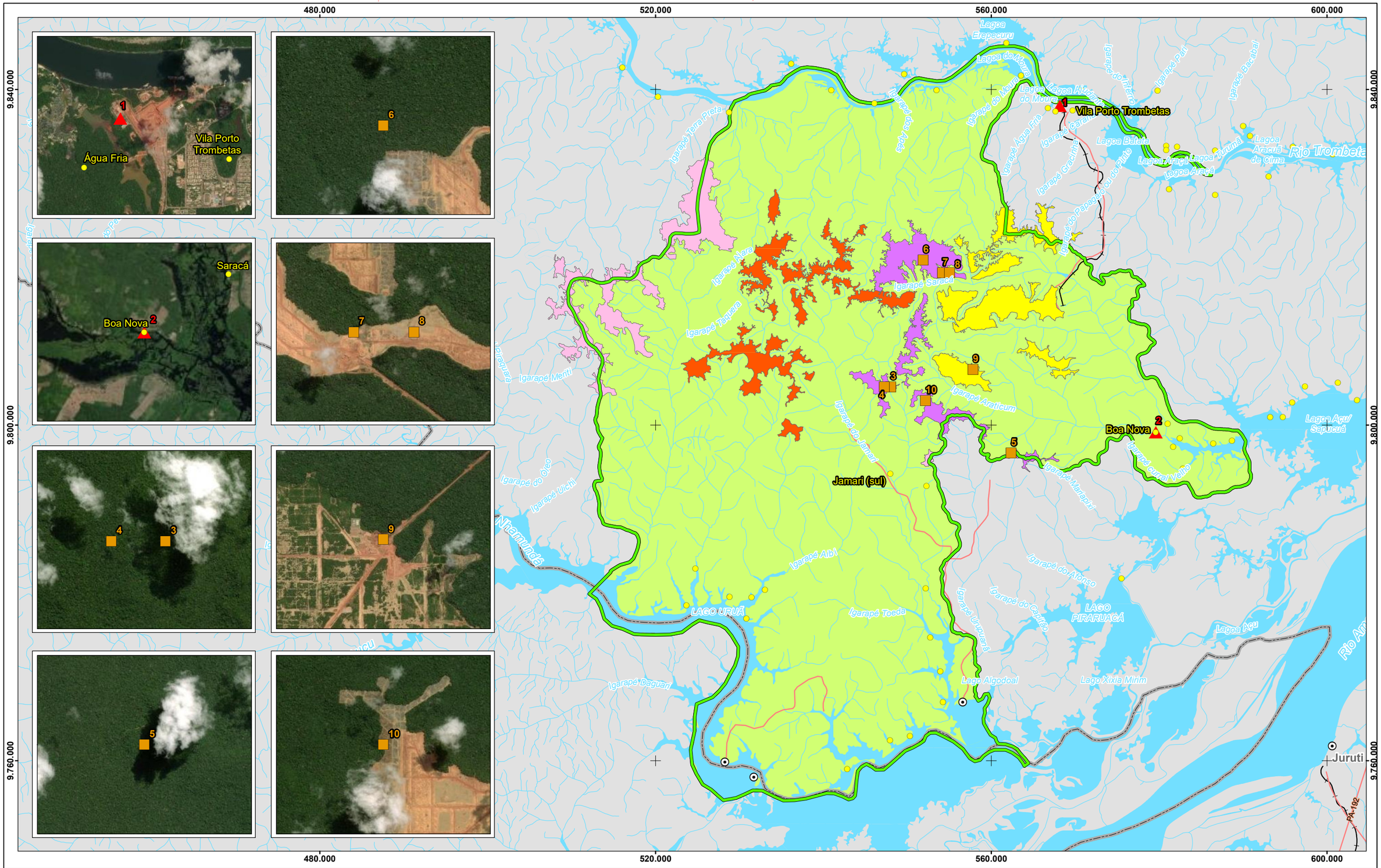
Devido às características da tipologia do presente empreendimento, as principais consequências decorrentes da implantação das estruturas e abertura das lavras, bem como das operações minerárias, capazes de causar alterações na qualidade do ar do seu entorno, são as emissões Partículas Totais em Suspensão - PTS na atmosfera - cujas partículas possuem diâmetro aerodinâmico entre 30µm e 50µm (micrômetros).

A caracterização das concentrações de PTS na atmosfera local foi baseada em dados primários e secundários. O trabalho de campo foi realizado entre 08 e 15 de agosto de 2019, no período seco, que é o mais crítico para a suspensão e dispersão desse poluente, salienta-se que historicamente, na região amostrada, o mês de agosto é o que apresenta menores índices de totais de pluviosidade para ambas as estações meteorológicas utilizadas para caracterização climática (média de 67,4 mm para estação Porto Trombetas – MRN e 33,13 mm para a estação Óbidos INMET). A Resolução Conama nº 491/18 determina que o tempo de amostragem para o parâmetro PTS é de 24h mas não indica o número mínimo de amostras a serem coletadas, desse modo, optou-se por coletar amostras de 24 horas por 3 dias consecutivos em 2 locais selecionados e para ampliar a representatividade da amostragem (Ponto 1 e 2), utilizou-se dados secundários de medições de 24 horas realizadas pela MRN semanalmente ao longo do ano de 2018 em 8 locais (Ponto 3 a 10), totalizando 10 locais amostrados no entorno do PNM, conforme apresentado no **Quadro 7.2-6** e **Figura 7.2-18**.

Quadro 7.2-6. Identificação dos pontos de medição de Qualidade do Ar.

Ponto de medição sequencial	Identificação original	Coordenadas UTM 21 - SUL (datum SIRGAS 2000)	Uso do solo	Data de medição (início)	Data de medição (fim)
1	Porto Trombetas	568172 9838054	Área industrial	08/08/2019	11/08/2019

Ponto de medição sequencial	Identificação original	Coordenadas UTM 21 - SUL (datum SIRGAS 2000)	Uso do solo	Data de medição (início)	Data de medição (fim)
2	Boa Nova	579602 9799159	Área rural	12/08/2019	15/08/2019
3	Estação de ar 17 Platô Cipó	548021 9804540	Área natural	jan/18	dez/18
4	Estação de ar 16 Platô Teófilo	542726 9804540	Área natural		
5	Estação de ar 15 Platô Aramã	562364 9796653	Área de lavra		
6	Estação de ar 14 Platô Monte Branco (área natural)	551882 9819658	Área natural		
7	Estação de ar 13 Platô Monte Branco (área industrial)	554191 9818126	Área industrial		
8	Estação de ar 12 Platô Monte Branco (lavra)	555037 9818126	Área de lavra		
9	Estação de ar 6 Platô Aviso	557827 9806608	Área de lavra (em descomissionamento)		
10	Estação de ar 4 Platô Bela Cruz	552174 9802904	Área de lavra		



Referência Locacional
- Sede Municipal
- Comunidades
- Limite Estadual

Sistema de Transporte
- Estradas
- Ferroviário

Hidrografia
- Curso d'água
- Massa d'água

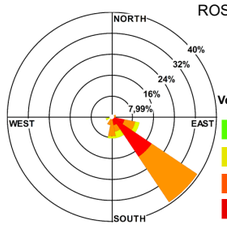
Área de Estudo
- Meio Físico e Biótico

Pontos de Medição
- Ar (Dados Primários)
- Ar (Dados Secundários)

Platôs
- Objeto do PNM
- Em Operação
- Exauridos
- Demais Platôs

AL - Almeidas
AR - Aramã
AT - Avertano
AV - Aviso
BA - Barone
BC - Bela Cruz
CI - Cipó
CA - Cruz Alta
CL - Cruz Alta Leste
ES - Escalante
GR - Greigh
JA - Jamari
MB - Monte Branco
MO - Morcego
PA - Papagaio
PE - Periquito
RB - Rebolado
SA - Saracá
TE - Teófilo

ROSA DOS VENTOS



Velocidade do Vento (m/s):
- ≥ 6,00
- 4,00 a 6,00
- 2,00 a 4,00
- 1,00 a 2,00

Ventos calmos: 21,67%

REFERÊNCIAS

Fontes:
- IBGE, 2017.
- ARCADIS, 2019 (Primários).
- MRN, 2018 (Secundários).
- MRN, 2021.

N

0 2,5 5 10 15 Km

Sistema de Coordenadas UTM SIRGAS2000 F21S

MACROLOCALIZAÇÃO

Mineração Rio do Norte

ARCADIS

PROJETO: EIA - PNM

MAPA: Mapa de Localização dos Pontos de Medição de PTS

ELAB:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
ARCADIS S.A.	1:425.000	Única	13/09/2021

FORMATO: A3

Figura 7.2-18. Mapa de localização dos pontos de medição de PTS.

Foi selecionado primeiramente um ponto de controle (Ponto 1) em razão da proximidade de uma fonte de emissão de PTS (planta de beneficiamento da MRN – já em operação) localizada entre a comunidade de Boa Vista e a Vila de Porto Trombetas. Ademais, apesar desse ponto não ser influenciado significativamente pelos ventos oriundos do PNM, faz-se necessário conhecer e caracterizar as concentrações de PTS nesse local para a obtenção de dados e possível diferenciação das emissões atuais das futuras emissões do PNM, tendo em conta que ele também utilizará essa planta para beneficiamento do minério.

Tendo em conta que o vento pode suspender e dispersar as partículas em decorrência das atividades do empreendimento, o segundo ponto de medição foi selecionado considerando o vento oriundo da localização do PNM e sua direção predominante em relação às comunidades do seu entorno (Ponto 2).

Para tanto, foi gerada uma rosa de ventos a partir de dados coletados pela estação meteorológica da MRN, localizada em Porto de Trombetas. Foram utilizados dados de direção e velocidade de ventos coletados entre janeiro/2008 e janeiro/2019, obtendo-se dessa forma uma rosa de ventos representativa do regime de ventos local. A rosa indicou que os ventos oriundos do PNM seguiam predominantemente na direção sudeste, portanto, entre as comunidades localizadas nessa região, fora escolhida a de Boa Nova, por oferecer melhor estrutura para a instalação dos equipamentos de medição em relação as demais comunidades. Esclarece-se que apesar da comunidade de Boa Nova possuir um gerador de energia, foi utilizado um gerador específico para o funcionamento dos equipamentos de medição.

Para complementar a caracterização, entre os pontos atualmente monitorados pela MRN, foram escolhidos 8, tendo como critérios para a seleção, a proximidade com o PNM, mas não necessariamente, e a diversidade de uso do solo (área industrial, área de lavra, área natural ainda não explorada).

A rosa de ventos elaborada é apresentada na **Figura 7.2-19** abaixo.

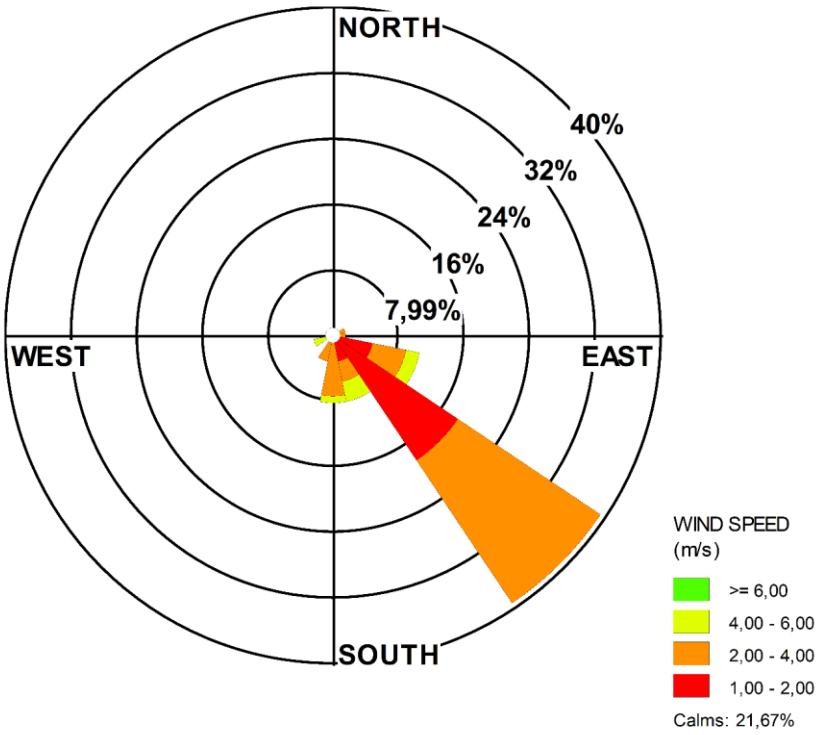


Figura 7.2-19. Rosa dos Ventos da estação meteorológica Porto Trombetas.
Fonte: Dados de ventos de jan/2008 a jan/2019 cedidos por MRN (2019).

7.2.2.2. Caracterização da Qualidade do Ar

A área de estudo definida para os meios físico e biótico do empreendimento em tela apresenta amplo predomínio de cobertura vegetal, as localidades são dispersas e com presença de uso predominantemente rural, ou seja, as atividades produtivas estão vinculadas ao primeiro setor da economia (agropastoril e pesqueiro), o uso de maquinário é escasso, sendo utilizado, quando aplicável, a pesca e a prática rudimentar de agricultura em pequena escala.

Os serviços de infraestrutura pública também são pontuais, sendo a energia elétrica inacessível à boa parte da área de estudo (exceto, à Vila de Porto Trombetas que atende a área industrial da MRN e outras localidades - de forma pontual), as demais comunidades recorrem ao uso de geradores. Tais variáveis não apenas contribuem para um ambiente de mínima emissão de poluição atmosférica, bem como torna a ocupação local rarefeita, atenuando ainda mais o agente de alteração da qualidade do ar, conforme resultados das amostragens apresentados nos **Quadro 7.2-7** e **Quadro 7.2-9**, e nas **Figura 7.2-22**, **Figura 7.2-23**, **Figura 7.2-24**.

Ressalta-se que as principais fontes de emissão de poluentes atmosféricos dos pontos amostrados, são, respectivamente, as áreas industriais da MRN na Vila de Porto Trombetas (ponto de amostragem n° 1) e no Platô Monte Branco (ponto de amostragem n° 7), as áreas de lavras dos Platôs Aramã, Monte Branco, Aviso e Bela Cruz, (pontos de amostragem 5, 8, 9,

e 10, respectivamente) e, no Ponto 2, os motores de embarcações e de geradores de energia da Comunidade de Boa Nova (ponto de amostragem n° 2).

Quadro 7.2-7. Caracterização dos pontos amostrados na campanha de 8 a 15/08/2019.

Ponto e Uso do Solo	Município UF	Atmosfera local das comunidades	Distância do PNM (km)	Coordenadas UTM 21 - SUL (Datum SIRGAS 2000)
P1 Área Industrial de beneficiamento	Oriximiná Pará	Porto Trombetas Atmosfera limpa e com poucas nuvens no momento da coleta das amostras, contudo, houve pancadas de chuvas no período das duas primeiras amostragens. Apesar das áreas de lavras, plantas industriais e de beneficiamento estarem funcionando, as emissões de PTS não foram percebidas pelo técnico, exceto pela cor das amostras coletadas durante as amostragens.	**27,1 – Platô Rebolado (a ser minerado)** **26,6 - Novas Instalações - Saracá**	Longitude: 568172 Latitude: 9838054
P2 Área Rural	Oriximiná Pará	Boa Nova Atmosfera limpa e com poucas nuvens, no momento da coleta das amostras, contudo, houve pancada de chuvas no período da última amostragem. Apesar das áreas de lavras, plantas industriais e de beneficiamento estarem funcionando as emissões de PTS não foram percebidas pelo técnico, exceto pela cor das amostras coletadas durante as amostragens.	**32,8 – Platô Escalante (a ser minerado)** **19,6 - Novas Instalações Administrativas - Saracá**	Longitude: 579602 Latitude: 9799159

Entre a **Figuras 7.2-20** e a **Figuras 7.2-21** são apresentados os registros fotográficos do posicionamento dos instrumentos de medição nos pontos de monitoramento de PTS.

Figuras 7.2-20 (A e B). Posicionamento dos instrumentos de medição no ponto P1 – Porto Trombetas.

Figuras 7.2-21 (A e B). Posicionamento dos instrumentos de medição no ponto P2 – Boa Nova.

7.2.2.3. Resultados

Conforme procedimentos anteriormente apontados, entre os dias 08 e 15 de agosto de 2019 foi realizada a campanha de medições para caracterizar as concentrações de PTS na área de estudo proposta. O **Quadro 7.2-8** apresenta os resultados obtidos, destacando os valores das concentrações de PTS para cada amostra diária de 24h, coletadas nos pontos de interesse. Os laudos das amostragens realizadas constam no **Anexo XXXI**.

Quadro 7.2-8. Resultados da amostragem de PTS.

Ponto de medição	Parâmetro	Amostra	*Data	Hora	Concentração (µg/m³)	Padrão final diário (µg/m³)
Ponto 1 Porto	PTS	1ª amostra	Início: Quinta-Feira	17:28	31	**240**

Ponto de medição	Parâmetro	Amostra	*Data	Hora	Concentração (µg/m³)	Padrão final diário (µg/m³)
Trombetas Oriximiná-PA			08/08/19			
			Fim: Sexta Feira 09/08/19	17:28		
		2ª amostra	Início: Sexta Feira 09/08/19	17:46	35	
			Fim: Sábado 10/08/19	17:46		
		3ª amostra	Início: Sábado 10/08/19	18:02	62	
			Fim: Domingo 11/08/19	18:02		
Ponto 2 Boa Nova Oriximiná-PA		1ª amostra	Início: Segunda Feira 12/08/19	17:50	47	
			Fim: Terça Feira 13/08/19	17:50		
		2ª amostra	Início: Terça Feira 13/08/19	18:06	57	
			Fim: Quarta Feira 14/08/19	18:06		
		3ª amostra	Início: Quarta Feira 14/08/19	18:20	39	
			Fim: Quinta Feira 15/06/19	18:20		

Salienta-se que no período amostrado houve precipitação de 2,6 mm às 10:00 do dia 14/08/2019 e de 4,8 mm entre as 9:00 e as 10:00 do 15/08/2019, segundo dados obtidos da estação meteorológica do INMET localizada no município de Óbitos/PA. Os dados brutos estão apresentados no* ***Anexo XXXV.*

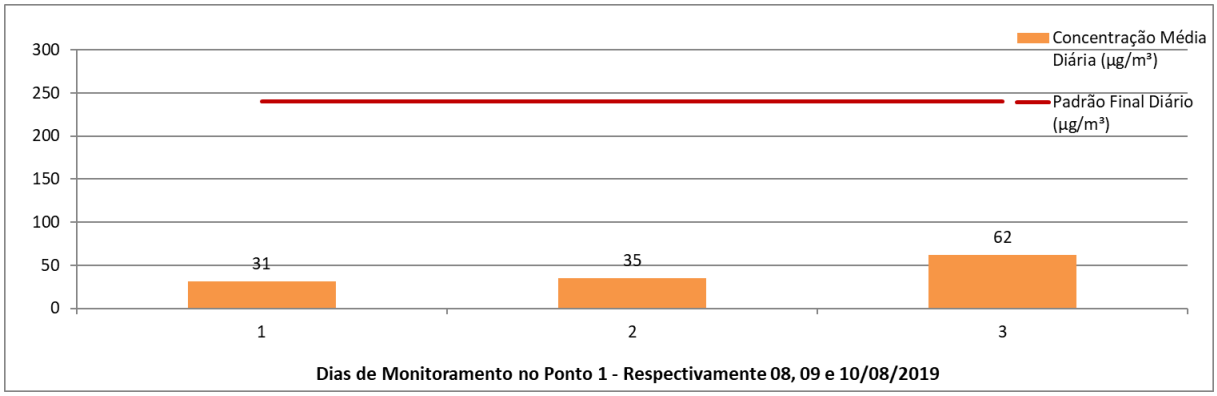


Figura 7.2-22. Resultado da amostragem no Ponto 1 - Porto Trombetas.

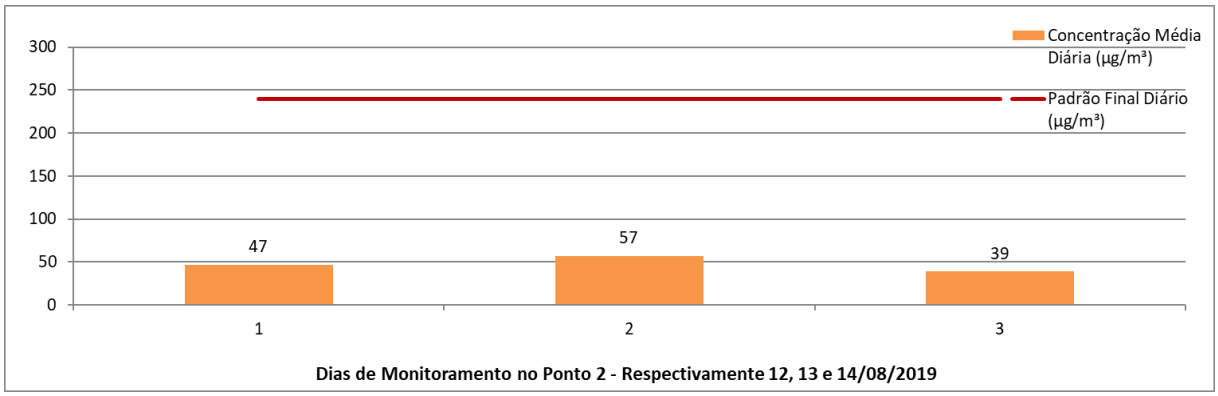


Figura 7.2-23. Resultado da amostragem no Ponto 2 – Boa Nova.

As concentrações das seis amostras de PTS coletadas na presente campanha de medições, sendo 3 no ponto 1 e 3 no ponto 2, foram comparadas com o valor limite de concentração indicado pelo Padrão Final (PF) que é 240 (µg/m³), classificação destacada em negrito nos **Quadro 7.2-8** e, a partir dessa análise comparativa conforme apresentado nas **Figura 7.2-22** e **Figura 7.2-23** concluiu-se que em nenhuma das amostras houve ultrapassagem do valor limite (PF) da Resolução Conama 491/18 para o período de 24 horas.

Conforme apresentado no **Quadro 7.2-8**, em Porto Trombetas no ponto 1, das 3 amostragens realizadas, as duas primeiras (08 e 09/08/2019) tiveram resultados com valores similares e de baixa concentração de PTS e o resultado da terceira amostra (10/08/2019) embora também apresente baixa concentração de PTS, seu valor superou os valores das duas primeiras amostras. Tendo em conta que não houve influência da chuva nos dias amostrados, a variação a maior no nível de concentração de PTS na amostra do dia 10/08/2019 pode ser decorrente de algum processo mais pulverulento na planta de beneficiamento da MRN localizada próxima ao ponto de medição. Contudo, salienta-se que apesar do valor de concentração da terceira amostra ser superior às 2 primeiras, ele ainda foi muito inferior ao valor limite do padrão normativo.

Os resultados das 3 amostragens realizadas na comunidade de Boa Nova (P2) foram similares e indicam baixos valores de concentração de PTS, salienta-se que apesar de ter chovido durante as amostragens ocorridas nos dias 14 e 15/08/19, não houve influência no resultado

na amostragem do dia 14 e na do dia 15, sua influência foi mínima, possivelmente em razão do baixo índice pluviométrico, 2,6 mm e 4,8 mm respectivamente.

Ressalta-se, que apesar da significativa distância entre os 2 pontos de medição, os resultados das amostragens de ambos, indicaram baixos índices de concentração de PTS demonstrando que as emissões desse poluente não contribuíram para alteração da boa qualidade do ar na região durante o período amostrado.

Para ampliar a representatividade da presente campanha de amostragem, foram selecionados dados do monitoramento de PTS realizado pela MRN em 8 localidades no entorno do PNM no ano de 2018, confrontando seu resultado com a média geométrica anual da Resolução CONAMA nº 491/18. As planilhas com os dados completos dessas medições estão apresentadas no **Anexo XXXII.** O **Quadro 7.2-9** apresenta a síntese dos resultados desse monitoramento.

Quadro 7.2-9. Resultado do Monitoramento de PTS da MRN.

Ponto de medição sequencial	Identificação original do ponto de medição	Coordenadas UTM 21 - SUL (datum SIRGAS 2000)	Parâmetro	Concentração média geométrica anual (µg/m³)	Padrão final (µg/m)*
3	Estação de ar 17 Platô Cipó	548021 9804540	PTS	16,8	80
4	Estação de ar 16 Platô Teófilo	5427261 9804540		16,1	
5	Estação de ar 15 Platô Aramã	562364 9796653		17,6	
6	Estação de ar 14 Platô Monte Branco (área natural)	551882 9819658		23,9	
7	Estação de ar 13 Platô Monte Branco (Área industrial)	554191 9818126		75,1	
8	Estação de ar 12 Platô Monte Branco (lavra)	555037 9818126		26,0	
9	Estação de ar 6 Platô Aviso	557827 9806608		93,3	
10	Estação de ar 4 Platô Bela Cruz	552174 9802904		37,4	

**média geométrica anual*
Fonte: MRN, 2019.

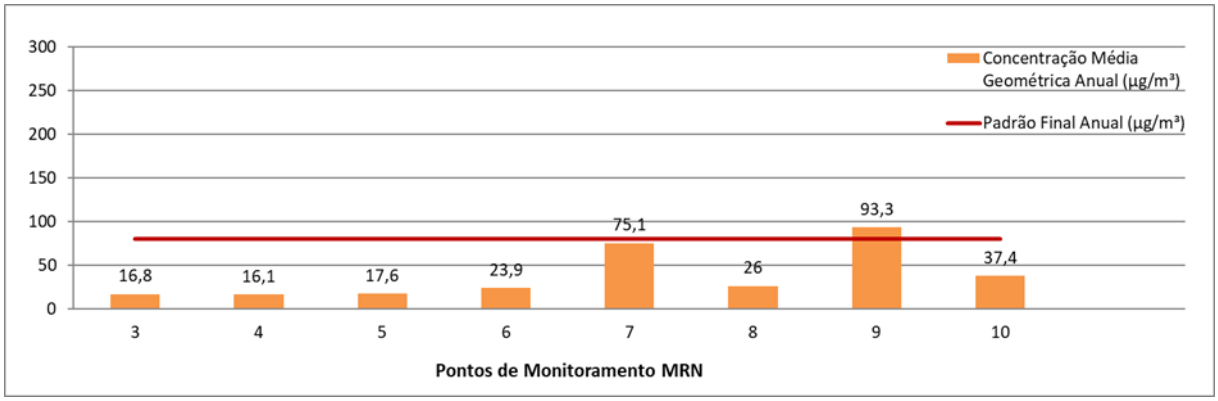


Figura 7.2-24. Resultado do Monitoramento de PTS da MRN.

Conforme preconiza a Resolução Conama 491/18, quando há monitoramento de larga escala, como, por exemplo, ao longo de um ano, deve-se proceder a uma média geométrica das concentrações das amostras coletadas. A MRN coletou amostras de PTS semanais no período de janeiro de 2018 a dezembro de 2018, e conforme apresentado no **Quadro 7.2-9** e na **Figura 7.2-24**, as concentrações médias geométricas anuais emitidas pelas operações da MRN não ultrapassaram o Padrão Final (PF) que é de 80 (µg/m³) em 7 pontos selecionados na presente caracterização, sendo que apena 1 ponto (ponto 9 - Estação de ar 6 - Platô Aviso) excedeu o PF em aproximadamente 16% do ano de 2018. Ressalta-se, porém, que esse Platô está em processo de descomissionamento e que variáveis como, por exemplo, a significativa distância entre ele e as comunidades do seu entorno, associada a grande massa vegetal, ventos calmos e alta umidade típica da região, contribuem para minimização da dispersão das PTS.

Salienta-se a coerência dos resultados das amostragens realizadas na presente campanha, quando comparadas com as realizadas pela MRN no ano de 2018, onde num total de 10 pontos de medição avaliados em 8 os resultados foram similares, demonstrando baixas concentrações de PTS (exceção nos pontos 7 e 9 da MRN). Ressalta-se também, que em 9 dos 10 pontos amostrados os resultados não ultrapassaram o padrão limite de emissão de PTS, e desse modo, assume-se que os receptores do entorno do futuro empreendimento (PNM) não estão expostos atualmente a níveis de concentração de PTS prejudiciais à saúde, e que as emissões de PTS existentes não constituem potencial incômodo aos residentes nem oferece risco de danos à fauna e a flora.

Diante do exposto, conclui-se que os resultados obtidos permitiram a caracterização das PTS da atmosfera local e identificaram o atual nível de sua concentração nos locais amostrados, estabelecendo valores de base para o futuro acompanhamento dos potenciais impactos.

7.2.3. Ruído

A poluição sonora pode ser definida como um conjunto de sons sem harmonia ou qualquer sensação auditiva desagradável e indesejável que incomode ou perturbe o homem nas suas atividades (GERGES, 2000). Ela ocorre quando a alteração no ambiente acústico resulta em danos potenciais ao ser humano, afetando negativamente o bem-estar da população ou restringindo o pleno uso e gozo da propriedade privada.

Neste sentido o presente item tem como objetivo geral, conforme TR específico emitido pelo Ibama, caracterizar os níveis sonoros atuais à luz dos potenciais receptores existentes, os quais potencialmente podem ser impactados durante o ciclo de vida do empreendimento.

No Brasil, quem determina as leis e normas relacionadas ao ruído ambiental é o Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). A Resolução N° 1, de 08 de março de 1990, preconiza no seu inciso VI que para seus efeitos, as medições deverão ser efetuadas de acordo com a norma ABNT NBR 10.151:2000 – Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade. Contudo, por boa prática, deve-se considerar também a legislação estadual e municipal, prevalecendo a mais restritiva entre elas. Esclarece-se, no entanto, que não foram encontradas no estado do Pará e nos municípios de Oriximiná e Terra Santa, legislações que versam sobre a temática da acústica. Assim, como referência normativa fora considerada a norma ABNT NBR 10.151:2019 “Acústica - Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas - Aplicação de uso geral” – corrigida pela errata de 31.03.2020.

Por fim, os resultados obtidos fundamentaram a avaliação dos potenciais impactos socioambientais, bem como a preposição de ações e atividades, sistematizadas na forma de programas, para a devida gestão dos possíveis efeitos adversos relacionados a alteração do nível sonoro nos pontos receptores existentes. Ademais, os resultados obtidos determinaram o atual nível de pressão sonora residual - Lres estabelecendo valores de base para o futuro acompanhamento dos potenciais impactos.

7.2.3.1. Procedimentos Metodológicos

As medições foram realizadas pela empresa Q3A – Qualidade do ar, Acústica e Ambiente Ltda. Antes de iniciar a medição as fontes sonoras foram analisadas, de modo a perceber se apresentavam sons tonais e impulsivos, e como não apresentavam tais características, aplicou-se o método simplificado de medição, conforme orienta a NBR 10.151:2019. A caracterização dos níveis de ruído foi baseada em dados primários, obtidos por medições diretas, integralizadas de 1 em 1 segundo, por ponto e período de medição. O descritor sonoro utilizado foi o nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderada em A – LAeq,T, com o objetivo de determinar o nível de pressão sonora residual - Lres, que é mais conhecido como ruído residual ambiente (terminologia não mais utilizada pela NBR 10.151).

Os pontos de medição foram selecionados considerando a existência de comunidades passíveis de serem impactadas pelas emissões sonoras do PNM. Foram selecionadas 11 comunidades buscando uma distribuição espacial que configurasse um perímetro no entorno do PNM, exceto a oeste, pois não há comunidades. Assim, foram escolhidas duas comunidades a sul do PNM, três a leste e seis a norte, uma delas, a de Boa Vista (Norte), como ponto de controle para comparação das emissões sonoras atuais da área industrial da MRN com as futuras emissões do PNM. Outros critérios de seleção também foram considerados, como a distância (mas não necessariamente), o número de famílias e a existência ou não de barreiras acústicas naturais (floresta, topografia etc.) entre essas comunidades e o PNM.

As medições foram realizadas nas comunidades do entorno dos platôs do PNM, com microfone instalado a 1,2 m do solo e distante 2 m de qualquer superfície refletora. Além do uso do protetor de vento acoplado ao microfone, foi utilizado um anemômetro para assegurar que as medições não fossem realizadas com velocidade de vento acima de 5 m/s.

O medidor de nível de pressão sonora foi ajustado com fonte calibrada de 94,0 dB, em 1000 Hz, antes e após a realização das medições sonoras, não havendo variação superior a 0,5 dB em 1000Hz entre os dois ajustes. O tempo de medição e integração foi de 5 minutos por ponto, durante o período diurno e noturno.

Os histogramas dos valores dos níveis de pressão sonora registrados estão apresentados no **Anexo XXXIII** deste relatório. Nesses histogramas, os trechos indicados por linhas verdes representam o nível de pressão sonora residual - Lres.

Os materiais utilizados nas medições acústicas atendem a NBR 10.151:2019 e estão apresentados no **Quadro 7.2-10**. Os respectivos certificados de calibração estão apresentados no **Anexo XXXIV** deste relatório.

Para complementar a caracterização acústica, foram utilizados dados secundários de medições de pressão sonora realizadas pela MRN ao longo dos anos de 2015 a 2018 nos platôs do entorno do PNM.

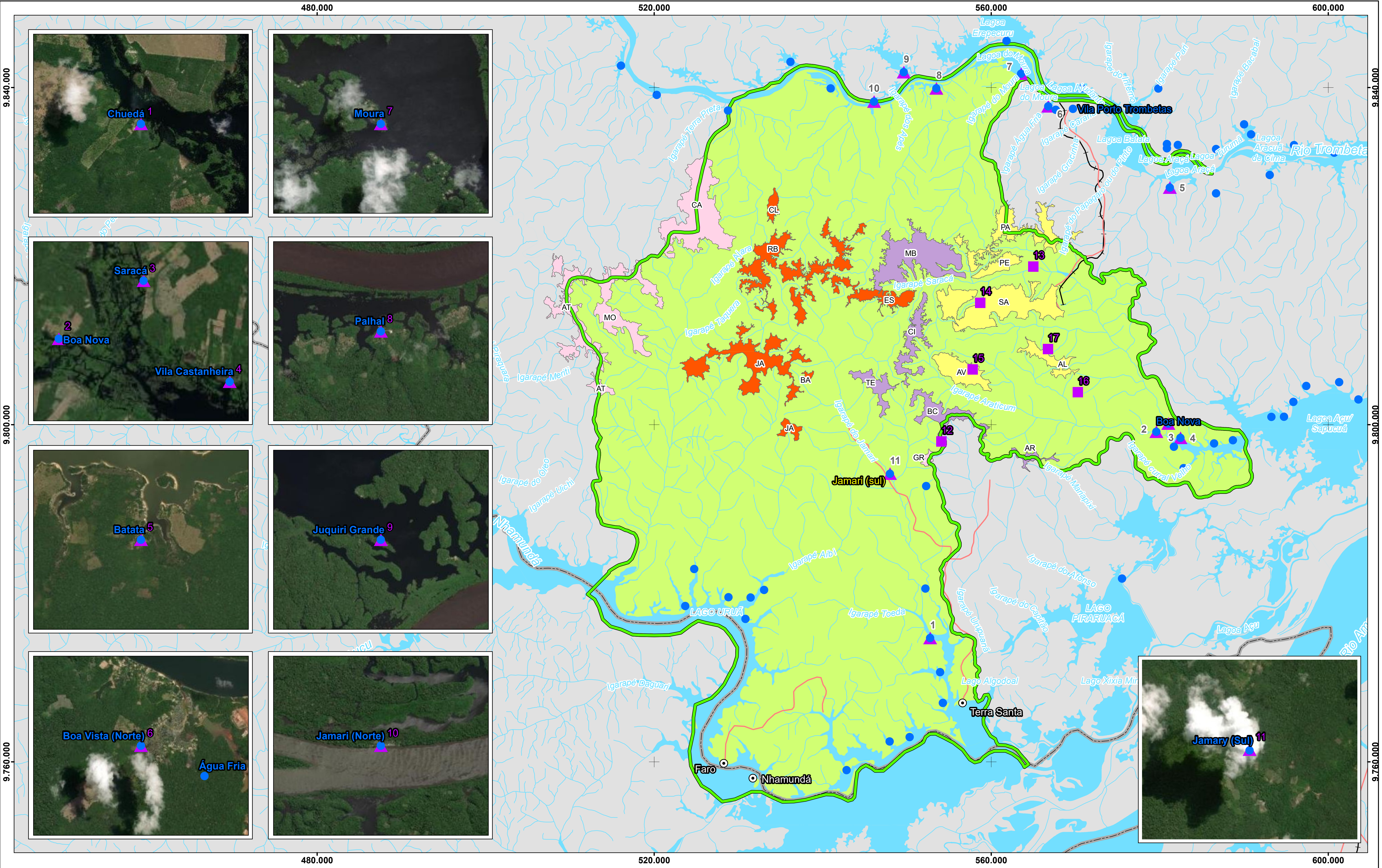
Quadro 7.2-10. Descrição dos instrumentos de medição.

Equipamento Fabricante e Modelo	Identificação Unívoca e nº de Série	IECs Atendidas	Certificado de calibração	Data da calibração	Validade da calibração
Sonômetro 01 dB Solo Premium 01	22020 61188	IEC 61672 (todas as partes) IEC 61260 (todas as partes) IEC 61260	RBC-3-9639-399	23/05/2018	Até 24 meses segundo a NBR 10.151:2019
Calibrador 01dB NC-74	22021 34583816	IEC 60942	RBC-2-9640-670	24/05/2018	
Termo Anemômetro TSI 9515	Q3A -004 T95450804006	Não se aplica	130897/19	19/07/2019	12 meses
GPS – Garmin -62	Não se aplica				
Câmera - Nikon S33	Não se aplica				
Tripé - Não se aplica	Não se aplica				

7.2.3.2. Caracterização Acústica da Área de Estudo

A área de estudo definida para os meios físico e biótico do empreendimento em tela apresenta amplo predomínio de cobertura vegetal, baixa densidade demográfica, e as localidades são dispersas e com presença de uso predominantemente rural, ou seja, as atividades produtivas estão vinculadas ao primeiro setor da economia (agropastoril e pesqueiro), o uso de maquinário é escasso, sendo utilizado, quando aplicável, a pesca e a prática rudimentar de agricultura em pequena escala. Seu ambiente acústico possui como principais fontes sonoras o tráfego

hidroviário, a vocalização humana, sons da fauna e sons do vento sobre a vegetação, conforme apresentado na **Figura 7.2-25** e no **Quadro 7.2-11.** Importante constatar que não foram percebidos ruídos advindos do Complexo Minerário na ocasião das amostragens realizadas.



Referência Locacional	Hidrografia	Pontos de Medição
Sede Municipal	Curso d'água	Ruído (Dados Primários)
Comunidades	Massa d'água	Ruído (Dados Secundários)
Limite Estadual	**Área de Estudo**	**Platôs**
Sistema de Transporte	Meio Físico e Biótico	Objeto do PNM
Estradas		Em Operação
Ferroviário		Exauridos
		Demais Platôs

AL - Almeidas
AR - Aramã
AT - Avertano
AV - Aviso
BA - Barone
BC - Bela Cruz
CI - Cipó
CA - Cruz Alta
CL - Cruz Alta Leste
ES - Escalante
GR - Greigh
JA - Jamari
MB - Monte Branco
MO - Morcego
PA - Papagaio
PE - Periquito
RB - Rebolado
SA - Saracá
TE - Teófilo

REFERÊNCIAS

Fontes:
- IBGE, 2017.
- ARCADIS, 2019 (Primários).
- MRN, 2018 (Secundários).
- MRN, 2019.

0 2,5 5 10 15 Km

Sistema de Coordenadas UTM SIRGAS2000 F21S

MACROLOCALIZAÇÃO

Venezuela, Guiana, Suriname, Guiana Francesa, RR, AP, AM, PA

Mineração Rio do Norte — ARCADIS

PROJETO: EIA - PNM

MAPA: Mapa dos Pontos de Medição de Ruído

ELAB:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
ARCADIS S.A.	1:425.000	Única	13/08/2021

FORMATO: A3

Figura 7.2-25. Mapa de Localização dos pontos de medição de ruído.

Quadro 7.2-11. Identificação e descrição do ambiente acústico das comunidades amostradas – dados primários.

Ponto de medição	Município UF	Ambiente acústico das comunidades	Distância do PNM (km)	Coordenadas UTM 21 – SUL (Datum SIRGAS)
1	Terra Santa Pará	Chuedá - Sons de motor de rabeta e da fauna.	**28,2**	Longitude: 552756
			Platô Jamarí	Latitude: 9774691
2	Oriximiná Pará	Boa Nova - Sons de motor de barco e da fauna.	**19,6**	Longitude: 579602
			Novas Instalações Administrativas - Saracá	Latitude: 9799159
3		Saracá - Sons de conversas distantes e da fauna.	**19,8**	Longitude: 581022
			Novas Instalações Administrativas - Saracá	Latitude: 9800131
4		Vila Castanheira - Sons de motor de barco e da fauna.	**22,0**	Longitude: 582467
			Novas Instalações Administrativas - Saracá	Latitude: 9798441
5		Batata - Sons de música distante e da fauna.	**18,8**	Longitude: 581201
			Novas Instalações Administrativas - Saracá	Latitude: 9828143
6		Boa Vista (Norte) - Sons de música e conversas distantes, de motor de embarcação e da fauna.	**22,3**	Longitude: 566778
			Novas Instalações - Saracá	Latitude: 9837791
7		Moura - Sons de música e de conversas distantes, de motor de embarcação e da fauna.	**25,7**	Longitude: 563557
			Platô Rebolado	Latitude: 9841657
8		Palhal - Sons da fauna.	**18,2**	Longitude: 553496
			Platô Rebolado	Latitude: 9839908
9			**18,5**	Longitude: 549616

Ponto de medição	Município UF	Ambiente acústico das comunidades	Distância do PNM (km)	Coordenadas UTM 21 – SUL (Datum SIRGAS)
		Juquiri Grande - Sons de conversas distantes, de motor de embarcação e da fauna.	**Platô Rebolado**	Latitude: 9841835
10		Jamari (Norte) - Sons de conversas distantes, da fauna e do vento sobre a vegetação.	**14,5**	Longitude: 546094
			Platô Rebolado	Latitude: 9838347
11	Terra Santa Pará	Jamary (Sul) - Sons de conversas distantes, da fauna e do vento sobre a vegetação.	**11,6**	Longitude: 547982
			Platô Jamari	Latitude: 9794201

Nas **Figura 7.2-26** até **Figura 7.2-36** são apresentados os registros fotográficos do posicionamento dos instrumentos de medição nos pontos de monitoramento de ruído.

Figura 7.2-26 (A e B). Posicionamento dos instrumentos de medição no ponto P1 - Chuedá.

Figuras 7.2-27 (A e B). Posicionamento dos instrumentos de medição no ponto P2 - Boa Nova.

Figuras 7.2-28 (A e B). Posicionamento dos instrumentos de medição no ponto P3 - Saracá.

Figuras 7.2-29 (A e B). Posicionamento dos instrumentos de medição no ponto P4- Vila Castanheira.

Figuras 7.2-30 (A e B). Posicionamento dos instrumentos de medição no ponto P5 - Batata.

Figuras 7.2-31 (A e B). Posicionamento dos instrumentos de medição no ponto P6 - Boa Vista (Norte).

Figuras 7.2-32 (A e B). Posicionamento dos instrumentos de medição no ponto P7 - Moura.

Figuras 7.2-33 (A e B). Posicionamento dos instrumentos de medição no ponto P8 - Palhal.

Figuras 7.2-34 (A e B). Posicionamento dos instrumentos de medição no ponto P9 – Juquiri Grande.

Figuras 7.2-35 (A e B). Posicionamento dos instrumentos de medição no ponto P10 – Jamary (Norte).

Figura 7.2-36 (A e B). Posicionamento dos instrumentos de medição no ponto P11 – Jamary (Sul).

Adicionalmente foram avaliados os dados de monitoramento de ruído executado pela MRN no âmbito dos Programas Ambientais em desenvolvimento. O **Quadro 7.2-12** apresenta estes pontos.

Quadro 7.2-12. Identificação e localização dos pontos de medição de ruído da MRN.

Ponto de medição sequencial	Nome do Platô	Coordenadas UTM 21 – SUL (Datum SIRGAS)	Data de medição (início)	Data de medição (fim)
12	Bela Cruz	Longitude: 554100 Latitude: 9798013	jan/15	dez/18
13	Monte Branco	Longitude: 565011 Latitude: 9818769	jan/15	dez/18
14	Saracá	Longitude: 558706 Latitude: 9814473	mar/15	dez/18
15	Aviso	Longitude: 557818 Latitude: 9806563	mar/15	dez/18
16	Bacaba	Longitude: 570287 Latitude: 9803856	jan/15	dez/18
17	Almeidas	Longitude: 566739 Latitude: 9808989	mar/15	dez/18

Cabe salientar que os resultados obtidos por meio das amostragens realizadas no âmbito do presente estudo (dados primários) não são comparáveis aos dados secundários (amostragens pretéritas da MRN) em função da utilização métodos e de equipamentos distintos. Ademais, os pontos de amostragem, conforme demonstrado, estão locados em coordenadas distintas. Assim, os dados secundários foram apresentados servem para demonstrar os níveis de ruído da região.

7.2.3.3. Resultados

Conforme procedimentos anteriormente apontados, entre os dias 09 e 14 de agosto de 2019, e no dia 03 de janeiro de 2020, foram realizadas as campanhas de medições para caracterizar o ambiente acústico atual da área de estudo proposta para os meios físico e biótico e determinar o nível de pressão sonora residual - Lres para os pontos amostrados. O sonômetro foi configurado com o parâmetro LAeq,T para medir o Lres em 11 comunidades no entorno do PNM, nos períodos diurno (entre 07:01h e 22:00h) e noturno (entre 22:01h e 07:00h, exceto domingo e feriados cujo fim do período se estende até às 09:00h). Os dados da medição estão apresentados no **Quadro 7.2-13.**

Quadro 7.2-13. Níveis de pressão sonora residual - Lres medidos nos 11 pontos amostrados.

Pontos de medição	Data	Hora	Lres Diurno (dB)	Data	Hora	Lres Noturno (dB)	Vento [m/s]
1 - Chuedá	12/08/2019	07:09	42	12/08/2019	06:47	45	<5
2 – Boa Nova	14/08/2019	17:47	41	14/08/2019	00:51	48	<5
3 - Saracá	14/08/2019	09:54	32	13/08/2019	22:46	45	<5
4 - Vila Castanheira	14/08/2019	10:40	41	14/08/2019	22:26	57	<5
5 - Batata	09/08/2019	16:38	47	11/08/2019	06:08	41	<5
6 - Boa Vista (Norte)	10/08/2019	12:58	48	11/08/2019	04:19	51	<5
7 - Moura	10/08/2019	12:22	47	10/08/2019	22:15	50	<5
8 - Palhal	10/08/2019	11:05	40	11/08/2019	00:06	45	<5
9 – Juquiri Grande	10/08/2019	10:32	33	11/08/2019	00:50	41	<5
10 – Jamari (Norte)	10/08/2019	09:54	39	11/08/2019	02:03	51	<5
11 – Jamary (Sul)	03/01/2020	16:37	44	03/01/2020	22:01	51	<5

A NBR 10.151:2019 especifica o RLAeq que é o limite de nível de pressão sonora (dB) estabelecido para todo o território nacional em função dos tipos de áreas habitadas e do período. A transcrição dos valores de RLAeq para cada classificação de uso e ocupação do solo está reproduzida no **Quadro 7.2-14.**

Quadro 7.2-14. Limites de níveis de pressão Sonora.

Tipos de áreas habitadas	RL_{Aeq} - Limites de níveis de pressão sonora (dB)	
	Período Diurno	Período Noturno
Áreas de residências rurais	**40**	**35**
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista predominantemente residencial	55	50
Área mista com predominância de atividades comerciais e/ou administrativa	60	55

Tipos de áreas habitadas	RL_{Aeq} - Limites de níveis de pressão sonora (dB)	
	Período Diurno	Período Noturno
Área mista com predominância de atividades culturais, lazer e turismo	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Fonte: ABNT - NBR 10.151: 2019.

No contexto deste estudo, admitiu-se preliminarmente que, dos 11 pontos de medição de ruído distribuídos pelo entorno do PNM, todos podem ser classificados como localizados em “áreas de residências rurais” (classificação destacada em negrito no **Quadro 7.2-14**), sendo esta a classificação mais coerente com as características predominantes da ocupação do solo das referidas comunidades, em virtude da ausência de energia elétrica, comércios, e aglomerados urbanos.

Assim, conforme descrito no **Quadro 7.2-15**, o RLAeq estabelecido preliminarmente para os 11 pontos de medição inseridos na área de estudo dos meios físico e biótico no período diurno é 40 dB e no período noturno é 35 dB, contudo, o resultado do nível de pressão sonora residual - Lres registrado na presente campanha de medição deve ser comparado com o valor preliminar de RLAeq e o maior valor entre eles torna-se de fato, o nível limite de pressão sonora, ou seja, torna-se o RLAeq definitivo, que não deve ser ultrapassado pelas emissões das fases de implantação e operação do PNM.

Quadro 7.2-15. Comparação do Lres (dB) medido com o RLAeq (dB).

[1]Pontos de Medição	[2] L_{res} diurno (dB)	[3] RL_{Aeq} diurno (dB)	[2] L_{res} noturno(dB)	[3] RL_{Aeq} noturno(dB)	[4]RL_{Aeq} Diurno (dB) definitivo	[4]RL_{Aeq} Noturno (dB) definitivo
1 - Chuedá	42	40	45	35	42	45
2 – Boa Nova	41	40	48	35	41	48
3 - Saracá	32	40	45	35	40	45
4 - Vila Castanheira	41	40	57	35	41	57
5 - Batata	47	40	41	35	47	41
6 - Boa Vista (Norte)	48	40	51	35	48	51
7 - Moura	47	40	50	35	47	50
8 - Palhal	40	40	45	35	40	45
9 – Juquiri Grande	33	40	41	35	40	41

[1]Pontos de Medição	[2] L_{res} diurno (dB)	[3] RL_{Aeq} diurno (dB)	[2] L_{res} noturno(dB)	[3] RL_{Aeq} noturno(dB)	[4]RL_{Aeq} Diurno (dB) definitivo	[4]RL_{Aeq} Noturno (dB) definitivo
10 – Jamari (Norte)	39	40	51	35	40	51
11 – Jamary (Sul)	44	40	51	35	44	51

1 - Identificação do ponto de medição.
2 - Nível de pressão sonora residual medido nos períodos diurno e noturno.
3 - Limite de nível de pressão sonora indicado em negrito no Quadro 5.18.
4 - Limite definitivo de nível de pressão sonora obtido por comparação entre o Lres medido e o RLAeq.

Os valores de Lres medidos que ultrapassaram o RLAeq (em ambos os períodos) foram destacados de modo 'sublinhado' no **Quadro 7.2-15.** Na **Figura 7.2-37** apresenta-se a ilustração gráfica dos resultados do Lres (dB) medido com o RLAeq (dB).

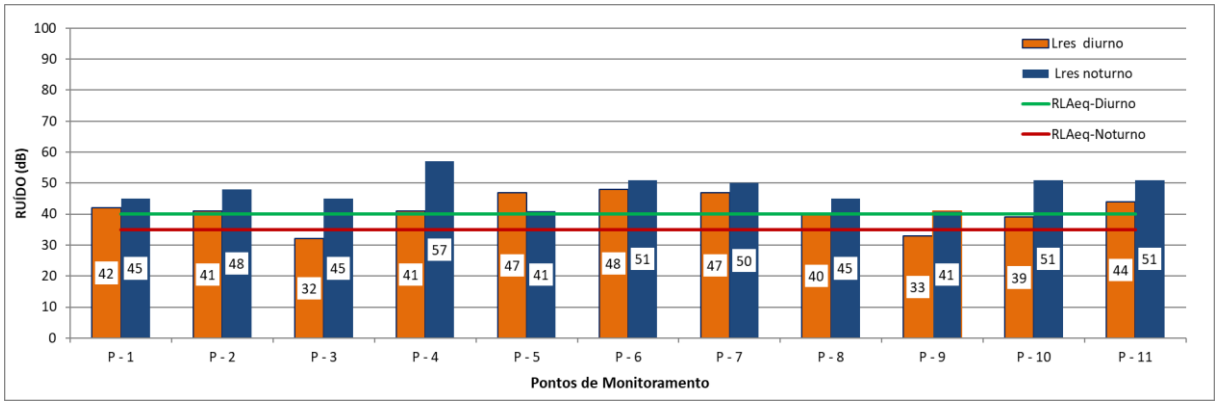


Figura 7.2-37. Comparação do Lres (dB) medido com o RLAeq (dB).

Observa-se no Quadro 7.2-15 e na **Figura 7.2-37** que os valores de Lres medidos no período diurno ultrapassaram os valores RLAeq em quase todos os pontos de medição, exceto, nos pontos '3 – Saracá', 8 - Palhal '9 – Juquiri Grande' e '10 – Jamari (Norte)', ao passo que para o período noturno os valores do Lres de todos os pontos amostrados superaram os valores do RLAeq para o respectivo período.

No período diurno as principais fontes de ruído são derivadas de sons de vento, motor de rabeta/barco e da fauna (principalmente pássaros). Já no período noturno predomina o ruído da fauna.

Portanto, considerando que o maior valor entre o Lres medido e o RLAeq indicado deve prevalecer, o nível referencial de emissão sonora para os períodos diurno e noturno, que não deve ser ultrapassado na fase de implantação e operação do PNM, é o realçado em negrito no **Quadro 7.2-14,** nas colunas denominadas "RLAeq definitivo".

Esclarece-se que, as medições realizadas nas comunidades do entorno do PNM para o presente estudo, tiveram como objetivo determinar o ruído de fundo ou *background*, ou seja, o nível de pressão sonora residual - Lres, conforme terminologia adotada pela NBR 10.151: 2019, e como versa o primeiro parágrafo do item 9.2.2 da norma NBR 10.151: 2019, transcrito a

seguir, “A medição do nível de pressão sonora de um som residual deve ser realizada assegurando que não ocorram contribuições das fontes sonoras específicas do objeto da avaliação”. Nesse sentido, como não houve registro de contribuição de som específico do objeto de avaliação deste EIA, os platôs do PNM (em razão deste projeto ainda não ter sido implantado), os valores de Lres que ultrapassaram os valores de RLAeq não são passíveis de correção pelo cálculo do nível de pressão sonora específico - Lesp. Essa correção deverá ser utilizada na avaliação sonora das fases de implantação e operação do empreendimento, para a determinação do nível de pressão sonora total (ruído residual mais o ruído específico do PNM), conforme item 9.2.1 da norma NBR 10.151: 2019.

Conforme anteriormente apontado, para complementar a caracterização acústica, foram utilizados dados secundários de medições de pressão sonora realizadas pela MRN nos platôs do entorno do PNM. O **Anexo XXXV** apresenta a sintetização dos dados brutos do monitoramento da MRN.

O monitoramento de ruído da MRN foi realizado entre 2015 e 2018, antes da atualização da NBR 10.151, ocorrida em 2019. Assim, a análise dos seus resultados foi efetuada de acordo com a norma NBR 10.151: 2000.

A NBR 10.151: 2000 especifica o Nível de Critério de Avaliação – NCA, que é o limite referencial de emissão sonora para ambientes externos de qualquer tipologia de empreendimento, estabelecido para todo o território nacional, em consonância com o zoneamento municipal, o qual classifica cada setor do território segundo suas características de ocupação do solo e/ou suas funções, e há um NCA correspondente para cada uma delas.

A transcrição dos valores de NCA para cada classificação de uso e ocupação do solo está reproduzida no **Quadro 7.2-16**.

Quadro 7.2-16. Nível de Critério de Avaliação - NCA para ambientes externos.

Tipos de Áreas	Diurno (dB)	Noturno (dB)
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial/urbana/ou de escolas	50	45
Área mista, predomínio residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial/e administrativa	60	55
Área mista, com vocação recreacional	65	55
Área predominantemente industrial	**70**	**60**

Fonte: ABNT - NBR 10.151: 2000.

Como os pontos de medição da MRN estão localizados em platôs em operação, eles podem ser classificados como “Área predominantemente industrial” (classificação destacada em negrito no **Quadro 7.2-16**). Essa classificação justifica-se em razão das medições não terem sido realizadas junto aos receptores (comunidades) como recomenda a norma NBR 10.151: 2000, mas junto as fontes de emissão sonora (Platôs: Bela Cruz, Monte Branco, Saracá, Aviso,

Bacaba e Almeidas), portanto, essa classificação é mais coerente com as características predominantes da ocupação do solo dos referidos platôs.

Assim, o NCA estabelecido para os 6 pontos de medição monitorados pela MRN no período diurno (entre 07:01h e 22:00h) é 70 dB e no período noturno (entre 22:01h e 07:00h) 60 dB.

A partir da análise do histórico de medições, percebeu-se que a MRN monitorava o descritor sonoro Ruído Total (constituído pelo ruído ambiente mais o ruído do empreendimento). Portanto, a partir dessa análise inicial, os resultados dos níveis de Ruído Total medidos pela MRN em 2018 foram comparados com os valores de NCA estabelecidos para "Área predominantemente industrial", conforme apresentado nos **Quadro 7.2-17** e **Quadro 7.2-18**.

Quadro 7.2-17. Resultado do monitoramento de ruído da MRN em 2018 – Período Diurno.

Ponto de medição e Nome do Platô	2018 NCA Diurno: 70 dB (A)											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
12 Bela Cruz	38	34	39	41	35	35	36	48	48	45	46	39
13 Monte Branco	44	51	49	44	48	49	47	44	46	42	45	40
14 Saracá	47	45	52	49	47	38	46	49	46	45	45	44
15 Aviso	*NA	*NA	39	*NA	*NA	34	*NA	*NA	36	*NA	*NA	45
16 Bacaba	35	31	32	26	32	30	32	35	35	35	36	28
17 Almeidas	*NA	*NA	32	*NA	*NA	40	*NA	*NA	35	*NA	*NA	28

**Não analisado pela MRN.*
Fonte: Monitoramento de ruído da MRN em 2018.

Quadro 7.2-18. Resultado do monitoramento de ruído da MRN em 2018 – Período Noturno.

Ponto de medição e Nome do Platô	2018 NCA Noturno: 60 dB (A)											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
12 Bela Cruz	45	42	45	44	46	46	38	47	47	41	47	44
13 Monte Branco	49	48	51	54	57	56	55	58	58	52	55	53
14 Saracá	51	43	49	50	50	49	49	49	48	45	45	42
15 Aviso	*NA	*NA	45	*NA	*NA	48	*NA	*NA	43	*NA	*NA	40
16 Bacaba	38	44	42	42	39	39	38	44	34	37	43	40
17 Almeidas	*NA	*NA	42	*NA	*NA	47	*NA	*NA	38	*NA	*NA	35

**Não analisado pela MRN.*
Fonte: Monitoramento de ruído da MRN em 2018.

A título de conhecimento, a seguir é a média histórica dos dados do monitoramento de ruído da MRN (2015 a 2018). Cabe informar que estas não são comparáveis aos limites legais estabelecidos.

Quadro 7.2-19. Resultado da média histórica do monitoramento de ruído da MRN (2015 a 2018).

Ponto de medição sequencial	Nome do Platô	Média histórica do Ruído Total diurno dB (A)	Média histórica do Ruído Total noturno dB (A)
12	Bela Cruz	43	43
13	Monte Branco	53	58
14	Saracá	44	61
15	Aviso	54	53

Ponto de medição sequencial	Nome do Platô	Média histórica do Ruído Total diurno dB (A)	Média histórica do Ruído Total noturno dB (A)
16	Bacaba	48	37
17	Almeidas	44	37

Fonte: Monitoramento de ruído da MRN de 2015 a 2018.

As **Figura 7.2-38** a **Figura 7.2-43** ilustram graficamente os resultados quantitativos apresentados nos **Quadro 7.2-17** e **Quadro 7.2-18.**

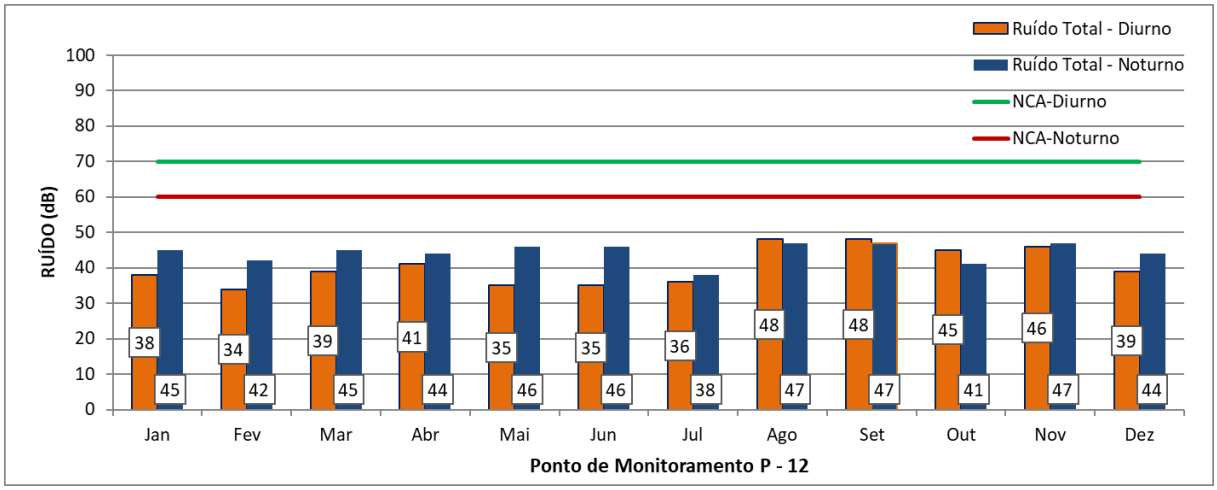


Figura 7.2-38. Resultado do monitoramento de ruído da MRN – Platô Bela Cruz.

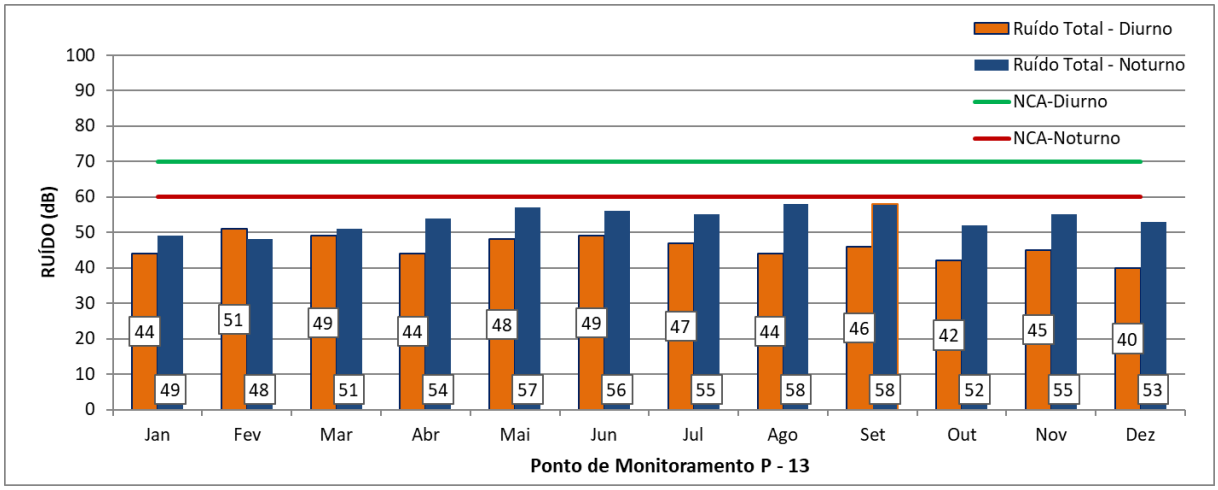


Figura 7.2-39. Resultado do monitoramento de ruído da MRN – Platô Monte Branco.

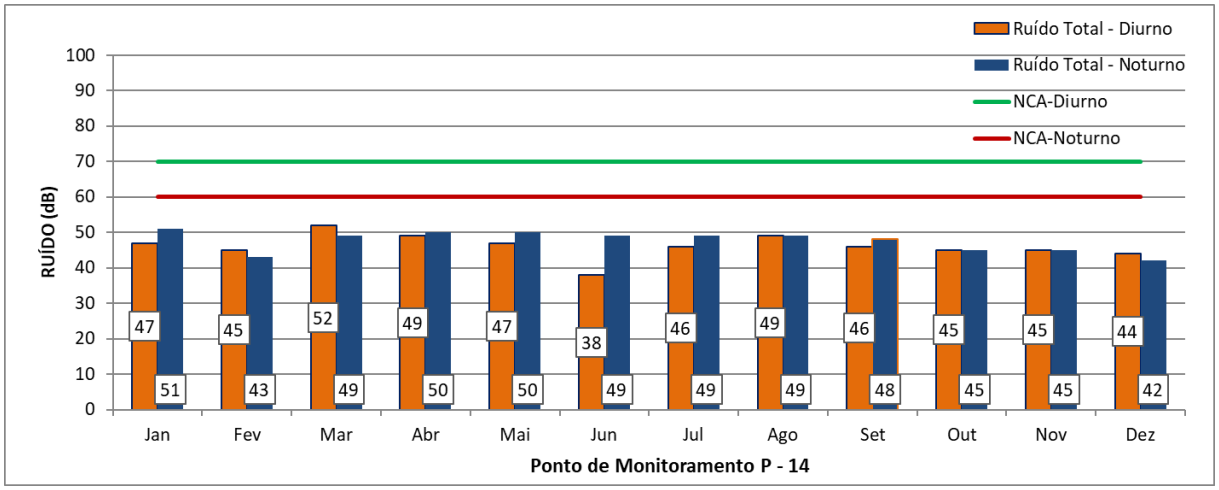


Figura 7.2-40. Resultado do monitoramento de ruído da MRN – Platô Saracá.

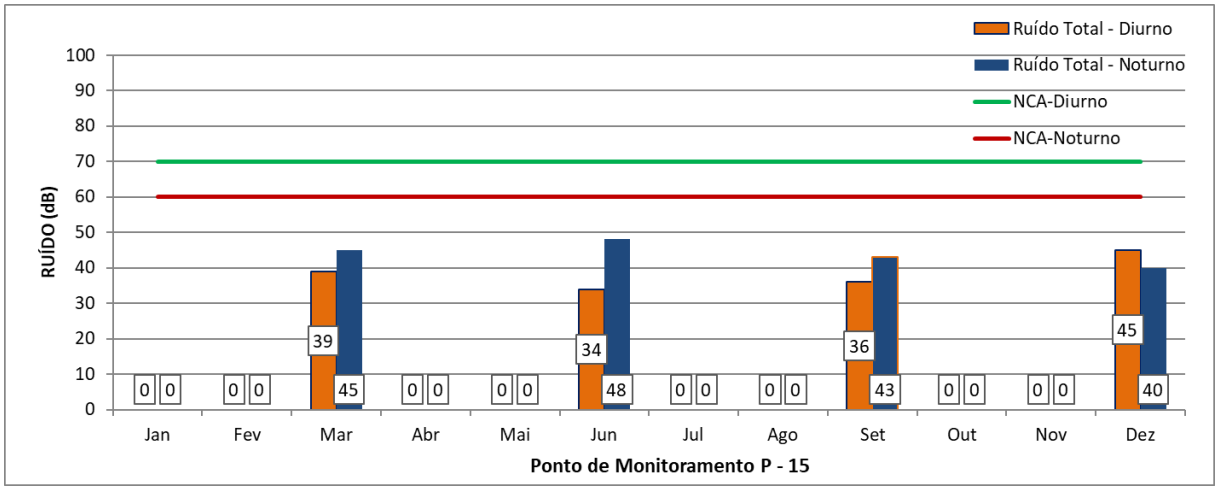


Figura 7.2-41. Resultado do monitoramento de ruído da MRN – Platô Aviso.

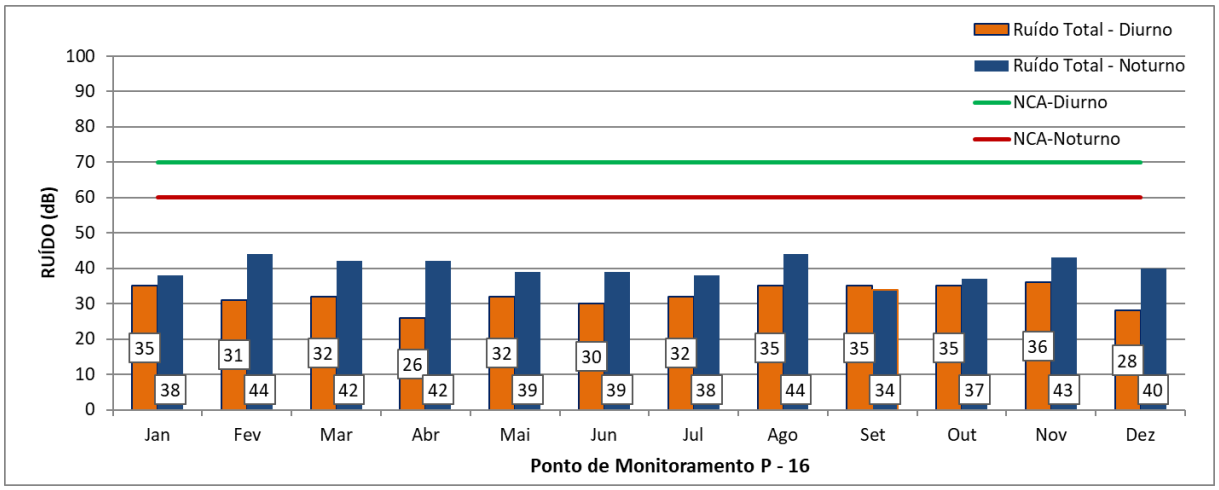


Figura 7.2-42. Resultado do monitoramento de ruído da MRN – Platô Bacaba.

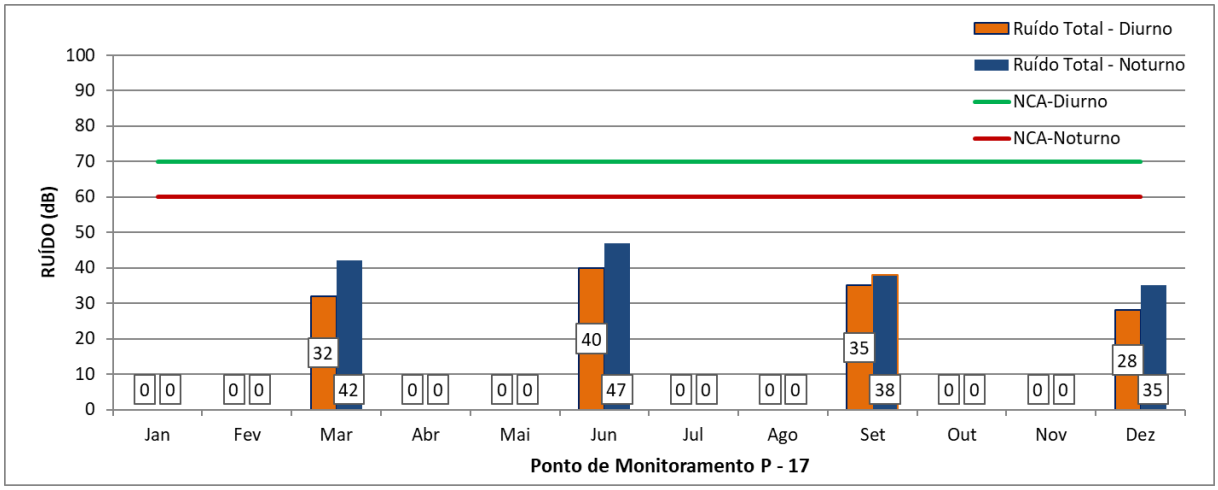


Figura 7.2-43. Resultado do monitoramento de ruído da MRN – Platô Almeidas.

Observa-se nos **Quadro 7.2-17** a **Quadro 7.2-18** e nos gráficos das **Figura 7.2-38 e Figura 7.2-43** a **Figura 7.2-43** que os valores de NCA para os períodos diurno e noturno não foram ultrapassados no monitoramento realizado em 2018. Percebe-se também o mesmo padrão quando são consideradas as médias históricas dos anos 2015 a 2018 (**Quadro 7.2-19**). Os dados secundários corroboram com os valores de ruído verificados na campanha de medições realizada em 2019 (dados primários), onde não foram percebidos ruídos advindos das operações da MRN nas comunidades amostradas durante a campanha - possivelmente em razão da existência de barreiras acústicas naturais e da distância entre as fontes e os receptores.

Como já dito em apontamentos anteriores, durante a campanha de medições realizada em 2019, não foram percebidos ruídos advindos das operações da MRN nas comunidades amostradas (possivelmente em razão da existência de barreiras acústicas naturais e da significativa distância entre as fontes e os receptores), dessa forma, assume-se que, durante o período amostrado os receptores do entorno do PNM estiveram sob influência apenas da pressão sonora residual - Lres, conforme terminologia adotada pela NBR 10.151: 2019, ou ruído residual ambiente, conforme terminologia adotada pela NBR 10.151: 2000.

Diante do exposto, conclui-se que os resultados obtidos permitiram a caracterização do ambiente acústico e a determinação do atual nível de pressão sonora residual - Lres das comunidades amostradas, estabelecendo valores de base para o futuro acompanhamento dos potenciais impactos.

7.2.4. Vibração

A vibração pode ser definida como qualquer movimento que se repete, regular ou irregularmente dentro de um intervalo de tempo. Associadas ou não à poluição sonora, as vibrações ocasionadas pela energia vibratória induzida podem causar danos à saúde, ao bem-estar da população e às estruturas das edificações circunvizinhas ao empreendimento indutor da vibração. Ela ocorre quando a alteração no ambiente vibracional resulta em danos potenciais ao ser humano, restringe o pleno uso e gozo da propriedade privada, promove qualquer sensação vibracional desagradável e indesejável que incomode ou perturbe o homem nas suas atividades.

Neste sentido o presente item tem como objetivo geral, conforme TR específico emitido pelo Ibama, caracterizar os níveis atuais de vibração à luz dos potenciais receptores existentes, os quais potencialmente podem ser impactados durante o ciclo de vida do empreendimento.

Dentro desse conceito, pressupõe-se a existência de níveis de referência para diferenciar um ambiente vibracional adequado de um não adequado. No Brasil, não existem legislações federais específicas, sendo que a que mais se aproxima é a norma NBR 9653 (ABNT, 2005), que não aborda o assunto de maneira satisfatória (BRITO, 2011), mesmo após a sua revisão em 2018. Também não foram encontradas no estado do Pará e no município de Oriximiná, legislações que versam sobre a temática da vibração ambiental. Assim, como referência normativa fora considerada a legislação estadual de São Paulo, por meio da a Decisão de Diretoria da Cetesb nº 215/2007/E de 07/11/2007, que dispõe sobre a sistemática para a avaliação de incômodo causado por vibrações geradas em atividades poluidoras, a qual atende ao objetivo proposto neste estudo e, por essa razão, os níveis de referência descritos no referido diploma foram adotados no presente EIA.

Por fim, os resultados obtidos fundamentaram a avaliação dos potenciais impactos socioambientais, bem como a preposição de ações e atividades, sistematizadas na forma de programas, para a devida gestão dos possíveis efeitos adversos sobre os receptores existentes. Ademais, os resultados obtidos visam estabelecer valores de base para o futuro acompanhamento dos potenciais impactos.

7.2.4.1. Procedimentos Metodológicos

As medições foram realizadas pela empresa Q3A – Qualidade do ar, Acústica e Ambiente Ltda. A caracterização dos níveis de vibração foi baseada em dados primários, obtidos por medições diretas, no período diurno (entre 07:01h e 22:00h) e noturno (entre 22:01h e 07:00h), nos mesmos pontos de medição de ruído. As medições foram realizadas em modo contínuo, registrando automaticamente eventos de vibração, sempre que fosse ultrapassado um nível de “trigger” predeterminado de 0,13 mm/s – parâmetro que foi ajustado em campo, tendo em conta os valores muito baixos de velocidade de vibração encontrados em todos os pontos medidos. Cabe destacar ainda que não existem dados secundários de vibração para a AE estabelecida, ou seja, a MRN não executa este tipo de monitoramento no âmbito do complexo minerário.

Os pontos de medição foram selecionados considerando a existência de comunidades passíveis de serem impactadas pelas ondas vibracionais do PNM. Foram escolhidas 11 comunidades buscando uma distribuição espacial que configurasse um perímetro no entorno do PNM, exceto a oeste, pois não há comunidades. Assim, foram selecionadas duas comunidades a sul do PNM, três a leste e seis a norte, uma delas, a de Boa Vista (Norte), como ponto de controle para comparação das emissões vibracionais atuais da área industrial da MRN com as futuras emissões do PNM. Outros critérios de seleção também foram considerados, como a distância (mas não necessariamente), o número de famílias e a existência ou não de barreiras acústica/vibracionais naturais (floresta, topografia, cursos d’água etc.) entre essas comunidades e o PNM.

As medições foram realizadas nas comunidades conforme a D.D. CETESB 215/2007. O Geofone foi instalado no solo utilizando cravos de fixação, onde o eixo “x” (longitudinal) foi direcionado para o PNM, sendo medidas também as componentes transversal (eixo z) e vertical (eixo y) da velocidade de vibração de partículas, com tempo de medição de 5 minutos por ponto e período.

Para análise de possíveis eventos sismográficos, foi utilizado o software Blastware fornecido pelo próprio fabricante do Sismógrafo.

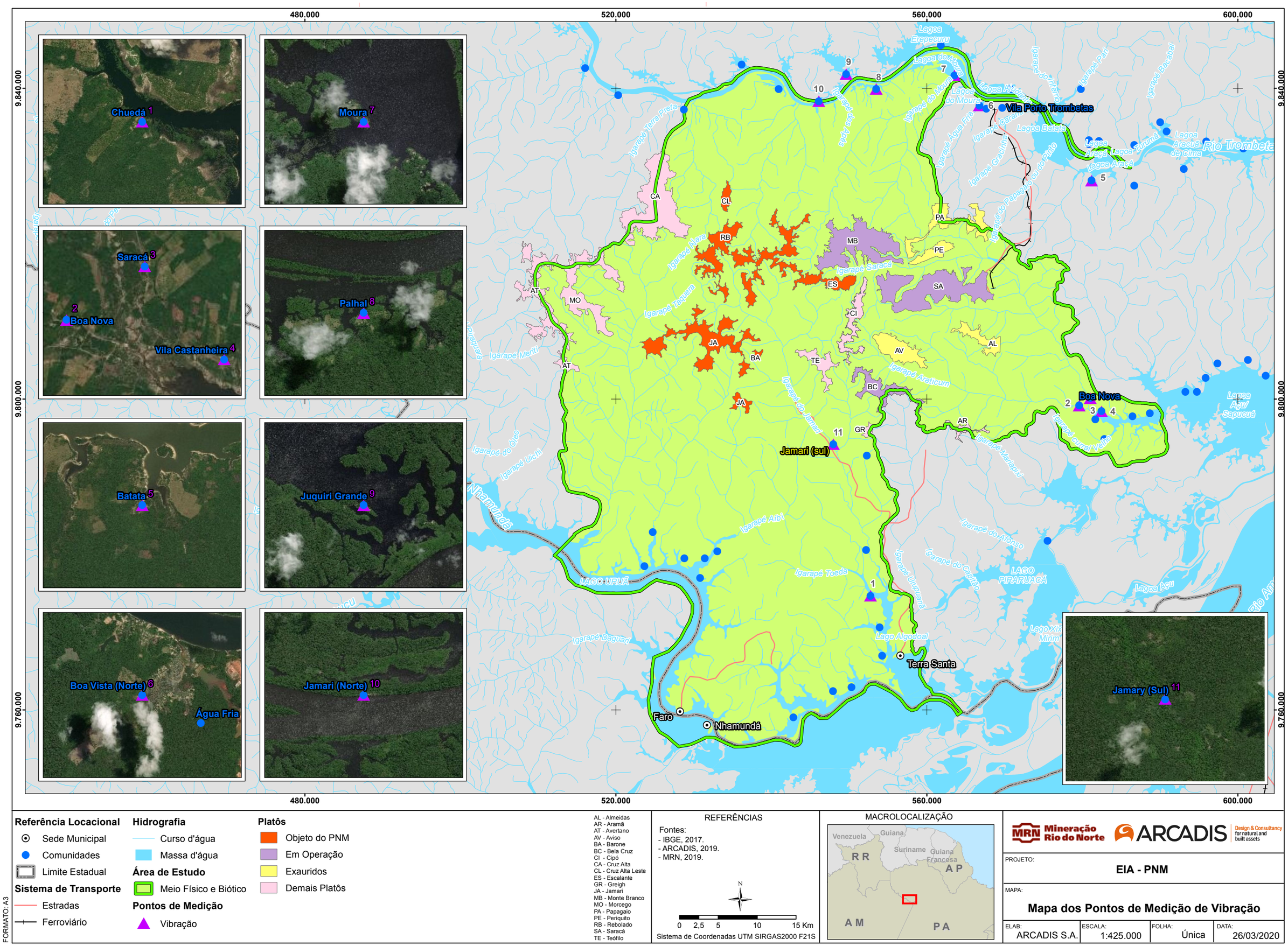
Os materiais utilizados nas medições de vibração estão apresentados no **Quadro 7.2-20**. O respectivo certificado de calibração do sismógrafo está apresentado no **Anexo XXXVI.**

Quadro 7.2-20. Descrição dos instrumentos de medição.

Equipamento	Fabricante	Modelo	Certificado calibração	Data da calibração	Validade calibração
Sismógrafo	Instantel	Minimate Blaster	BE 17398	_	12 meses
Geofone triaxial		ISEE 714A9701		18/06/2019	
Microfone		714A9801		27/06/2019	
GPS	Garmin	62	-	-	
Câmera	Nikon	S33	-	-	

7.2.4.2. Caracterização dos Níveis Vibratórios da Área de Estudo

A área de estudo definida para os meios físico e biótico do empreendimento em tela, apresenta amplo predomínio de cobertura vegetal, baixa densidade demográfica, e as localidades são dispersas e com presença de uso predominantemente rural, ou seja, as atividades produtivas estão vinculadas ao primeiro setor da economia (agropastoril e pesqueiro), o uso de maquinário é escasso, sendo utilizado, quando aplicável, a pesca e a prática rudimentar de agricultura em pequena escala. Durante a amostragem não foram percebidas vibrações, mesmo considerando o tráfego hidroviário, pequenas obras de construção e o eventual uso de geradores de energia, conforme apresentado no **Quadro 7.2-21.** e nas **Figuras 7.2-45** a **Figura 7.2-55**.



Referência Locacional
- Sede Municipal
- Comunidades
- Limite Estadual

Sistema de Transporte
- Estradas
- Ferroviário

Hidrografia
- Curso d'água
- Massa d'água

Área de Estudo
- Meio Físico e Biótico

Pontos de Medição
- Vibração

Platôs
- Objeto do PNM
- Em Operação
- Exauridos
- Demais Platôs

AL - Almeidas
AR - Aramã
AT - Avertano
AV - Aviso
BA - Barone
BC - Bela Cruz
CI - Cipó
CA - Cruz Alta
CL - Cruz Alta Leste
ES - Escalante
GR - Greigh
JA - Jamari
MB - Monte Branco
MO - Morcego
PA - Papagaio
PE - Periquito
RB - Rebolado
SA - Saracá
TE - Teófilo

REFERÊNCIAS

Fontes:
- IBGE, 2017.
- ARCADIS, 2019.
- MRN, 2019.

N

0 2,5 5 10 15 Km

Sistema de Coordenadas UTM SIRGAS2000 F21S

MACROLOCALIZAÇÃO

Venezuela
Guiana
Suriname
Guiana Francesa
RR
AP
AM
PA

MRN Mineração Rio do Norte
ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

PROJETO: EIA - PNM

MAPA: Mapa dos Pontos de Medição de Vibração

ELAB:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
ARCADIS S.A.	1:425.000	Única	26/03/2020

FORMATO: A3

Figura 7.2-44. Mapa de localização dos pontos de vibração.

Quadro 7.2-21. Identificação e descrição do ambiente vibracional das comunidades amostradas.

Ponto de medição	Município UF	Ambiente vibracional das comunidades	Distância do PNM (km)	Coordenadas UTM 21 - SUL
1	Terra Santa Pará	Chuedá - Vibração não percebida pelo técnico.	28,2 Platô Jamarí	Longitude: 552756 Latitude: 9774691
2	Oriximiná Pará	Boa Nova - Vibração não percebida pelo técnico.	19,6 Novas Instalações Administrativas - Saracá	Longitude: 579602 Latitude: 9799159
3		Saracá - Vibração não percebida pelo técnico.	19,8 Novas Instalações Administrativas - Saracá	Longitude: 581022 Latitude: 9800131
4		Vila Castanheira - Vibração não percebida pelo técnico.	22,0 Novas Instalações Administrativas - Saracá	Longitude: 582467 Latitude: 9798441
5		Batata - Vibração não percebida pelo técnico.	18,8 Novas Instalações Administrativas - Saracá	Longitude: 581201 Latitude: 9828143
6		Boa Vista (Norte) - Vibração não percebida pelo técnico.	22,3 Novas Instalações - Saracá	Longitude: 566778 Latitude: 9837791
7		Moura - Vibração não percebida pelo técnico.	25,7 Platô Rebolado	Longitude: 563557 Latitude: 9841657
8		Palhal - Vibração não percebida pelo técnico.	18,2 Platô Rebolado	Longitude: 553496 Latitude: 9839908
9		Juquiri Grande - Vibração não percebida pelo técnico.	18,5 Platô Rebolado	Longitude: 549616 Latitude: 9841835
10		Jamari do Norte - Vibração não percebida pelo técnico.	14,5 Platô Rebolado	Longitude: 546094 Latitude: 9838347
11	Terra Santa Pará	Jamary (Sul) - Vibração não percebida pelo técnico.	11,6 Platô Jamari	Longitude: 547982 Latitude: 9794201

Entre as **Figuras 7.2-45** e **Figura 7.2-55** são apresentados os registros fotográficos do posicionamento dos instrumentos de medição nos pontos de monitoramento dos níveis vibratórios, os quais são os mesmos pontos de medição de ruído.

Figuras 7.2-45 (A e B). Posicionamento dos instrumentos de medição no ponto P1 - Chuedá.

Figuras 7.2-46 (A e B). Posicionamento dos instrumentos de medição no ponto P2 - Boa Nova.

Figuras 7.2-47 (A e B). Posicionamento dos instrumentos de medição no ponto P3 - Saracá.

Figuras 7.2-48 (A e B). Posicionamento dos instrumentos de medição no ponto P4 - Vila Castanheira.

Figuras 7.2-49 (A e B). Posicionamento dos instrumentos de medição no ponto P5 - Batata.

Figuras 7.2-50 (A e B). Posicionamento dos instrumentos de medição no ponto P6 - Boa Vista (Norte).

Figuras 7.2-51 (A e B). Posicionamento dos instrumentos de medição no ponto P7 - Moura.

Figuras 7.2-52 (A e B). Posicionamento dos instrumentos de medição no ponto P8 - Palhal.

Figuras 7.2-53 (A e B). Posicionamento dos instrumentos de medição no ponto P9 – Juquiri Grande.

Figuras 7.2-54 (A e B). Posicionamento dos instrumentos de medição no ponto P10 – Jamari (Norte).

Figura 7.2-55 (A e B). Posicionamento dos instrumentos de medição no ponto P11 – Jamary (Sul).

7.2.4.3. Resultados

Conforme procedimentos anteriormente apontados, entre os dias 09 e 14 de agosto de 2019 e no dia 03 de janeiro de 2020 foi realizada a campanha de medições para caracterizar os níveis vibratórios atuais da área de estudo proposta para os meios físico e biótico. Os valores médios das 3 resultantes vetoriais x, y e z de velocidade de vibração de partículas - pico (mm/s), medidas em 11 comunidades do entorno do PNM, nos períodos diurno e noturno, estão apresentados no **Quadro 7.2-22.**

Quadro 7.2-22. Valores de velocidade de vibração registrados nos 11 pontos amostrados.

Pontos de medição	Data	Hora	PVPM Dia [mm/s]	Data	Hora	PVPM Noite [mm/s]
1 - Chuedá	12/08/2019	07:09		12/08/2019	06:47	

Pontos de medição	Data	Hora	PVPM Dia [mm/s]	Data	Hora	PVPM Noite [mm/s]
2 – Boa Nova	14/08/2019	17:47	Sem Registro	14/08/2019	00:51	Sem Registro
3 - Saracá	14/08/2019	09:54		13/08/2019	22:46	
4 - Vila Castanheira	14/08/2019	10:40		14/08/2019	22:26	
5 - Batata	09/08/2019	16:38		11/08/2019	06:08	
6 - Boa Vista (Norte)	10/08/2019	12:58		11/08/2019	04:19	
7 - Moura	10/08/2019	12:22		10/08/2019	22:15	
8 - Palhal	10/08/2019	11:05		11/08/2019	00:06	
9 - Juquiri Grande	10/08/2019	10:32		11/08/2019	00:50	
10 - Jamari (Norte)	10/08/2019	09:54		11/08/2019	02:03	
11 - Jamary (Sul)	03/01/2020	16:37		03/01/2020	22:01	

A D.D. Cetesb 215/2007/E de 2007 especifica os valores de Velocidade de Vibração de Partículas - Pico (VVPP - mm/s), que é um limite referencial para a emissão de vibração por empreendimento cujas atividades emitam vibrações contínuas, em consonância com o zoneamento municipal, ou seja, cada setor do território é classificado segundo suas características de ocupação do solo e/ou suas funções, e há um VVPP correspondente para cada uma delas. A transcrição dos valores de VVPP para cada classificação de uso e ocupação do solo está reproduzida no **Quadro 7.2-23.**

Quadro 7.2-23. Limite de Velocidade de Vibração de Partículas - Pico (mm/s).

Tipos de áreas	Diurno (mm/s)	Noturno (mm/s)
Áreas de hospitais, casas de saúde, creches e escolas	0,30	0,30
Área predominantemente residencial	0,30	0,30
Área mista, com vocação comercial e administrativa	0,40	0,30
Área predominantemente industrial	0,50	0,50

1. Estes valores não se aplicam às avaliações de vibração de partícula gerada pela atividade de desmonte de rocha mediante utilização de explosivos (fogo primário).
2. Os limites são valores de referência para avaliação do incômodo. Caso os valores medidos, após a adoção de medidas de controle, forem superiores a estes, mas o incômodo cessar, não há necessidade da continuidade das ações de controle.
Fonte: D.D. CETESB 215/2007/E, 2007.

No contexto deste estudo, admitiu-se preliminarmente que dos 11 pontos de medição de vibração distribuídos pelo entorno do PNM, todos podem ser classificados como localizados em “área predominantemente residencial” em razão de entre todas as classificações descritas no **Quadro 7.2-14**, essa ser a mais coerente com as características predominantes da ocupação do solo das referidas comunidades.

Assim, o limite de VVPP estabelecido para os 11 pontos de medição inseridos na área de estudo dos meios físico e biótico no período diurno (entre 07:00h e 20:00h) é 0,30 (mm/s) e, no período noturno (entre 20:00h e 07:00h), 0,30 (mm/s).

Entretanto, esclarece-se que, tendo em conta os valores muito baixos de velocidade de vibração encontrados em todos os pontos medidos, não houve registros de eventos de vibração, mesmo estando o sismógrafo configurado para iniciar as medições sempre que estes ultrapassassem um nível de “trigger” de 0,13 mm/s – valor significativamente abaixo dos 0,30 (mm/s) aceitáveis pela referida D.D.

Portanto, conclui-se que em todos os pontos e em ambos os períodos de medição, o VVPP não superou os limites estabelecidos. Desse modo, assume-se que os receptores do entorno do futuro empreendimento (PNM) não estão expostos atualmente a vibrações perceptíveis oriundas de mineração, e que as vibrações existentes não constituem qualquer incômodo aos residentes nem risco de danos às suas edificações.

7.2.5. Geologia

Este item tem como objetivo apresentar e caracterizar os principais aspectos geológicos, regionais e locais, da AE dos Meios Físico e Biótico, perfazendo as questões litológicas/estratigráficas, estruturais e geotécnicas, com intuito de averiguar a capacidade de suporte dos terrenos e eventuais riscos geotécnicos existentes e/ou que possam ser deflagrados durante o ciclo de vida do PNM.

Importa informar que a capacidade de suporte dos terrenos, bem como a descrição pormenorizada dos processos de dinâmica superficial solicitados no item 5.1.4.A do TR do emitido pelo IBAMA é apresentado no **item 7.2.8 Suscetibilidade aos Processos de**

Dinâmica Superficial deste estudo ambiental. Adicionalmente, destaca-se que a caracterização geoquímica e mineralógica dos sedimentos, preconizados no item 5.1.4.F do mesmo TR, são apresentados no item do presente documento.

7.2.5.1. Considerações Metodológicas

Para caracterização do contexto geológico regional da AE foram consultados o Mapa Geológico e de Recursos Minerais do Estado do Pará (CPRM, 2008), o respectivo texto explicativo e publicações científicas diversas, destacando-se dentre estas os trabalhos de Costa, J.B.S (2002) que versam sobre a neotectônica da região amazônica.

Para a caracterização local, além da utilização de dados secundários e bases cartográficas existentes, foi realizado reconhecimento geológico-geotécnico para levantamento de dados primários, realizado entre os dias 21 de agosto a 08 de setembro de 2019. Foram integradas também informações disponíveis nos perfis de sondagens executadas em diversas campanhas de prospecção mineral da MRN e projeto engenharia do PNM.

7.2.5.2. Contexto Geotectônico

O cráton Amazônico é constituído pelos escudos das Guianas e Brasil Central, separados pela faixa sedimentar das bacias do Amazonas e Solimões. O cráton é dividido em províncias, situando-se a região de interesse na Província Geológica Amazônia Central, diretamente sobre as rochas sedimentares das Bacias Sedimentares Fanerozóicas que na região de interesse tem como embasamento o domínio Erepecuru-Trombetas, Subdomínio Oeste **(Figura 7.2-56)**. Nesse domínio prevalece uma associação vulcano-plutônica intracontinental representada pelo Grupo Iricoumé, composto principalmente por vulcânicas ácidas e intermediárias, pela suíte Intrusiva Mapuera e pelo sienito Erepecuru (CPRM, 2008).

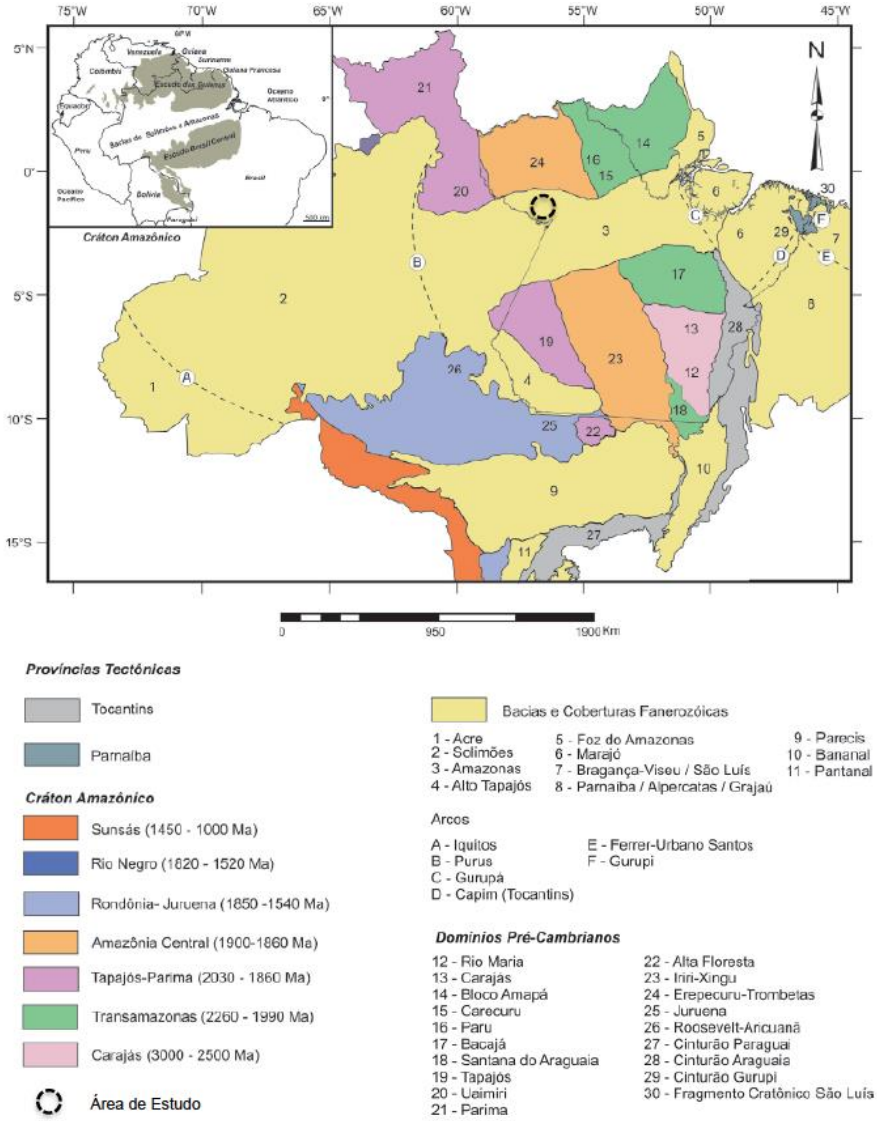


Figura 7.2-56. Províncias Tectônicas do Norte do Brasil.
Fonte: CPRM (2008).

As Bacias Sedimentares Fanerozóicas da região amazônica representam unidades de Bacias Intracratônicas Paleozóicas com larga extensão **(Figura 7.2-56)**. Esses terrenos estão sob forte domínio estrutural do embasamento pré-cambriano relacionados aos diferentes estágios de evolução da Plataforma Sul-Americana, responsáveis pela formação das principais zonas de falhas que foram reativadas em diferentes ciclos geológicos (Op. cit.).

> Conforme descrito pela CPRM (2008): As bacias Fanerozóicas do norte do Brasil são Agrupadas na Província Amazonas e na Província Parnaíba. No Pará ocorrem oito bacias sedimentares, subdivididas em: três bacias intracratônica paleozoicas (Bacias do Amazonas, do Alto Tapajós e do Parnaíba), três bacias mesozoicas de riftes abortados (bacias do Marajó, do Grajaú e Bragança-Viseu) e uma Bacia de margem passiva (Bacia do Pará-Maranhão). Também são verificados segmentos de plataforma continental emersa (Plataforma Bragantina) e submersa (plataforma do Pará).

O arranjo estrutural que condicionou a formação dessas bacias teve início após a evolução do supercontinente Gondwana decorrentes das orogenias paleozoicas que afetaram suas bordas. Após o início das orogenias do Ciclo Brasiliano/Pan-Africano no limite Neoproterozoico-Cambriano (725-500 Ma) seguida pela formação de riftes intracontinentais resultando em grandes sinéclises intracratônica paleozoicas marcadas por eventos de transgressões e regressões marinhas com estabilização no final do Permiano (Op. cit.).

A calmaria tectônica foi interrompida com a abertura do Oceano Atlântico, marcado por inúmeros pulsos de magmatismo básico, formação de riftes abortados e recobrimento das sinéclises paleozoicas. Os eventos distensivos formaram bacias divergentes na margem continental atlântica. Durante o mesozoico e Cenozoicos, em decorrência dos esforços compressivos das orogêneses andina e caribenha alcançaram as bacias fanerozoicas da porção norte da Plataforma Sul-Americana (Op. cit.).

A **Figura 7.2-57** exibe a localização da AE no encarte tectônico da Folha Santarém, cuja fonte é o Mapa Tectônico do Brasil em escala 1:5.000.000 (Diogenes et al, 2003, in CPRM, 2004), situada inteiramente no domínio tectono-estrutural Bacia Sedimentar do Amazonas (BAM), de idade fanerozóica, abrangendo terrenos mesozoicos (MZ1). A **Figura 7.2-57** permite a verificação dos orógenos proterozóicos que ocorrem no entorno das Bacias Intracratônicas que compõe as Bacias Sedimentares Fanerozoicas.

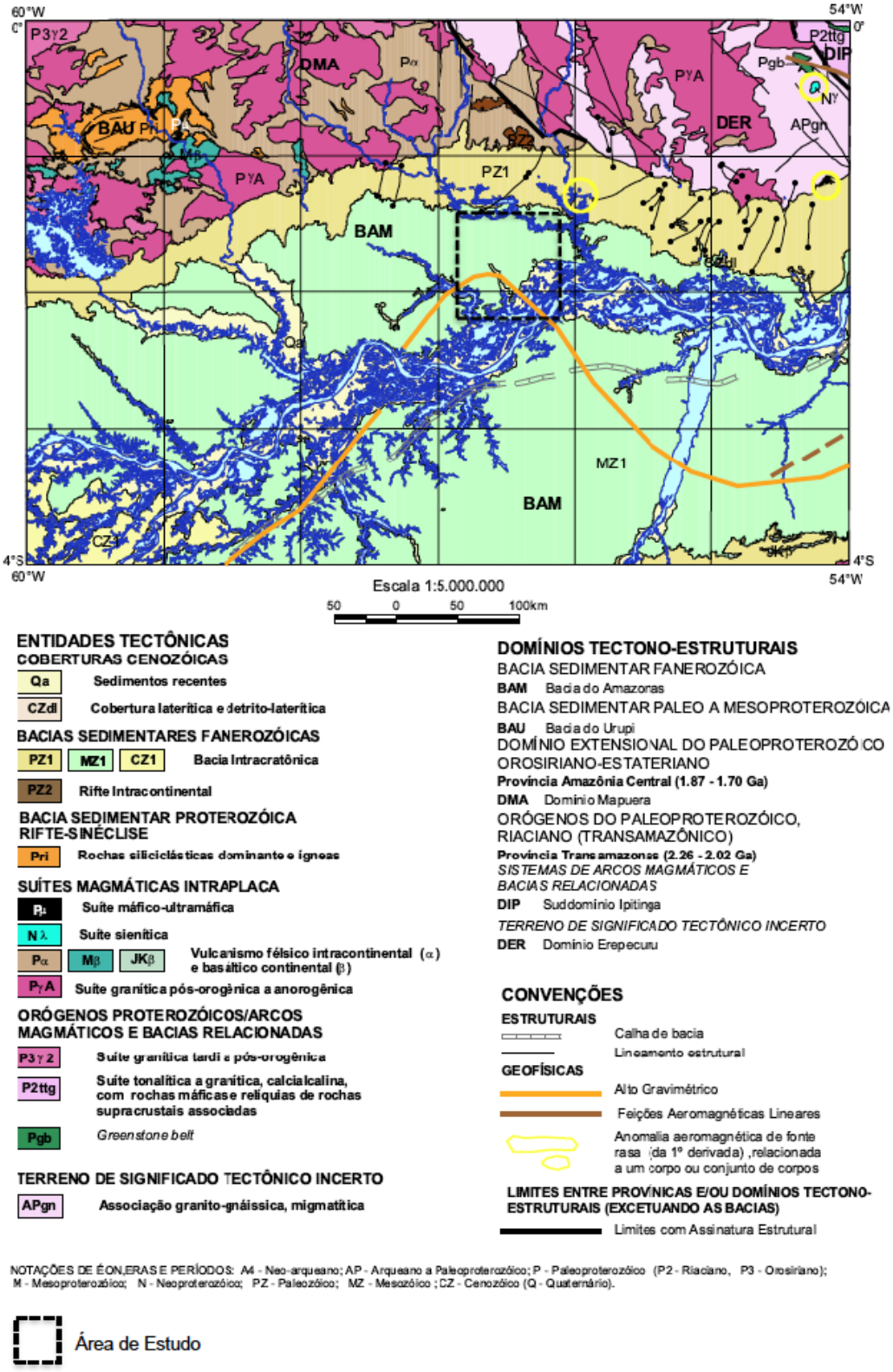


Figura 7.2-57. Contexto Geotectônico da Área de Estudo.
Fonte: CPRM (2004).

Wanderley Filho (1991, in CPRM, 2008), baseado em estudos de sísmica e gravimetria, inferiu uma compartimentação da Bacia do Amazonas em blocos limitados por lineamentos NW-SE

(Figura 7.2-58), identificados como falhas de transferência que deslocaram os depocentros das formações paleozoicas e cenozoicas. Com relação à tectônica paleozoica, o autor considerou que falhas normais NE-SW e ENE-WSW convergem em direção ao arco de Purus, indicando que a Bacia do Amazonas abriu mais a leste do que a oeste.

A tectônica mesozoica na Bacia do Amazonas é marcada por soerguimento causado pela ativação termal do manto e uma distensão E-W acompanhada de magmatismo básico (Diabásio Penatecaua), evidenciado por soleiras de direção E-W e diques de diabásio, de direção geral NE-SW que intrudiram as formações paleozóicas.

O relaxamento dos esforços compressionais no neocretáceo provocou a subsidência flexural da Bacia Amazônica e a deposição de uma sequência continental (Formação Alter do Chão) em seu interior (Campos e Teixeira 1988, Wanderley Filho, 1991, in CPRM, 2008). A porção leste da bacia foi afetada por uma tectónica transtracional, com falhas transcorrentes NW-SE que resultaram em grabens e estruturas em flor negativa.

O cenozoico (neotectônica) é marcado por esforços compressivos transcorrentes que imprimiram uma intensa deformação na sequência evaporítica permo-carbonífera (Formação Nova Olinda) e na sequência clástica neocretácea-paleocênica sobrejacente (Formação Alter do Chão).

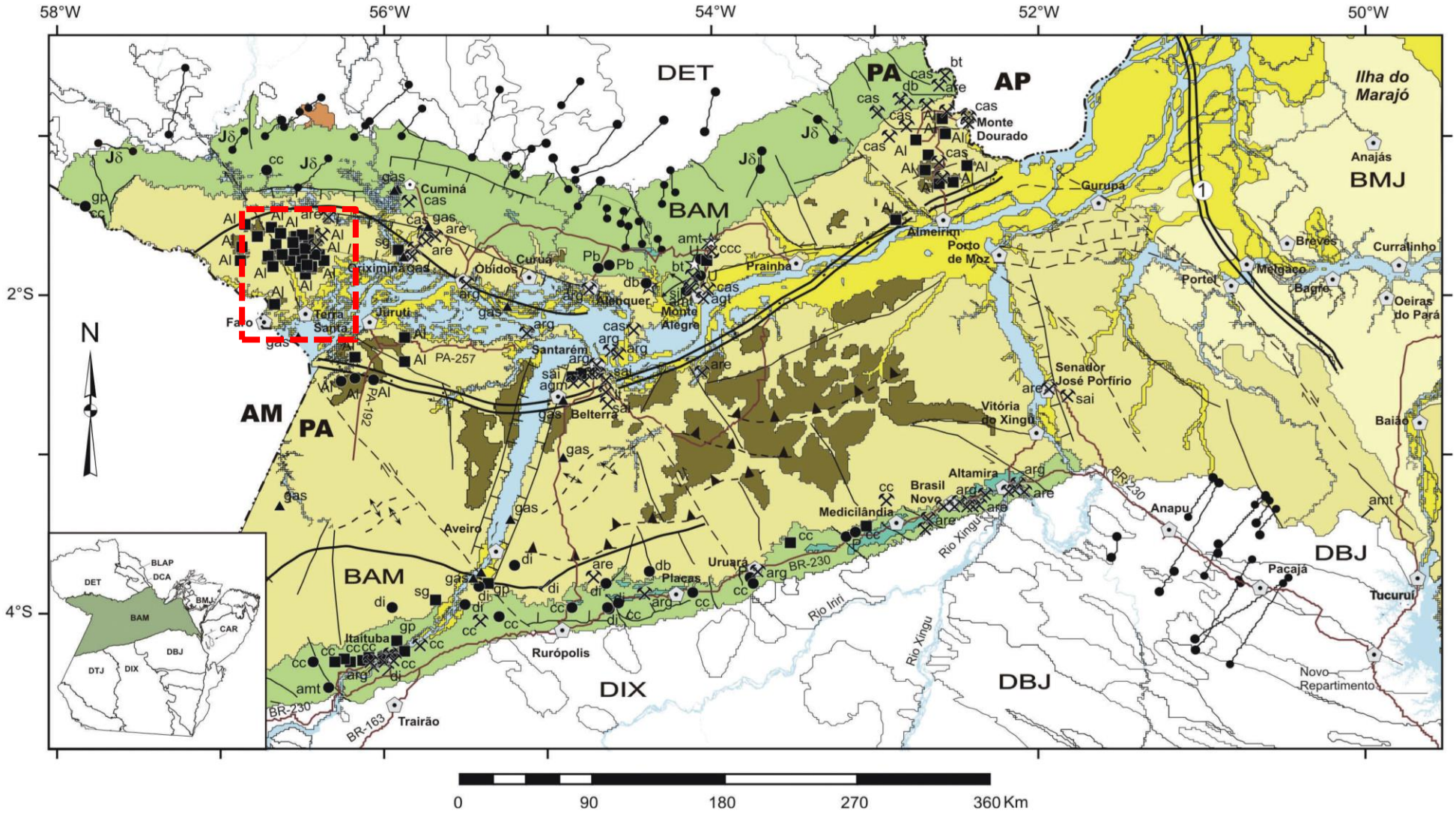
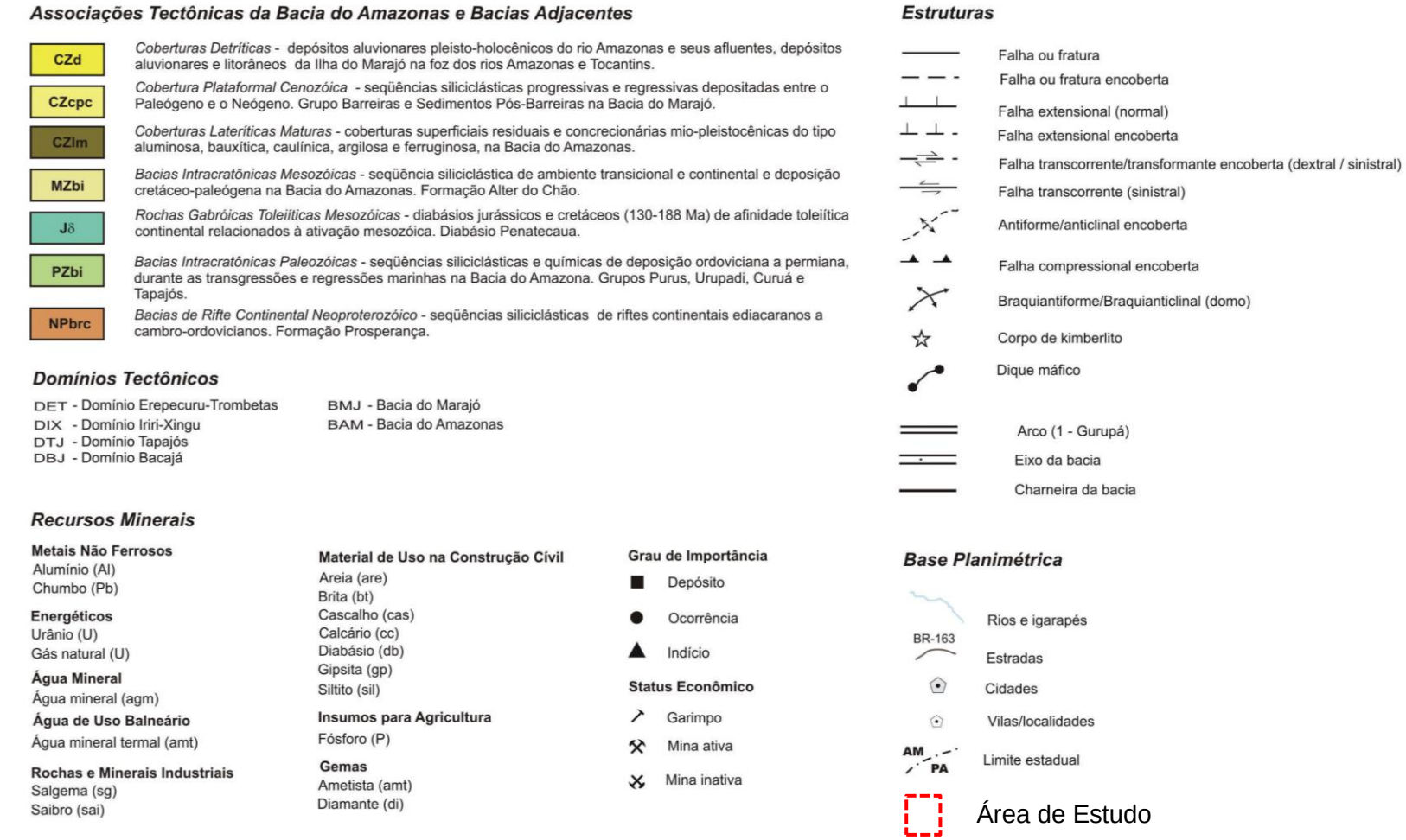


Figura 7.2-58. Associações tectônicas e recursos minerais da Bacia do Amazonas.

Fonte: CPRM (2008).



Legenda **Figura 7.2-58** (Continuação)**.**

A ocorrência de eventos tectônicos modernos (neotectônicos) foram observados nos Estados do Pará e do Amazonas. Segundo Costa (2002), “na região oeste do Pará, as estruturas compõem dois conjuntos principais atribuídos ao Terciário Superior e ao Quaternário. As estruturas do Terciário Superior correspondem a falhas inversas e dobras de direções ENE-WSW e NE-SW que afetam os sedimentos da Formação Alter do Chão ao longo de uma faixa de 150 km de largura e 600 km de extensão. As falhas inversas formam sistemas imbricados mergulhando para NW **(Figura 7.2-59),** enquanto as dobras variam de suaves a fechadas e possuem planos axiais verticais a subverticais.

As estruturas do Quaternário formam segmentos distensivos que se articulam na região de Santarém-Monte Alegre. O segmento distensivo NW-SE é formado por falhas normais de alto ângulo que controlam o baixo curso do rio Trombetas e o trecho do rio Amazonas entre as cidades de Juruti e Santarém, onde é comum a presença de lagos relacionados com meandros abandonados por migração de canais devido a jogos de blocos de falha, bem como a ocorrência de extensos depósitos de sedimentos pelíticos vinculados às planícies de inundação.”

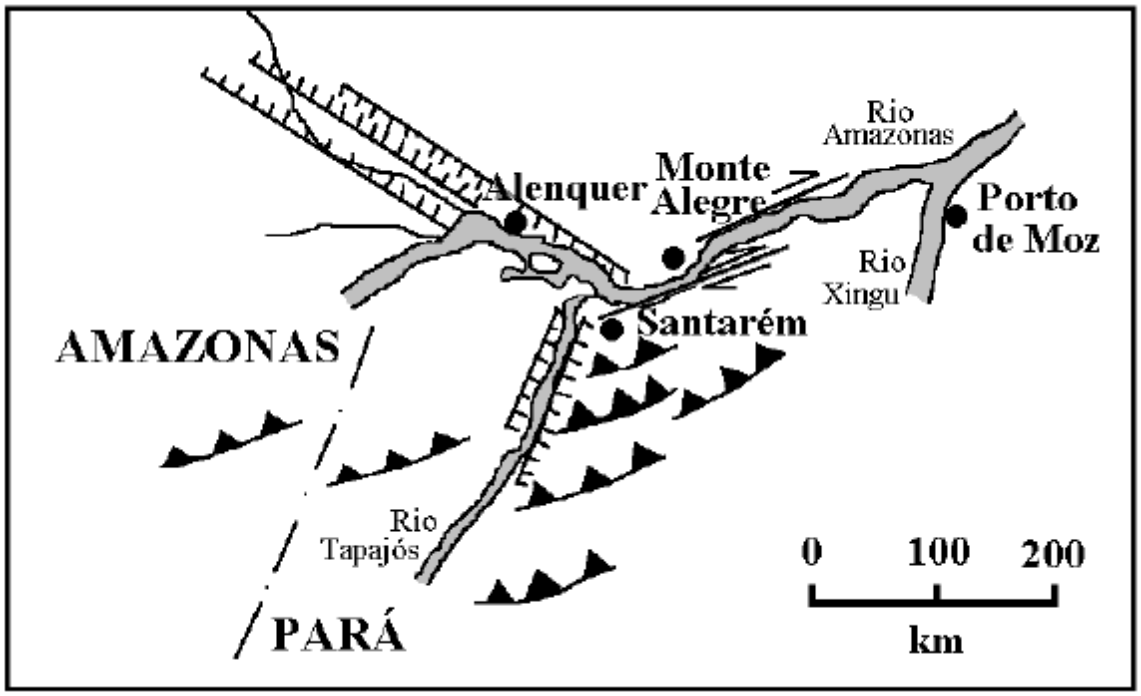


Figura 7.2-59. Estruturas neotectônicas maiores na região oeste do Pará.
Fonte: Costa (2002).

7.2.5.3. Caracterização Regional

Este item tem como premissa contextualizar a inserção da AE no âmbito regional, de forma a descrever e caracterizar os principais aspectos geológicos desta e seu entorno com base em dados secundários.

A Bacia do Amazonas é uma bacia intracratônica que se desenvolve em uma faixa de direção ENE-WSW, sendo constituída por estratos sedimentares de 5.000 m de espessura que englobam uma sequência paleozoica, representada pelos grupos Purus, Trombetas, Urupadi,

Curuá e Tapajós, recortada por diques e soleiras de diabásio juro-triássicos, e outra meso-cenozoica representada pelo Grupo Javari. Seus limites geológicos são definidos pelo Arco de Purus a oeste e pelo Arco de Gurupá a leste, pelo Escudo das Guianas ao norte e pelo Escudo Brasil Central ao sul **(Figura 7.2-60)**.

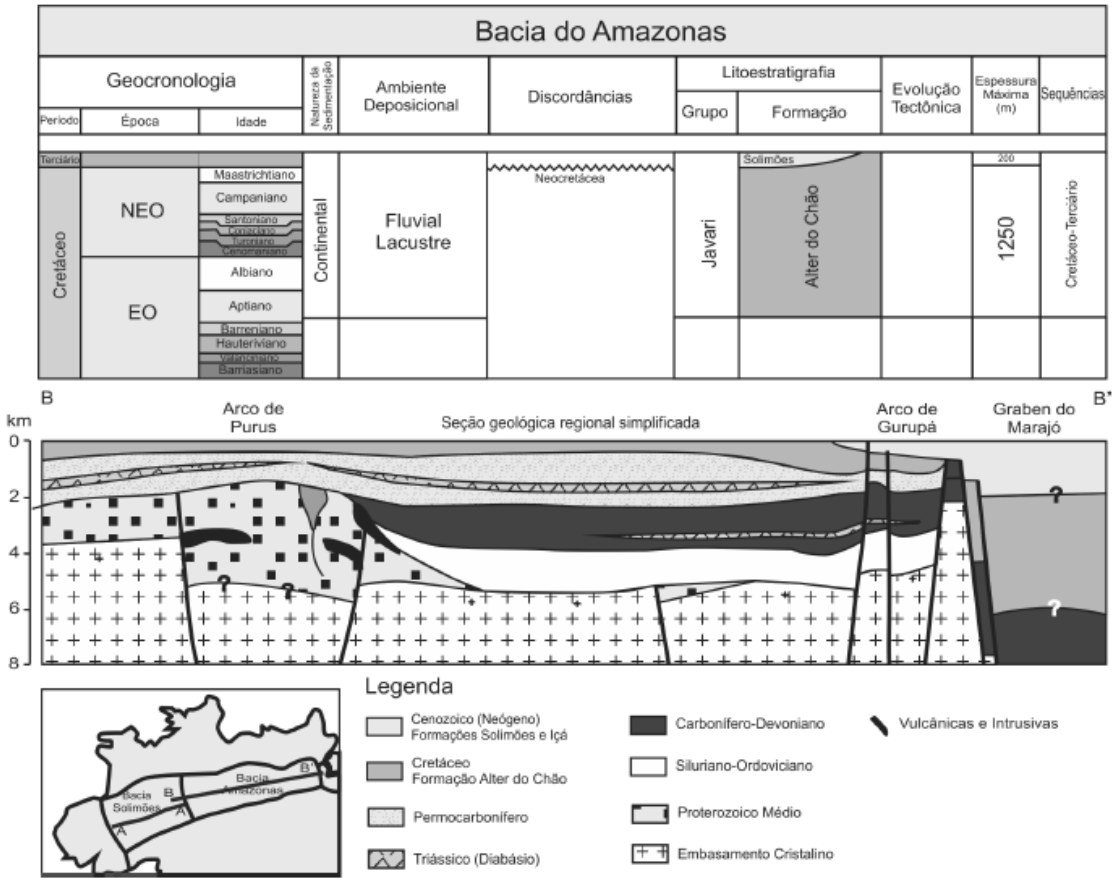


Figura 7.2-60. Coluna estratigráfica e seção geológica simplificadas da Bacia do Amazonas.
Fonte: Souza et al (2013).

Sucessivas transgressões de mares epicontinentais sobre o Cráton Amazônico provocaram o preenchimento da bacia até o Arco de Purus, recobrindo-o no Mesodevoniano (Caputo, 1984 e Carneiro, 2004, in CPRM, 2008). Neste período, a mudança de ambiente marinho para continental e de mares restritos com espessos evaporitos marcaram uma progressiva regressão. No Cretáceo-Terciário deu-se a cobertura da bacia por uma última sequência, de natureza fluvial-lacustre, representada pela Formação Alter do Chão **(Figura 7.2-61)**.

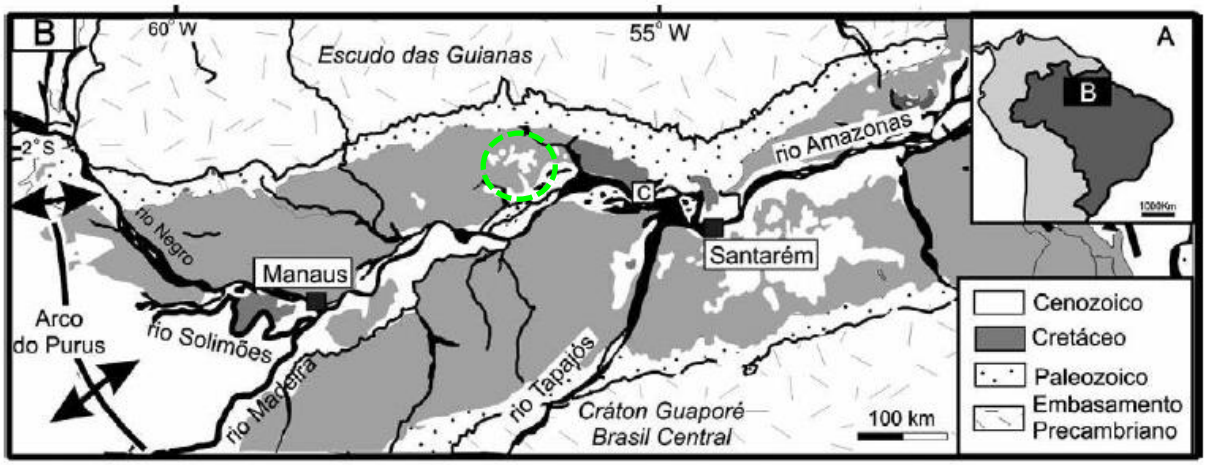


Figura 7.2-61. Área de Exposição da Formação Alter do Chão.
Fonte: Mendes, A.C. et al (2012).

A geologia da Bacia do Amazonas é representada na Área de Estudo por uma sequência paleozoica cortada por diques de diabásio, denominada Formação Nova Olinda, do Grupo Tapajós, e outra, meso-cenozóica, reconhecida como Formação Alter do Chão, pertencente ao Grupo Javari. O contato entre a Formação Alter do Chão e as unidades paleozoicas é marcado por uma expressiva discordância erosiva, segundo Costa (2002). A Formação Alter do Chão é recoberta por uma Cobertura Laterítica Matura nos topos dos platôs e por depósitos aluvionares junto aos cursos d'água e planícies fluviais.

A coluna litoestratigráfica completa da Bacia do Amazonas é apresentada na **Figura 7.2-62** (Cunha *et al*, 1994 e Matsuda *et al*, 2004, *in* CPRM 2008) sendo acompanhada pelo Mapa Geológico Regional exposto na **Figura 7.2-63** (CPRM, 2008). A descrição das unidades geológicas que estão contidas na Área de Estudo ou que afloram externamente aos limites da mesma serão descritas para melhor contextualização e compreensão acerca dos condicionantes geológicos e seus processos genéticos.

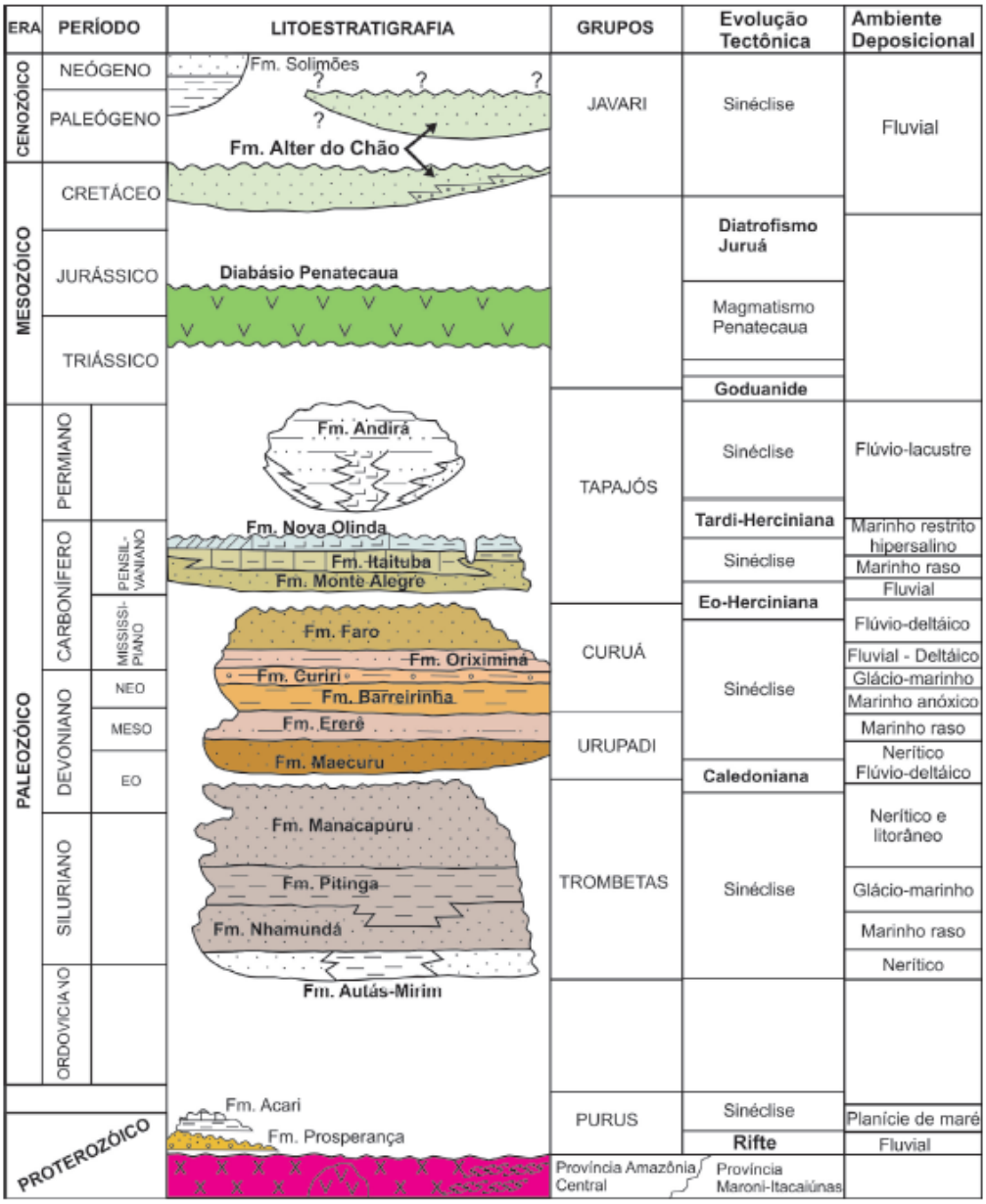
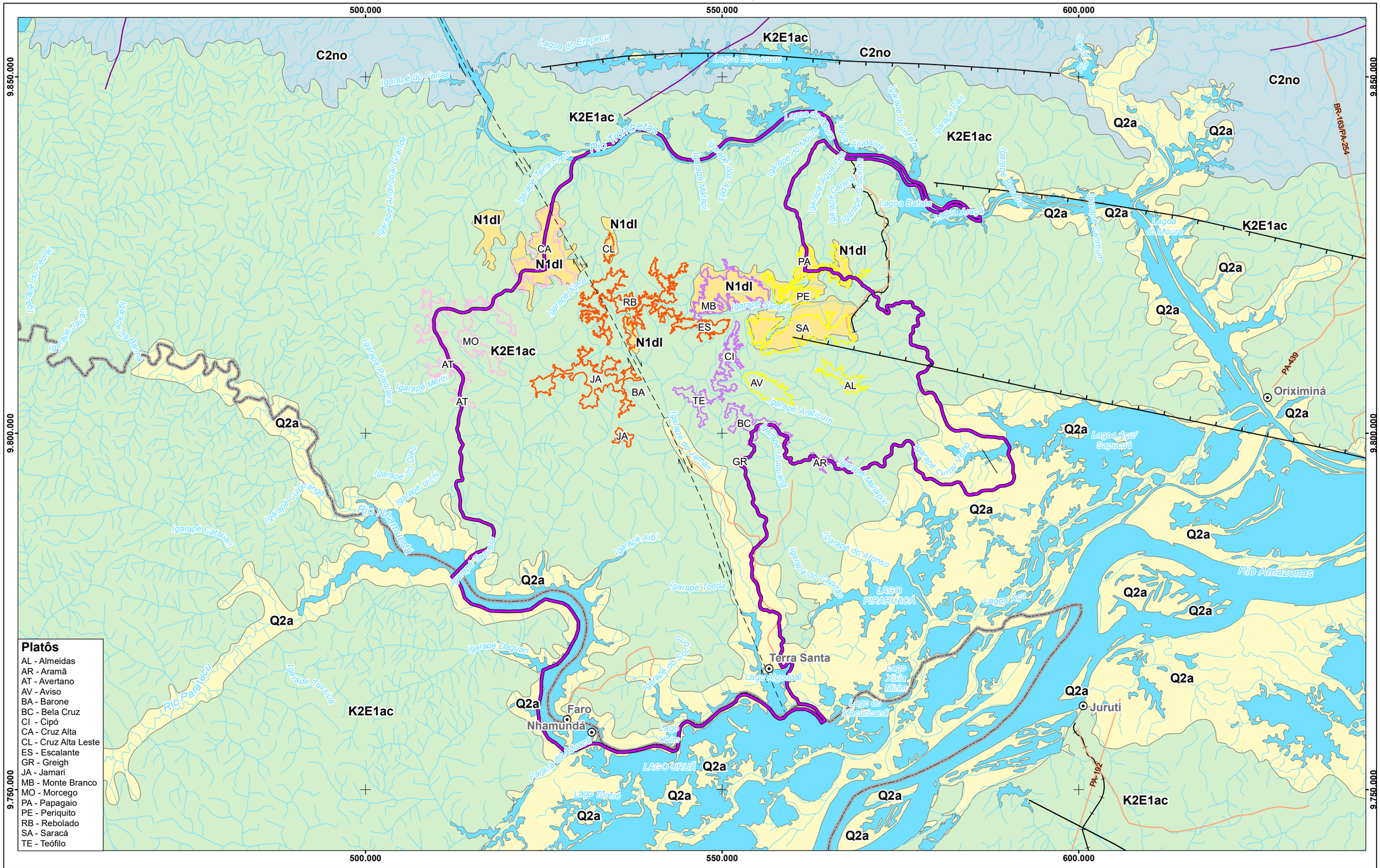


Figura 7.2-62. Coluna litoestratigráfica da Bacia do Amazonas.

Fonte: Cunha et al (1994) e Matsuda et al (2004 in CPRM, 2008).



Platôs

AL - Almeidas
AR - Aramã
AT - Avertano
AV - Aviso
BA - Barone
BC - Bela Cruz
CI - Cipó
CA - Cruz Alta
CL - Cruz Alta Leste
ES - Escalante
GR - Greigh
JA - Jamari
MB - Monte Branco
MO - Morcego
PA - Papagaio
PE - Periquito
RB - Rebolado
SA - Saracá
TE - Teófilo

Referência Locacional
- Sede Municipal
- Limite Estadual

Hidrografia
- Curso d'água
- Massa d'água

Área de Estudo
- Meio Físico e Biótico

Platôs
- Objeto do PNM
- Em Operação
- Exauridos
- Demais Platôs

Litologia

Quartenário - Holoceno
- Q2a - Depósitos Aluvionares

Terciário - Neógeno
- N1dl - Cobertura Detrito Laterítica

Mesozóico - Cretáceo
- K2E1ac - Formação Alter do Chão

Paleozóico - Carbonífero
- C2no - Formação Nova Olinda

Diques Máficos
- Formação Penatecaua

Estruturas Geológicas
- Falha extensional (normal)
- Falha ou fratura
- Falha ou zona de cisalhamento
- Falha transcorrente dextral encoberta

REFERÊNCIAS

Fontes:
- IBGE, 2017.
- ARCADIS, 2019.
- CPRM, 2008.
- CPRM, 2013.

N

0 2,5 5 10 15 20 Km

Sistema de Coordenadas UTM SIRGAS2000 F21S

MACROLOCALIZAÇÃO

MRN Mineração Rio do Norte

ARCADIS

PROJETO: EIA - PNM

MAPA: Mapa Geológico Regional

ELAB:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
ARCADIS S.A.	1:500.000	Única	15/08/2021

FORMATO: A3

Figura 7.2-63. Mapa Geológico Regional da Área de Estudo.

CENOZÓICO

Quaternário

- Depósitos Aluvionares

Os Depósitos Aluvionares representam os sedimentos clásticos inconsolidados associados às planícies aluvionares atuais dos principais cursos d'água da região (rios Trombetas, Nhamundá e Amazonas) e da Área de Estudo (igarapé Jamari), constituídos basicamente por depósitos de canais (barras em pontal e barras de canais) e de planícies de inundação. A morfologia típica dessa unidade corresponde a planícies sedimentares associados ao sistema fluvial, com sedimentos de constituição variando entre arenosos e argilosos, apresentando níveis de cascalho e matéria orgânica. O grau de consolidação dos sedimentos varia entre inconsolidados e semi-consolidados.

Terciário

- Cobertura Laterítica Matura

Esta unidade está relacionada à Superfície de Aplainamento Sul-Americana (King, 1956 apud CPRM, 2008), desenvolvida entre o Cretáceo Superior e o Terciário Inferior, constituindo relevo tabular fortemente dissecado formado por platôs. Na região de estudo ocorre no divisor de águas do rio Trombetas e Amazonas sobreposta à Formação Alter do Chão. Essa entidade geológica abriga os corpos de constituição bauxítica que correspondem aos minérios de interesse para o PNM.

A Cobertura Laterítica Matura (Costa, 1991, *in* CPRM, 2008) é constituída por lateritas mais evoluídas que apresentam um perfil laterítico completo, constituído, da base para o topo, pelos seguintes horizontes: pálido transicional, argiloso, bauxítico e/ou fosfático e crosta ferruginosa **(Figura 7.2-64)**. O horizonte pálido transicional desenvolve-se a partir da rocha mãe, sendo sucedido pelo horizonte argiloso de maior espessura (10 a 30 m) que exibe em sua base estruturas primárias reliquiares e é constituído por argilominerais e oxi-hidróxidos de ferro. O horizonte bauxítico ou fosfático, que melhor caracteriza esta unidade, é formado por hidróxido (bauxita) e/ou fosfatos de alumínio, sendo comum estruturas singenéticas do tipo esferolítica (oólitos e pisólitos), maciça, terrosa, cavernosa, colunar e vermicular. O horizonte superior é a crosta ferruginosa, formada por agregados de nódulos, fragmentos, concreções e esferólitos cimentados por hidróxidos e/ou fosfatos de alumínio, pisólitos compostos por hidróxidos de ferro interligados por finos córtex microcristalinos. As Coberturas Lateríticas Maturas são usualmente recobertas pela chamada Argila de Belterra.

A Argila de Belterra é considerada por Sombroeck (1966, *in* Tardy, Y. *et al.*) e Tricart (1978, *in* Tardy, Y. *et al*.) como uma formação sedimentar lacustrina quaternária, como um depósito lacustrino ou desértico por Grubb (1979, *in* Tardy, Y. *et al*.), Truckenbrodt e Kotschoubey (1981, *in* Tardy, Y. *et al*.) e como uma cobertura sedimentar por Aleva (1981, 1989, *in* Tardy, Y. *et al*.). Chauvei et al. (1982, *in* Tardy, Y. *et al*.) e Lucas et al. (1984, *in* Tardy, Y. *et* al.) atribuem sua origem como pedogenética, enquanto Tardy (1993, *in* Tardy, Y. *et al*.) propõe que a fase pedogenética teve lugar em uma formação biogênica. A peculiaridade deste tipo de bauxita (criptobauxitas) vem do fato de que o horizonte gibbsítico é interacamado entre dois horizontes ricos em caolinita.

Segundo Costa, J.B.S. et al (2002), as unidades litoestratigráficas do intervalo Mioceno-Recente, aí incluídas as formações lateríticas, estão fortemente ligadas aos movimentos tectônicos do Terciário Superior. O autor discute a neotectônica na região amazônica, relacionando o perfil laterítico maturo atribuído ao Eoceno-Oligoceno como marcante de estabilidade tectônica, que foi seguida por processos de estruturação, morfogênese e sedimentação até hoje vigente, relacionada com a incidência da Neotectônica, cujo regime tectônico é transcorrente.

Quanto à idade, as Coberturas Lateríticas Maturas são atribuídas ao Paleógeno, segundo datações de Costa et al (2005, *in* CPRM, 2008) em lateritas do depósito de manganês na Serra dos Carajás.

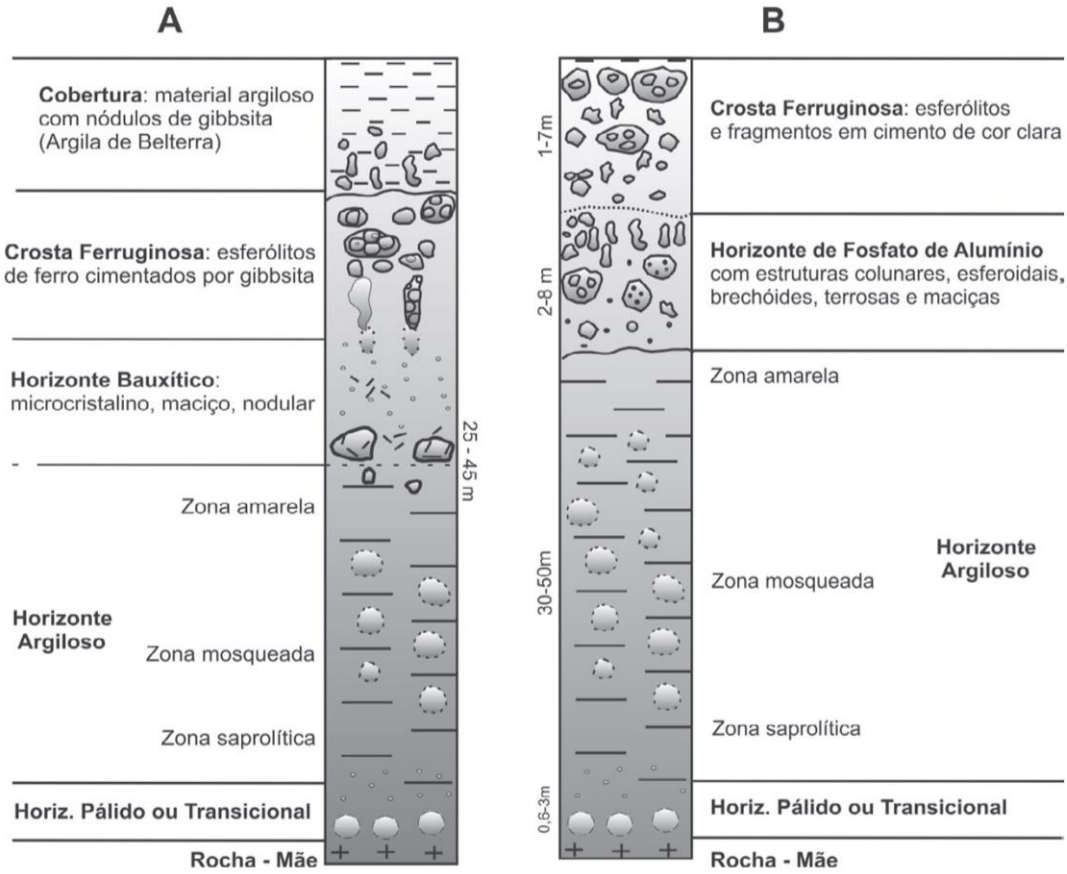


Figura 7.2-64. Perfil geológico de perfis lateríticos maturos autóctones da Amazônia, do tipo bauxítico (A) e fosfático (B).
Fonte: Costa (1991, in CPRM, 2008).

Segundo Tancredi, A.C. (1996) os sedimentos continentais avermelhados que cobrem grande das formações paleozoicas da Bacia do Amazonas foram indevidamente definidos como Série, Grupo, ou Formação Barreiras, devido sua aparência ou semelhança com os sedimentos desta unidade geológica. Ainda, segundo os mapas geológicos oficiais, considera-se que a Formação ou Grupo Barreiras inclui a sucessão de estratos oligo-miocênicos, geneticamente relacionados, das unidades litoestratigráficas Formação Pirabas e Formação (ou Grupo) Barreiras.

MESOZÓICO

Cretáceo-Terciário

- Formação Alter do Chão

A Formação Alter do Chão (Caputo *et al*, 1971, *in* CPRM, 2008) é formada por um espesso pacote de arenitos finos a médios, marrom-avermelhados e variegados, argilosos, caulínicos, com estratificação cruzada, intercalados com camadas de pelitos. Estes últimos são representados por siltitos e argilitos vermelhos e variegados, maciços ou laminados.

A Formação Alter do Chão foi subdividada em duas sequências sedimentares na Formação Alter do Chão (Dino et al., 1999, in Mendes A.C. et al., 2012): uma inferior, caracterizada por um sistema fluvial meandrante que evolui para um sistema anastomosado, com retrabalhamento eólico, e uma superior, composta de ciclos progradacionais flúvio-deltáico-lacustre, que contém arenitos avermelhados.

O ambiente de deposição desta unidade é fluvial de alta energia/lacustrino-deltáico (Daemon, 1975, *in* CPRM, 2008), sendo também considerada influência marinha em alguns de seus fácies na porção oeste da Bacia do Amazonas (Rossetti e Neto, 2006, *in* CPRM, 2008).

A seção-tipo da Formação Alter do Chão situa-se no intervalo de 0 a 545 m do poço 1-AC-1-PA, perfurado pela Petrobras na margem direita do rio Tapajós, e o poço 1-BR-1A-PA, com boca do furo na cota aproximada de 160 m de altitude e seu final a -450 m. Ambos os poços se encontram na localidade de Alter do Chão (Caputo *et al*, 1971, *in* CPRM, 2008 e CPRM, 2012). Ambos os poços apresentam sequência estratigráfica muito semelhantes, marcadas por camadas métricas de argilitos/argilas entre pacotes de areias/arenitos de espessuras que chegam a mais de 100 m. Observa-se que o poço 1-BR-1A-PA apresenta a ocorrência da Argila Belterra nos primeiros metros do perfil **(Figura 7.2-65)**. A idade da Formação Alter do chão varia do Neocretáceo até o Terciário, conforme indicado em estudos palinológicos e osso de vertebrados realizados por Daemon e Contreiras, 1971, *in* CPRM, 2008).

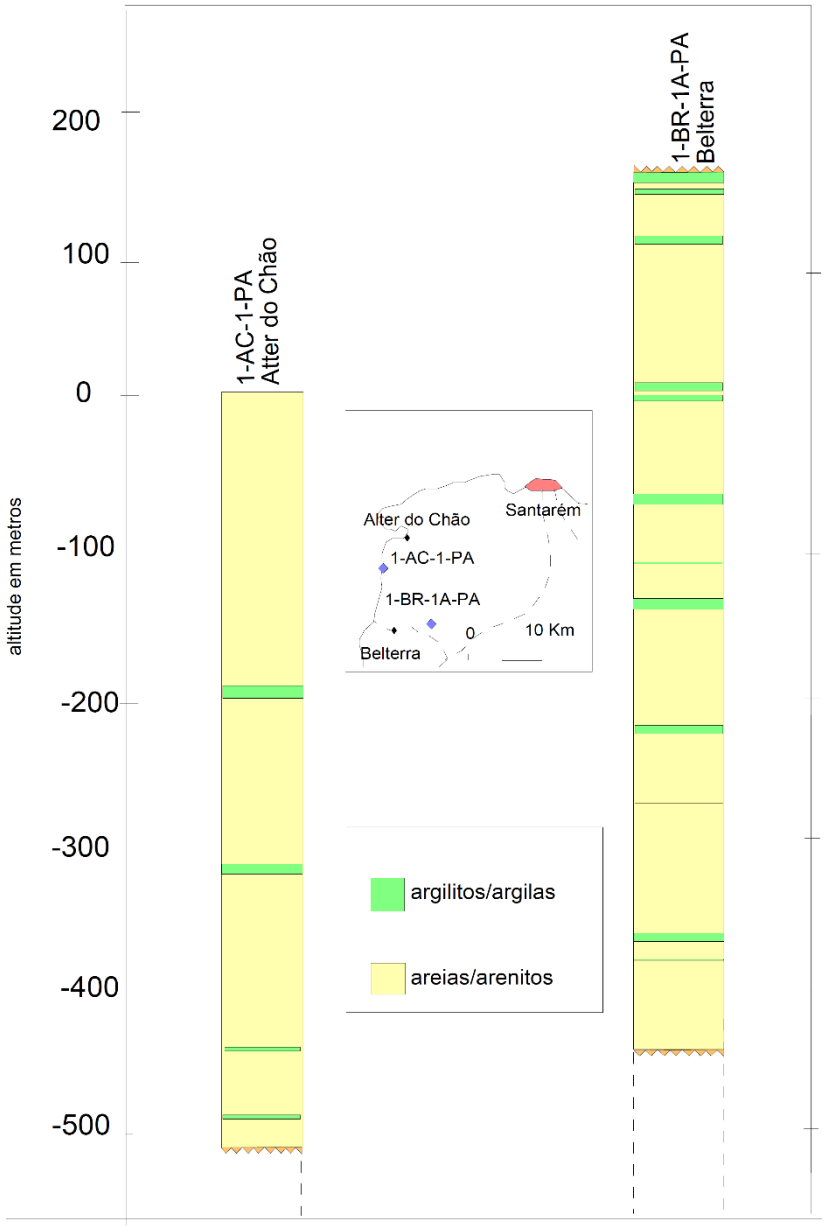


Figura 7.2-65. Perfis de poços petrolíferos que atravessam a Formação Alter do Chão na região de Santarém.

Fonte: Tancredi (1996, in CPRM, 2012).

A Formação Alter do Chão está bem caracterizada nas porções leste, sul e oeste do município de Santarém, constituindo uma morfologia típica com elevações de topo plano, bordas escarpadas e fortemente ravinadas, na forma de platôs. No topo desses platôs é frequente a presença de crosta ferruginosa, laterítica, por vezes desmantelada, constituindo um nível concrecionário, geralmente responsável pela preservação dos platôs que caracterizam a Formação Alter do Chão (Oliveira, J.R. *et al*, 2000). A **Figura 7.2-66** apresenta a seção geológica da Formação Alter do Chão na região de Santarém, contudo, observa-se a ausência de crosta ferruginosa, segundo CPRM (2012) isso se deve a ocorrência de processos erosivos de maior intensidade, onde ocorrera a remoção da parte superior do perfil seguida pela diminuição altimétrica do terreno até a atingir a planície amazônica.

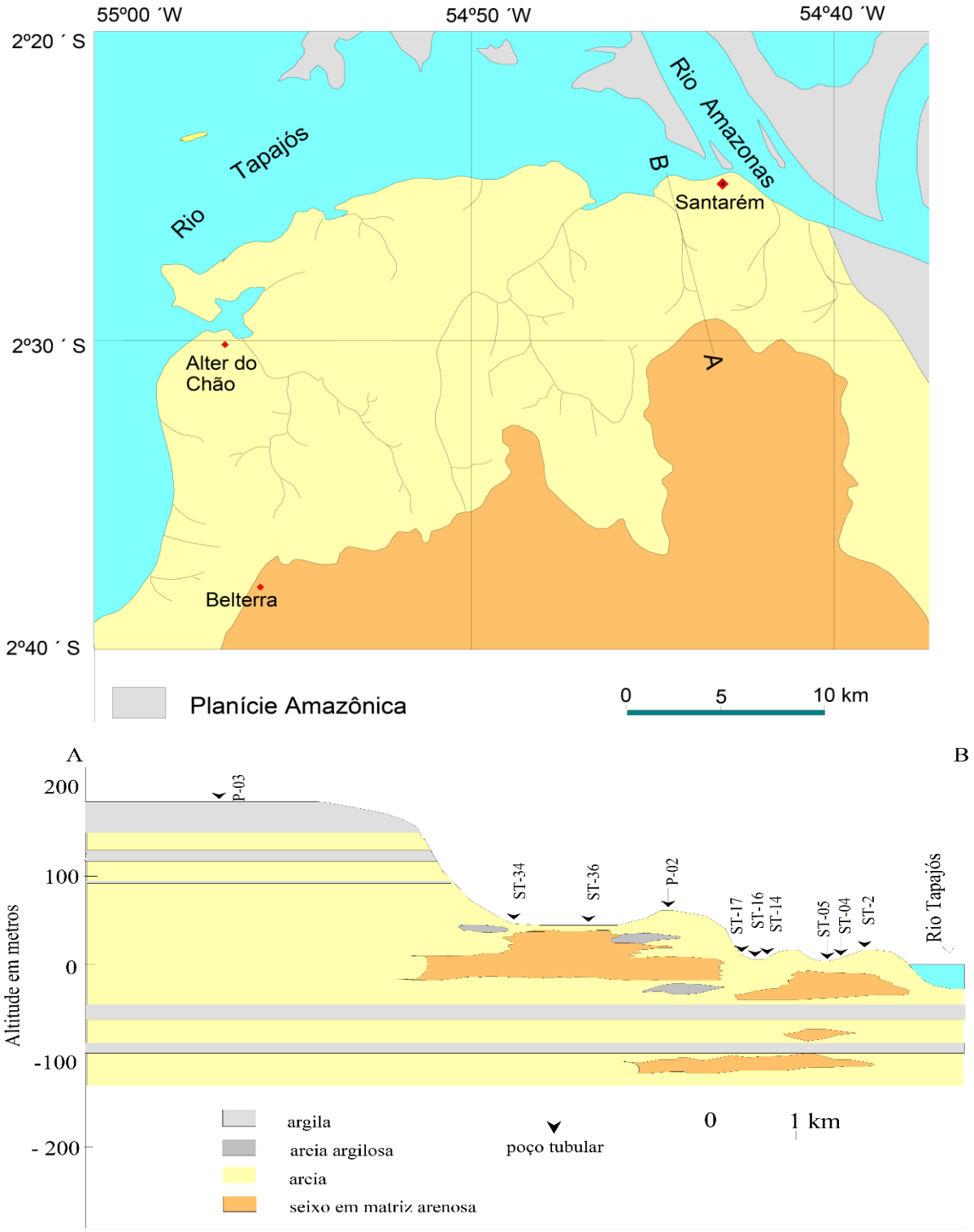


Figura 7.2-66. Mapa de Localização de Seção Geológica esquemática da Formação Álter do Chão na região de Santarém.
Fonte: Tancredi (1996, in CPRM, 2012).

Mendes A.C. *et al* (op.cit.) estudaram depósitos cretáceos da Formação Alter do Chão em barrancos do rio Amazonas em Óbidos, de cerca de 20 m de altura, e nestes reconheceram

depósitos siliciclásticos que compreendem sete litofácies: conglomerado maciço, arenitos com estratificação acanalada e tabular, pelito maciço, pelito deformado e pelito bioperturbado. As litofácies foram organizadas em duas associações: preenchimento de canal, formado por barras conglomeráticas, formas de leitos arenosos e barra de acreção lateral e depósitos externos ao canal, formados por dique marginal, canal de crevasse e planície de inundação.

Triássico- Jurássico

- Diabásio Penatecaua (fora da Área de Estudo)

O Diabásio Penatecaua ocorre como soleiras, diques e raros stocks que interceptam as formações sedimentares paleozoicas da Bacia do Amazonas. Na borda norte ocorrem principalmente enxames de diques orientados na direção NE-SW e N-S, cuja continuidade nos terrenos pré-cambrianos do Domínio Erepecuru-Trombetas é marcada por feixes retilíneos de anomalias magnéticas. Os diabasios são isótropos, cinza escuros a preto esverdeados, microgranulares a inequigranulares médios.

PALEOZÓICO

Grupo Tapajós

- Formação Nova Olinda (fora da Área de Estudo)

A Formação Nova Olinda ocorre ao norte da Área de Estudo, sendo constituída por sedimentos químicos e evaporíticos sobrejacentes à Formação Itaituba. Sua porção basal é formada por arenitos, folhelhos e siltitos, enquanto sua porção superior é essencialmente constituída por evaporitos (halita e anidrita) e lentes de calcário (Caputo *et al*. 1972, *in* CPRM, 2008). Seu ambiente de deposição é marinho, restrito hipersalino, associado com flúvio-lacustrino (Playford e Dino, 2000, *in* CPRM, 2008).

7.2.5.4. Caracterização Local

Conforme já apontado, localmente, a caracterização geológica da AE, foi baseada nos levantamentos bibliográficos realizados para a caracterização regional, bem como no reconhecimento geológico-geotécnico de campo, em dados e perfis de sondagens executadas em diversas campanhas de prospecção mineral da MRN e projeto engenharia do PNM.

Em linhas gerais, o PNM e respectivas estruturas estão alocadas sobre os arenitos da Formação Alter do Chão de idade cretáceo-terciária, recobertos por concreções lateríticas contendo bauxita nos topos dos platôs e por sedimentos quaternários ao longo dos igarapés e das planícies aluviais dos rios Nhamundá, Trombetas e Amazonas.

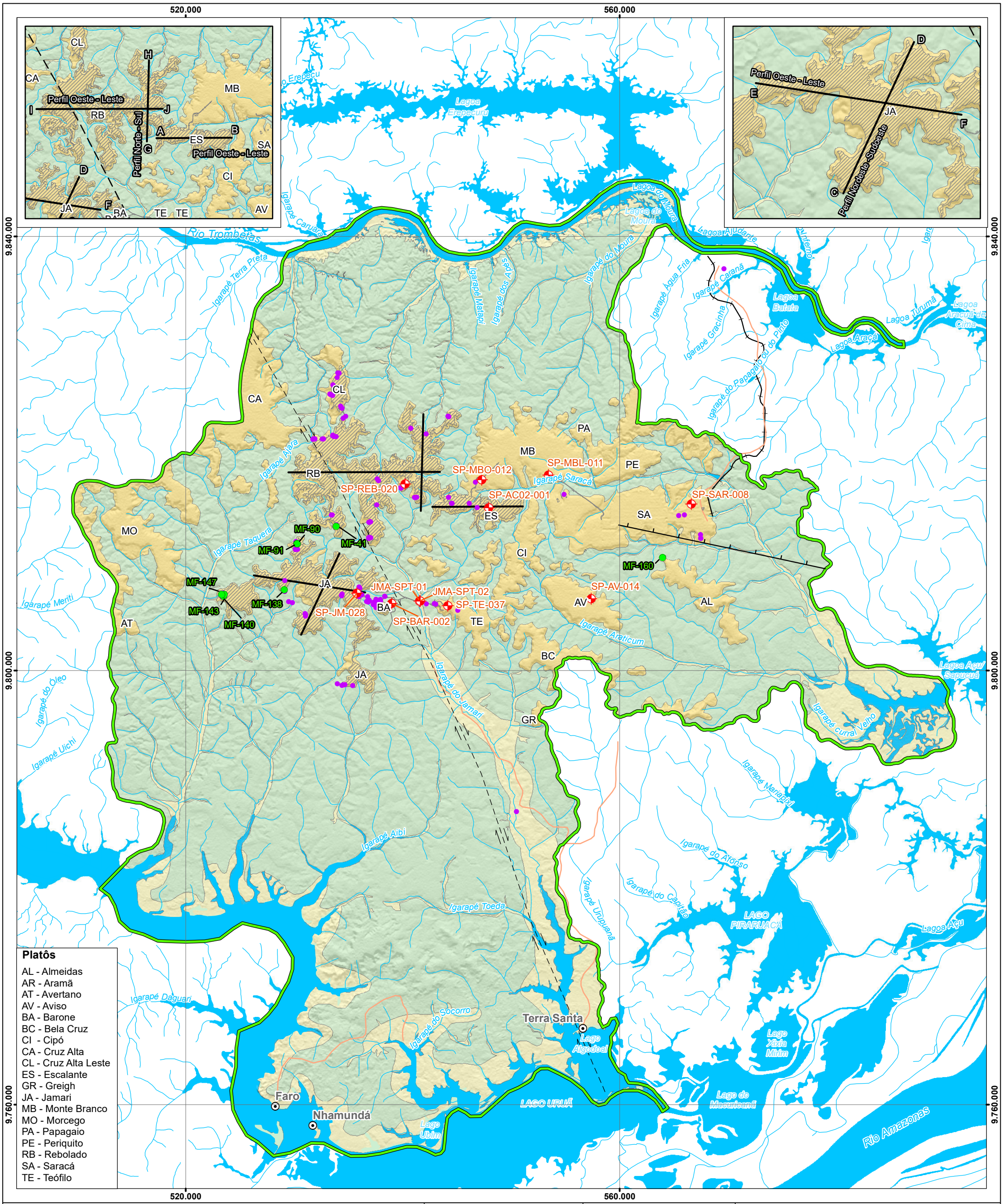
Desta forma, os descritivos subsequentes foram estruturados com intuito de compreender as principais unidades geológicas-geotécnicas e compartimentos dos terrenos relacionados ao PNM, a saber: (i) ‘Platôs e Encostas Associadas’; (ii) ‘Alter do Chão’; e (iii) ‘Aluviões’. A definição dessas unidades considerou as principais característica geológicas e comportamento geotécnico dos terrenos, bem como a forte correlação com as unidades geomorfológicas e paisagem da AE, notando ainda as dinâmicas e processos presentes, disponibilidade de dados e evidências verificadas em campo:

- A Cobertura Detrito Laterítica (E13lm) abrange as área dos platôs e encostas representam áreas com vasta investigação para exploração mineral e instalação de estruturas de apoio, sendo objetos de contínuo estudo pelo empreendedor e com modelos genéticos bem consolidados, permitindo o detalhamento dos materiais aos quais a rocha de interesse está inserida. As encostas apresentam exposições das camadas limoníticas e demais materiais retirados do topo dos platôs.
- A Formação Alter do Chão (K2E1ac) ocorre regionalmente refletindo em diferenças geomorfológicas marcantes nos terrenos, apresentam parâmetros de resistência e hidrogeológicos distintos dos encontrados nos materiais presentes no pacote estratigráfico investigado nos platôs.

- Os Aluviões (N4a) representam ambientes de grande importância ambiental e são as regiões onde há o predomínio de materiais inconsolidados, muitas vezes em constante estado de saturação, com nível d'água aflorante ou raso.

A **Figura 7.2-67** apresenta o mapeamento geológico local da AE, incluindo a delimitação da ADA do presente empreendimento.

FORMATO: A3



Platôs

AL - Almeidas
AR - Aramã
AT - Avertano
AV - Aviso
BA - Barone
BC - Bela Cruz
CI - Cipó
CA - Cruz Alta
CL - Cruz Alta Leste
ES - Escalante
GR - Greigh
JA - Jamari
MB - Monte Branco
MO - Morcego
PA - Papagaio
PE - Periquito
RB - Rebolado
SA - Saracá
TE - Teófilo

Referência Locacional
- Sede Municipal
- Limite Estadual

Hidrografia
- Curso d'água
- Massa d'água

Sistema de Transporte
- Rodoviário
- Ferroviário

Área de Estudo
- Meio Físico e Biótico
- ADA

Pontos de Campo
- Meio Físico
- Sondagem
- Geologia - Citados no EIA

Perfis Estratigráficos
- Indicação

Estruturas Geológicas
- Falha extensional (normal)
- Falha ou fratura
- Falha ou zona de cisalhamento
- Falha transcorrente dextral encoberta

Litologia

Quartenário - Holoceno
- Q2a - Depósitos Aluvionares

Terciário - Neógeno
- N1dl - Cobertura Detrito Laterítica

Mesozóico - Cretáceo
- K2E1ac - Formação Alter do Chão

REFERÊNCIAS

Fontes:
- IBGE, 2017.
- ARCADIS, 2021.
- SRTM, 2000.
- CPRM, 2013.

N

0 1,5 3 6 9 12 Km

Sistema de Coordenadas UTM SIRGAS2000 F21S

MACROLOCALIZAÇÃO

MRN Mineração Rio do Norte

ARCADIS

PROJETO:
EIA - PNM

MAPA:
Mapa Geológico da Área de Estudo

ELABORADO POR:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
ARCADIS S.A.	1:325.000	Única	13/09/2021

Figura 7.2-67. Mapa Geológico da Área de Estudo.

A) Platôs e Encostas Associadas

Boulangé, B. & Carvalho, A. (1997) estudaram o grande platô do Saracá que, a despeito de sua planura, apresentava em seu topo ondulações com altitudes variando de 175 m a 185 m, exibindo localmente pequenas depressões que atingiam mais do que 10 m de diâmetro e profundidades de 2 a 5 m.

Segundo estes estudos e considerando a similaridade dos platôs a serem explorados com o platô de Saracá, conclui-se por um perfil característico, cuja principal diferença reside na espessura da camada de bauxita, que, no caso de Saracá, exibia uma espessura média de 6 m, chegando a alcançar 10 m em alguns locais.

O perfil é bastante homogêneo e apresenta praticamente a mesma sequência de horizontes, que, do topo para a base, são os seguintes: camada caolinítica superior; camada de bauxita nodular, camada ferruginosa nodular, camada bauxítica e sedimento basal.

- Camada caolinítica superior (Argila Belterra)

É uma camada muito homogênea, amarela em superfície a amarela avermelhada em direção à base, sem qualquer estratificação aparente. Sua espessura varia de 8 a 10 m no topo dos platôs e de 5 a 10 m nas encostas. É constituída principalmente de caolinita (80%), gibbsita (10%) e quartzo (10%). As proporções de caolinita/gibsita possuem tendência a reverter em direção à base, com uma transição gradual para a camada de bauxita nodular. O ferro está presente em pequena quantidade como goethita na porção superior e uma quantidade mais expressiva como hematita na camada nodular. Na matriz caolinítica podem ser observados grãos de quartzo e pequenos nódulos aluminosos ou ferruginosos da seguinte forma:

  - pequenos grãos de quartzo (< 0,8 mm de diâmetro) que exibem forma angular e irregular. Os nódulos apresentam fissuras e cavidades de dissolução penetradas pela matriz argilosa ou algumas vezes preenchida com produto avermelhado hematítico. Este produto avermelhado preenche totalmente os interstícios dos grãos de quartzo, evidenciando serem formados antes da matriz. Algumas vezes, principalmente na porção inferior da camada, os grãos de quartzo são cobertos com gibbsita bem cristalizada;
  - pequenos nódulos aluminosos de forma arredondada (< 0,5 mm de diâmetro), constituídos por cristais de gibbsita que podem alcançar o tamanho do nódulo. Eles guardam traços locais de produto hematítico vermelho;
  - pequenos nódulos ferruginosos arredondados (< 0,5 mm de diâmetro), vermelhos argilomórficos, hematíticos ou goethíticos.

As características acima descritas tanto para o quartzo quanto para os nódulos indicam que eles não foram transportados. Pelo contrário, elas indicam serem originadas por uma transformação in situ de uma camada bauxítica preliminar. O processo incluiria perda de ferro com a mudança de hematita em goethita e dissolução da gibbsita. Parte da alumina se transforma em caolinita e o restante é transferido para a camada bauxítica.

- Camada bauxítica nodular (Bauxita Nodular)

Nesta camada, que varia em espessura de 1 a 3 m, os nódulos são pequenos (< 5 cm) e de forma irregular. São frequentemente coalescentes, formando algumas vezes verdadeiros blocos envolvidos em uma matriz argilosa vermelho amarelada. Os nódulos são heterogêneos e formados por pequenos cristais de gibbsita porcelânica, sendo cortados por uma rede de fraturas preenchidas com gibbsita sacaroide. Elas formam por anastomose grandes fragmentos de forma irregular, verticalmente alongados, envolvendo os núcleos ferruginosos arredondados que aumentam de diâmetro em direção à base.

- Camada ferruginosa nodular (Laterita Ferruginosa)

Esta camada apresenta em sua porção superior (30 cm), nódulos de cerca de 10 cm cimentados por uma dura matriz gibbsítica rósea. Na porção mediana (60 cm) eles são envolvidos por uma matriz argilomorfa amarela amarronzada e em sua porção inferior os nódulos ferruginosos são novamente cimentados por uma matriz gibbsitica formando uma verdadeira crosta. Os nódulos são violeta avermelhados, duros e de contornos irregulares, sem qualquer cobertura. Sob o microscópio eles se apresentam como um material muito poroso formado por uma matriz hematítica avermelhada. Os poros são preenchidos com gibbsita bem cristalizada, apresentando eventualmente pequenos grãos de quartzo reliquiares. Aparentemente os nódulos resultam da ferruginização de material muito quartzoso. O quartzo poderia ter sido submetido a uma forte dissolução seguida por uma acumulação de gibbsita nos espaços vazios.

- Camada bauxítica (Bauxita Maciça)

Esta camada, que varia em espessura de 1 a 6 m, é alumino-ferruginosa, compacta, maciça. Localmente é capeada por uma crosta muito ferruginosa com zonas ricas em alumina e zonas ricas em ferro. A porção inferior (5 m) dessa camada bauxítica, o principal nível minerado, é formada por uma bauxita porosa e friável. A camada de bauxita é cortada por grandes pacotes verticais contendo blocos residuais e fragmentos de bauxita e material argiloso vermelho amarelado. A bauxita apresenta diferentes graus de ferruginização com cores vermelhas pálidas a escuras. Sob o microscópio, essas bauxitas aparecem como sendo formadas somente por gibbsita sacaroide bem cristalizada. Para baixo, os cristais de gibbsita formam agregados de pouca porosidade. A transição para a camada subjacente é essencialmente gradual.

- Camada caolinítica inferior (Argila de Base)

Esta camada constitui um horizonte amarelado a amarronzado que apresenta nódulos reliquiares com gibbsita e hematita envolvidos em matriz argilosa. Os nódulos de bauxita reliquiar são constituídos por grandes cristais de gibbsita associados às vezes com quartzo. Os grãos de quartzo são fraturados e mostram contornos irregulares marcados por feições de dissolução. As fraturas são cobertas por gibbsita bem cristalizada. Estes grãos de quartzo com gibbsita parecem ser também residuais na matriz argilosa.

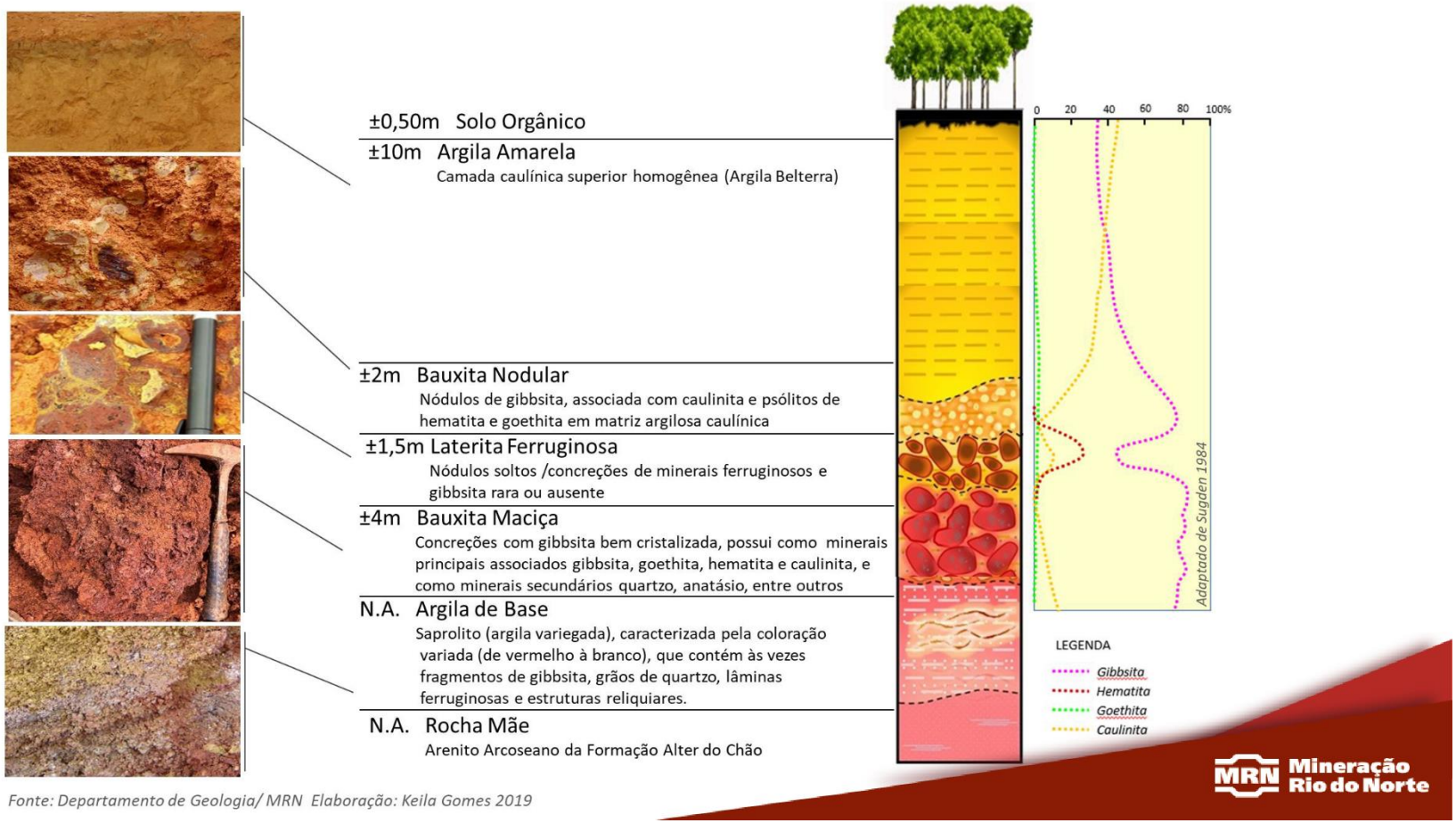
- Sedimento basal (Rocha Mãe)

A camada mais profunda destes perfis apresenta um sedimento quartzo-argiloso estratificado. O quartzo, disposto em camadas milimétricas, apresenta feições de dissolução penetradas por material argiloso. É aventada a hipótese da existência de descontinuidades litológicas no

sedimento basal. Isso poderia ser a fonte de variações encontradas em diferentes fácies. Outro ponto diz respeito à presença no sedimento basal de camadas de quartzo com uma alta concentração de metais pesados, contendo titânio e zircônio.

A **Figura 7.2-68** exibe o perfil típico de cobertura dos platôs, a **Tabela 7.2-1** lista a porcentagem dos minerais presentes nos perfis dos diferentes platôs, enquanto a **Figura 7.2-69** mostra fotos de testemunhos de sondagens, identificando os diversos horizontes do perfil.

Perfil Laterítico Típico e a Distribuição dos Principais Minerais



Fonte: Departamento de Geologia/ MRN Elaboração: Keila Gomes 2019

Figura 7.2-68. Perfil Laterítico Típico e Distribuição dos Principais Minerais.

Fonte: MRN (2019).

Figura 7.2-69. Fotos de testemunhos de sondagem.
Fonte: MRN (2019).

A **Tabela 7.2-1** apresenta a caracterização mineralógica dos horizontes de Bauxita Maciça para os diferentes platôs investigados pela MRN (2019), os quais fazem parte parcialmente ou integralmente da AE. Do objeto do PNM, constam os dados referente aos platôs Rebolado, Jamari e Escalante.

A Gibbsita representa uma das formas minerais do hidróxido de alumínio ($Al(OH)_3$), mineral de maior proporção entre os demais constituintes das bauxitas analisadas. O conteúdo de Gibbsita nas bauxitas determina os teores de alumínio, sua viabilidade ou não para a explotação. Dentre os Platôs do PNM **(Tabela 7.2-1)**, a maior porcentagem de Gibbisita ocorre no platô Jamari (71%) e a menor no platô Escalante (62%).

O conteúdo de Caulinita, argilo-mineral de alumínio hidratado ($Al2O_3$ $.2SiO_2$ $.2H_2O$), de cor branca, representa a segunda maior porcentagem de minerais identificados. Sua formação resulta da alta intensidade intempérica nas rochas da região o que é evidenciado pelas camadas de Argila Belterra presentes nos topos dos Platôs.

A Hematita (Fe_2O_3) corresponde ao terceiro mineral mais abundante das amostras, corresponde a um mineral de ferro e seu maior conteúdo determina a coloração vermelha das bauxitas. Os demais minerais (Quartzo, Anatásio, Rutilo e Goethita) ocorrem como minerais acessórios, em proporções menores do que 2%. Com exceção ao conteúdo de Goethita no platô Escalante que apresenta 6% desse mineral na amostragem realizada.

Tabela 7.2-1. Porcentagens de minerais presentes nos perfis de diversos platôs.

Platô	Gibbsita	Caulinita	Quartzo	Anatásio	Rutilo	Hematita	Goethita
Rebolado	65	24	1	1	1	7	1
Monte Branco	67	18	1	1	0	11	2
Jamari	71	17	1	1	0	8	1
Cipó	67	24	1	1	0	4	2
Aramã	70	20	1	1	0	8	1
Teófilo	70	17	1	1	0	9	2
Bela Cruz	72	15	0	1	0	11	1
Escalante	62	19	1	1	1	11	6
Greigh	64	22	1	1	0	11	1
Cruz Alta	77	13	1	1	0	8	1

Fonte: MRN (2019).

No que tange aos platôs objeto de licenciamento do presente estudo ambiental, foram produzidos perfis geológicos com base nos resultados de sondagens executadas para fins de prospecção mineral disponibilizados pela MRN. Cabe informar que as referidas sondagens se referem apenas aos platôs: Escalante, Rebolado e Jamari.

Os perfis litológicos dos platôs Escalante, Rebolado e Jamari **(Figura 7.2-71** a **Figura 7.2-75)** foram elaborados a partir utilizando-se o software Earth Volumetric Studio (EVS), versão 2019.9.0. Os dados de entrada utilizados foram compostos por malhas regulares de sondagens com espaçamento de 200x200 m, as quais apresentam profundidades variáveis, situando-se em média à profundidade de 12 m, uma vez que a finalidade das sondagens é caracterização dos materiais de interesse para a mineração.

Desta forma, as sondagens disponibilizadas, a princípio, caracterizam apenas as camadas mais superficiais dos citados platôs. De forma a complementar os perfis em profundidade, foram neles projetados os perfis de poços tubulares profundos existentes na região identificados por meio de consulta ao SIAGAS (CPRM, 2019).

Para a elaboração dos perfis utilizou-se o método Inverso da Potência das Distâncias. O **Quadro 7.2-27** abaixo resume os dados de entrada aplicados para a elaboração dos perfis. A localização dos perfis geológicos locais (platôs Rebolado e Escalante e Jamari) é apresentada na **Figura 7.2-70**. É de interesse para as atividades minerárias o material correspondente a Bauxita, camada esta apresentada na legenda de cada perfil.

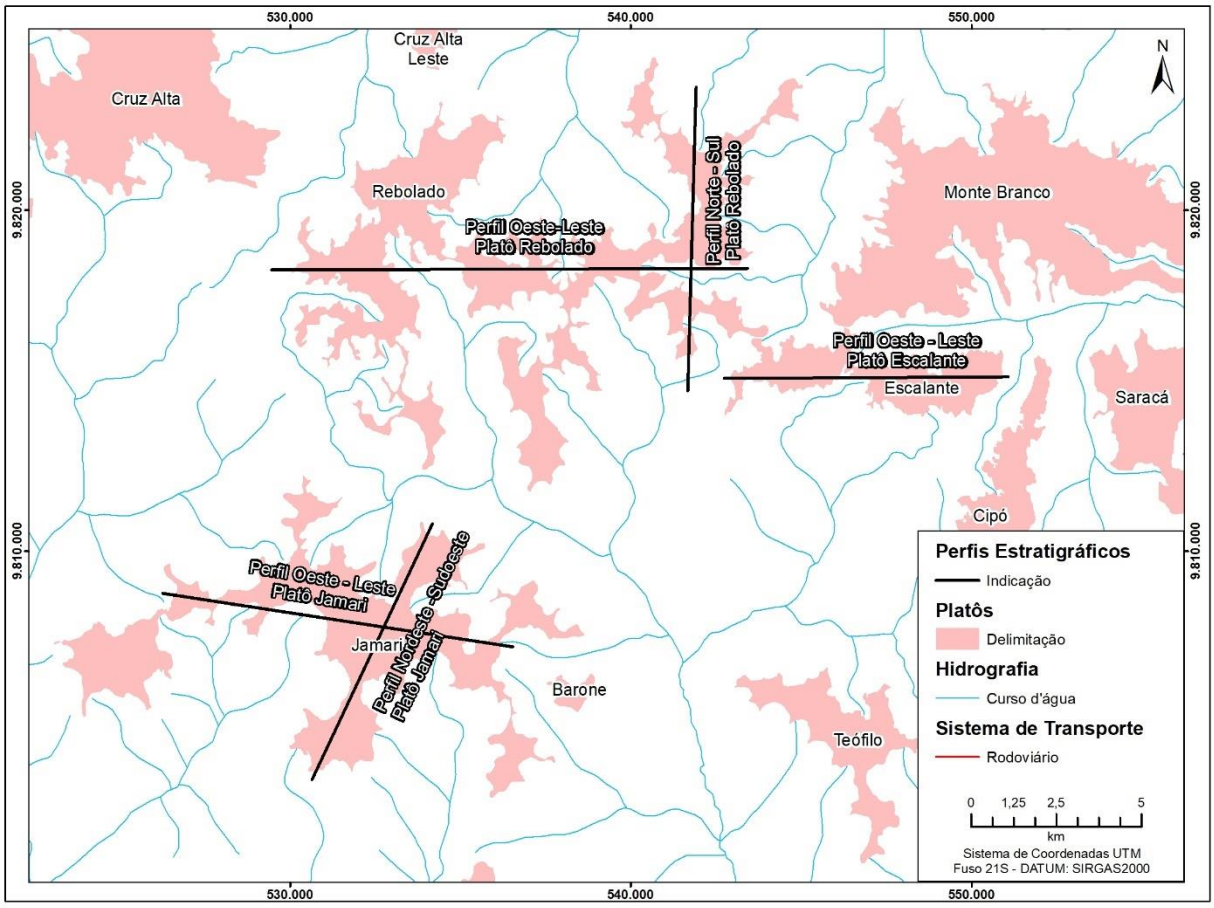


Figura 7.2-70. Localização dos Perfis Geológicos Locais.

Quadro 7.2-24. Dados de entrada para elaboração dos perfis geológicos.

Platô	Número de Sondagens	Número de camadas interpoladas	Método de Estimativa (Krigagem)	Exagero Vertical do Perfil
Escalante	150	1866	Inverso da Potência das Distâncias	30
Jamari	809	11226	Inverso da Potência das Distâncias	50
Rebolado	158	1867	Inverso da Potência das Distâncias	50

Fonte: MRN (2019).

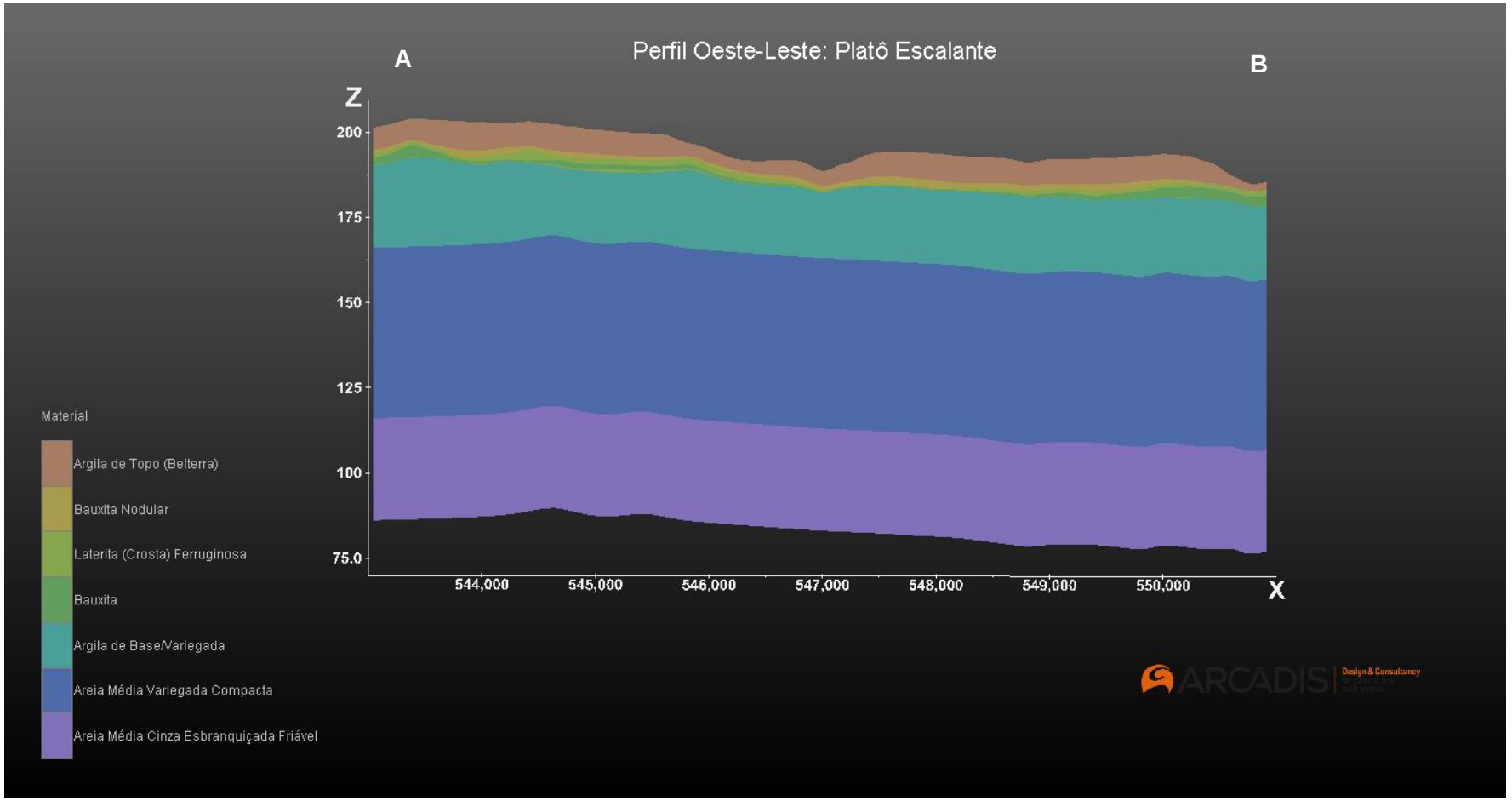


Figura 7.2-71. Perfil Oeste-Leste do Platô Escalante. Exagero Vertical: 30x.

Fonte: MRN (2019). Elaboração Arcadis (2019).

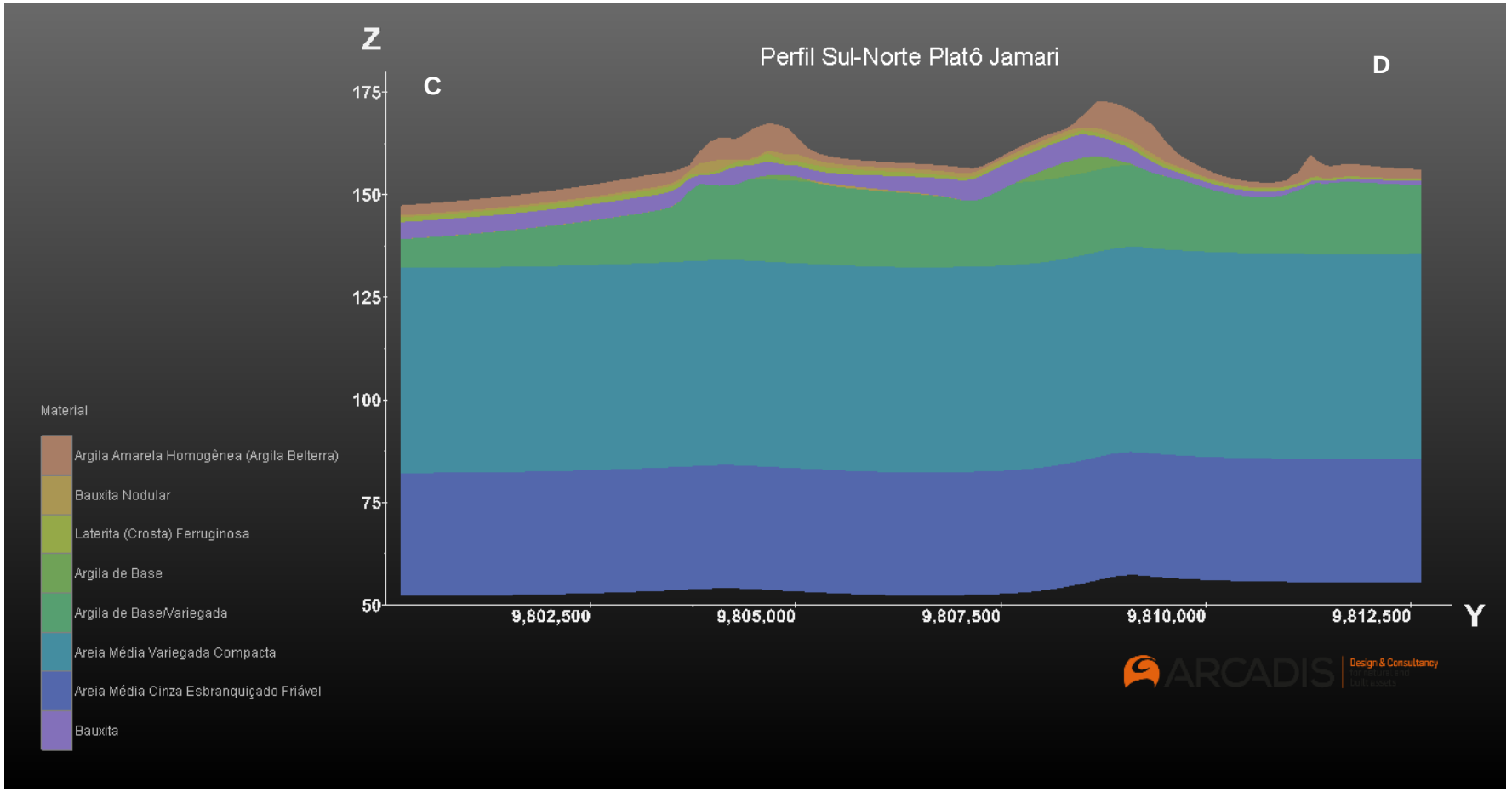


Figura 7.2-72. Perfil Nordeste - Sudoeste do Platô Jamari. Exagero Vertical: 50x.

Fonte: MRN (2019). Elaboração Arcadis (2019).

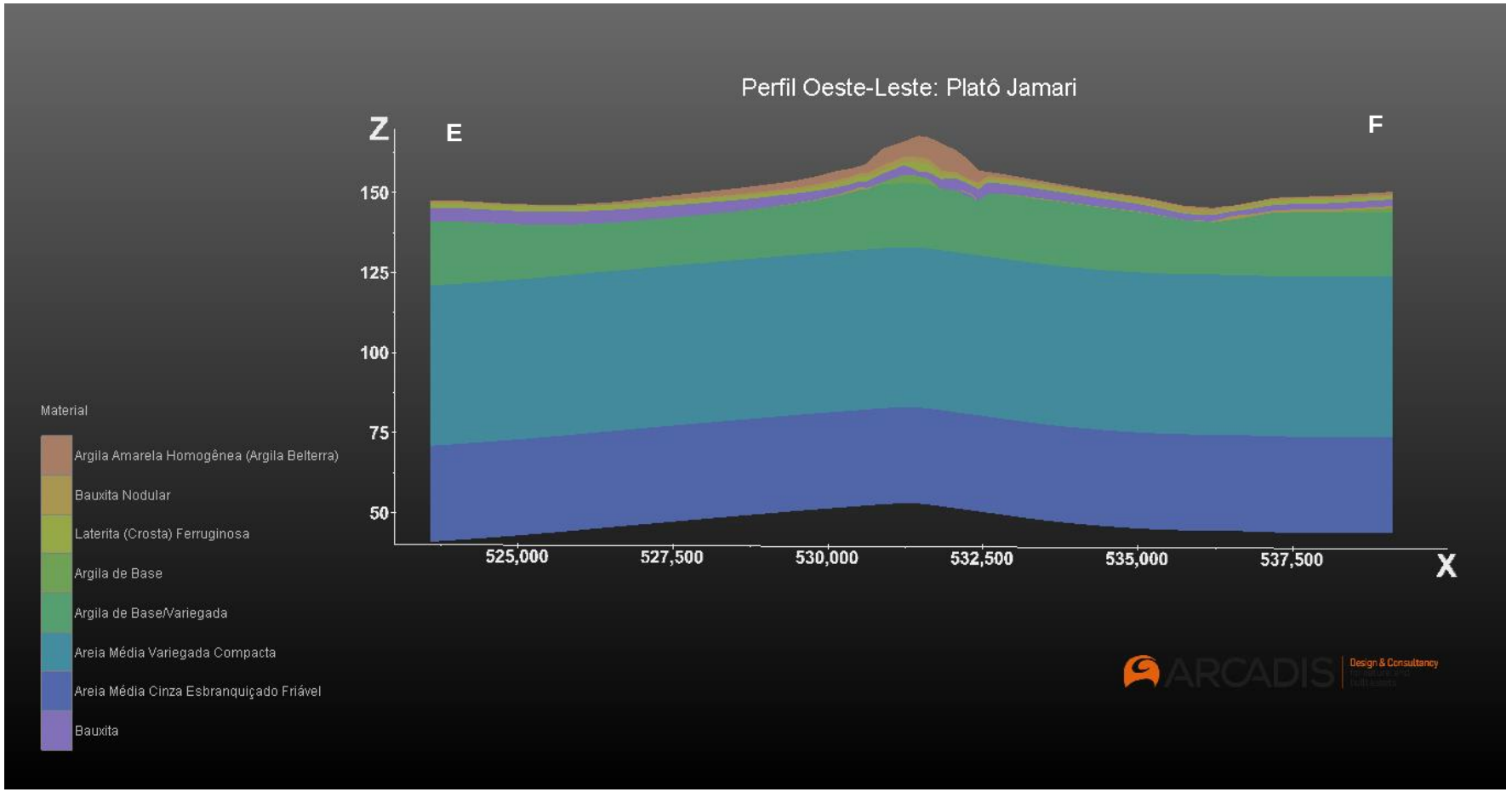


Figura 7.2-73. Perfil Oeste-Leste do Platô Jamari. Exagero Vertical: 50x.

Fonte: MRN (2019). Elaboração Arcadis (2019).

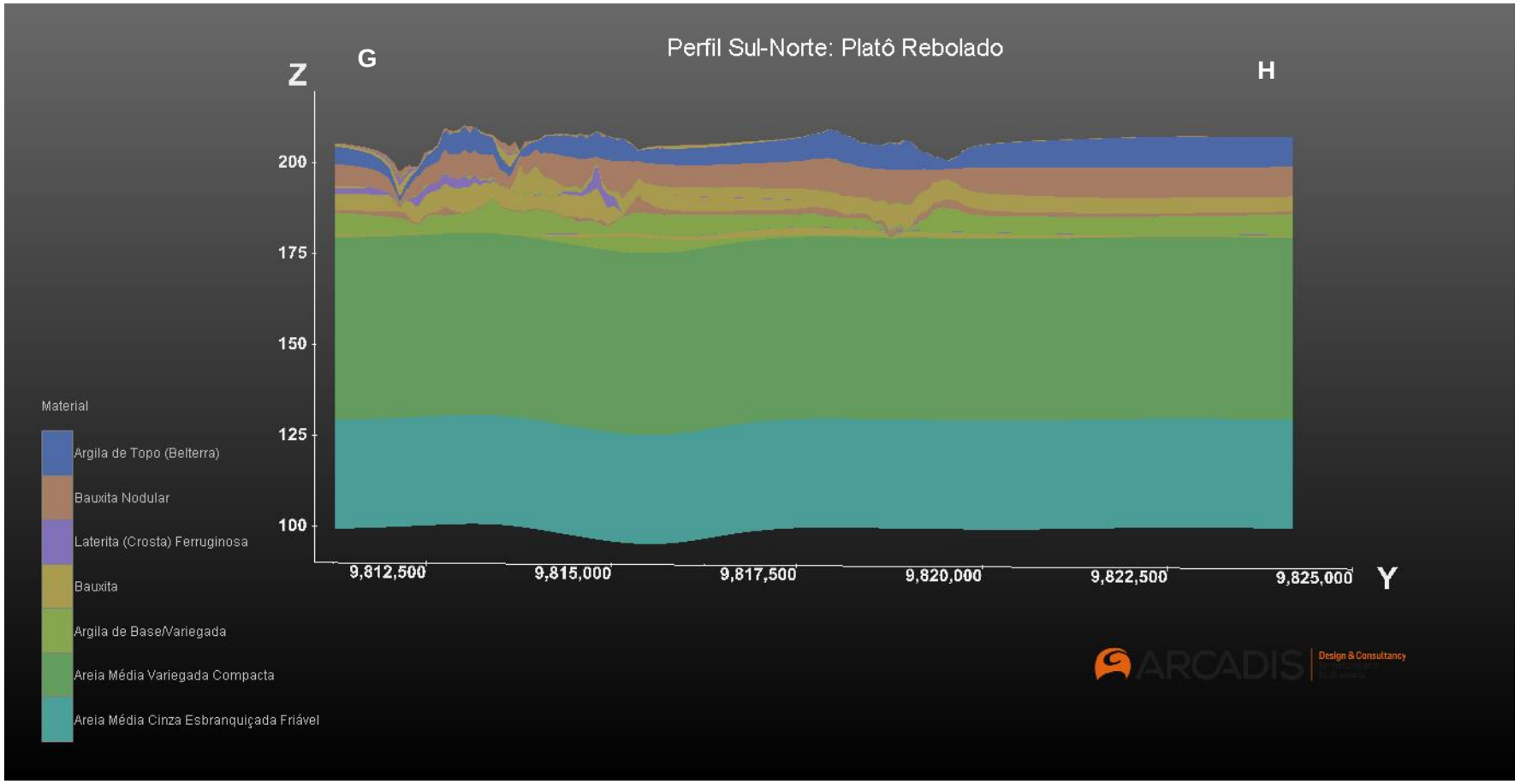


Figura 7.2-74. Perfil Norte - Sul do Platô Rebolado. Exagero Vertical: 50x.

Fonte: MRN (2019). Elaboração Arcadis (2019).

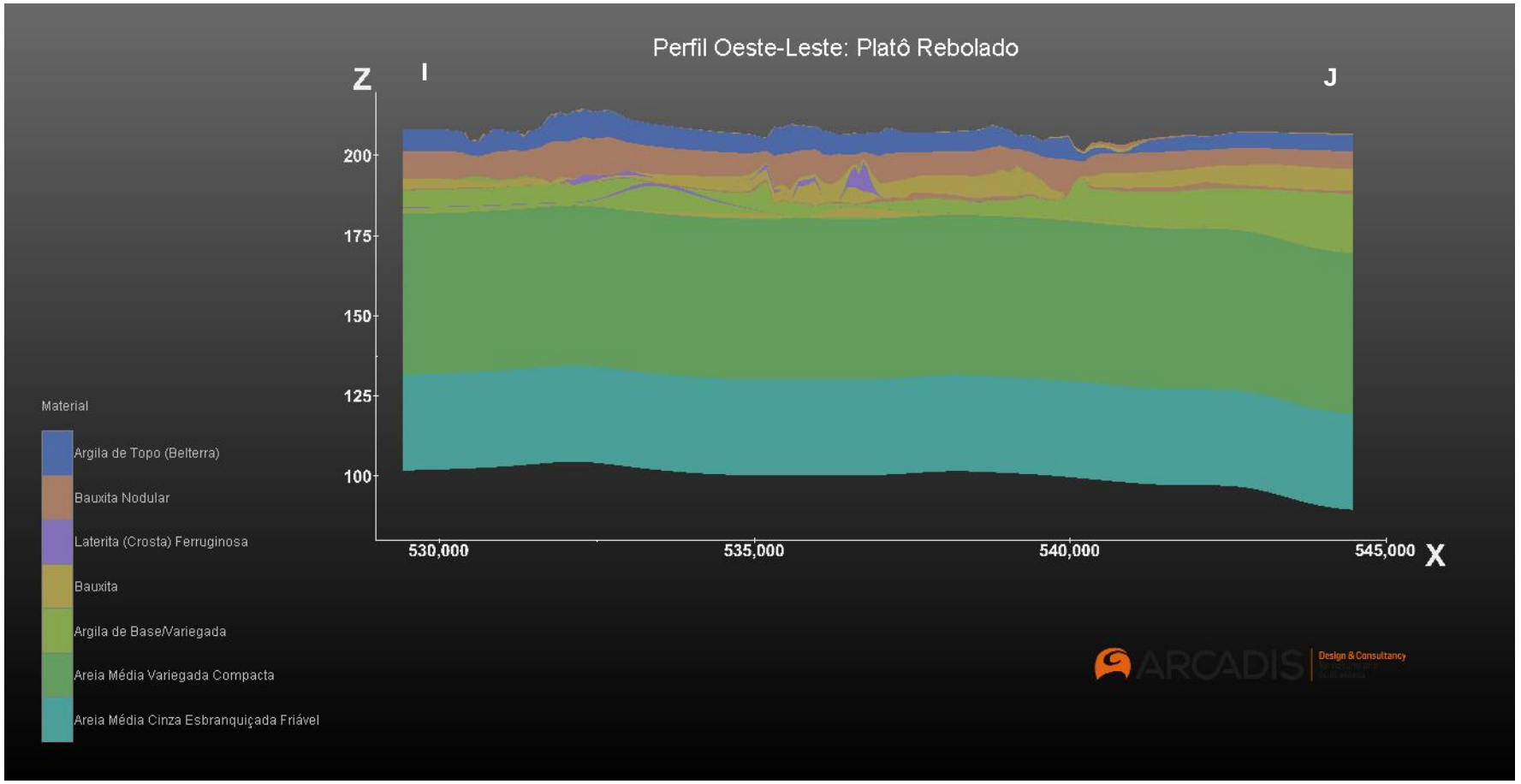


Figura 7.2-75. Perfil Oeste-Leste do Platô Rebolado. Exagero Vertical: 50x.

Fonte: MRN (2019). Elaboração Arcadis (2019).

A escala vertical dos perfis permite a visualização, mas dificulta a mensuração das camadas de dimensão métrica dos horizontes identificados na pesquisa mineral. De forma a facilitar a leitura, é abaixo descrito um perfil típico dos platôs pesquisados **(Figura 7.2-76)**, onde consta a espessura média das camadas identificadas.

Assim, os platôs Jamari, Rebolado, Escalante e Cruz Alta Leste fazem parte de um típico perfil bauxítico laterítico, que, geralmente, apresenta os seguintes horizontes da base para o topo: argila variegada, bauxita, laterita (crosta ferruginosa) e bauxita nodular. O perfil bauxítico laterítico é coberto por uma argila de topo, material caulinítico, conhecido como Argila de Belterra (MRN, 2019).

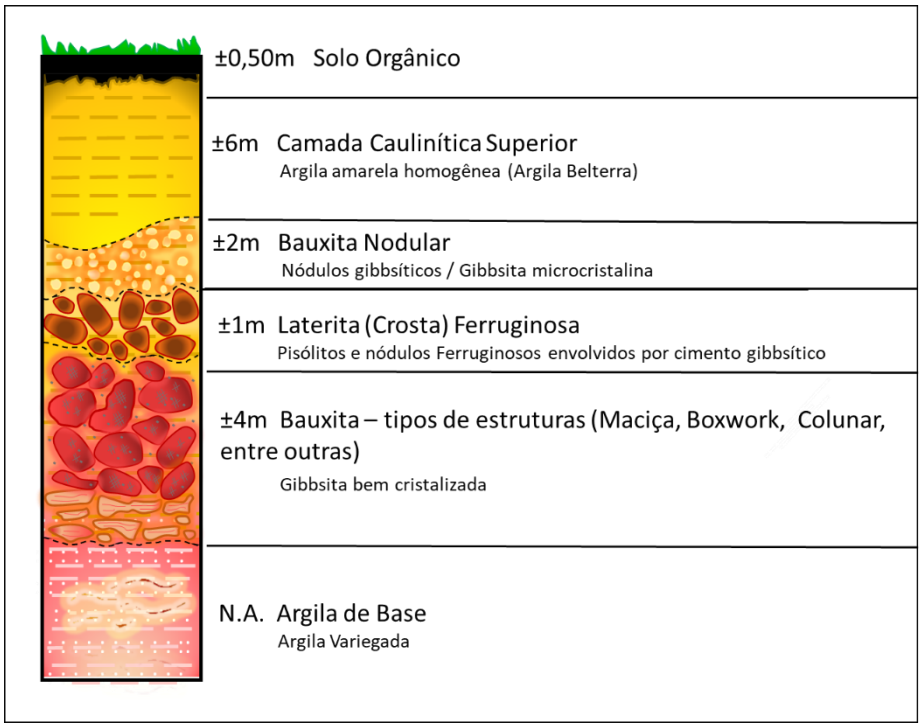


Figura 7.2-76. Perfil bauxítico típico dos platôs Jamari, Rebolado, Escalante e Cruz Alta Leste.
Fonte: MRN (2019).

Os perfis dos platôs Escalante e Jamari exibem uma sucessão de camadas homogêneas que acompanham a topografia de superfície onde fica ressaltada a variação em espessura da camada da argila de Belterra, esta sendo mais espessa nas porções centrais e interiores dos platôs e adelgaçando-se em suas bordas. As depressões topográficas nestes perfis, acompanhadas por equivalentes perturbações em subsuperfície das camadas, correspondem possivelmente a basculamentos provocados por falhamentos.

O condicionamento estrutural das camadas nos perfis do platô Rebolado é evidente, as descontinuidades se repetindo ao longo do perfil, sugerindo falhas escalonadas de alto ângulo, havendo uma perturbação e descontinuidade lateral da camada de laterita, que se rompe e se adelgaça segundo estas estruturas, bem como evidencia a perturbação deste horizonte por dobramentos.

De forma complementar e não exaustiva, foram selecionas e verificadas algumas sondagens a percussão realizadas pela MRN no âmbito do Projeto de Engenharia para os platôs de interesse ao PNM, a saber: Aviso (sondagem - **SP-AV-014)**, Saracá (sondagem - **SP-SAR-008)**, Monte Branco (sondagem - **SP-MBO-012** e **SP-MBL-011**), Escalante (sondagem - **SP-AC2-001**), Rebolado - sondagem **SP-REB-020**), Barone (sondagem - **SP-BAR-002**), Teófilo (sondagem - **SP-TE-037**), Jamari (sondagem - **SP-JM-028**), as quais são apresentadas no **Anexo XXXVII**. A localização destas sondagens pode ser aferida na **Figura 7.2-67.**

Neste sentido, cabe clarificar que estas sondagens indicam e corroboram, grosso modo, com o Perfil Laterítico Típico amplamente utilizado como referência pela MRN e constantes em dados secundários considerados neste estudo ambiental, a exemplo de Boulangé, B. & Carvalho, A. (1997).

No que tange as bordas dos platôs deve-se destacar que, em certa medida, são feições críticas em termos de instabilidades em geral devido, entre outros fatores, as altas declividades, por vezes abruptas na interface borda – encostas, à própria compartimentação do maciço por descontinuidades (falhas e fraturas) ligadas à neotectônica, presença de aquíferos suspensos próximos as bordas dos platôs.

Assim, vale a referência aos estudos desenvolvidos pela Frasa Engenheiros Consultores realizados para a MRN em 07/2019, intitulado ‘Estabelecimento do Limite de Exploração na Borda do Platô Bela Cruz’ (**Anexo XXXVIII**) Este faz considerações sobre a estabilidade natural dos taludes marginais deste platô utilizando critérios geológicos e geomorfológicos. Com o apoio de imagens aéreas de Georadar e infravermelhos e de levantamentos de campo com o uso da tecnologia GPR (*Ground Penetrating Radar*), possibilitou identificar e mensurar descontinuidades litológicas e estruturais em terrenos irregulares até a profundidade de 30 metros, estabeleceu as condições geotécnicas no entorno dos platôs em seus setores mais desfavoráveis.

A partir de feições características que indicam possibilidades de deslizamentos e instabilidades de encosta utilizados usualmente em geologia de engenharia (fendas, depressões, taludes com infiltração de água, taludes com blocos rochosos desprendidos, ausência de vegetação, inclinação de árvores etc.) a empresa estabeleceu uma hierarquia de graus de risco de instabilidade geotécnica, definindo os setores de encosta mais críticas para levantamento detalhado (seções topográficas e GPR).

No referido estudo foram identificadas cinco morfologias suscetíveis de apresentar instabilidades, as quais potencialmente podem ocorrer nos demais platôs da AE e ADA.

A seguir são descritas as morfologias citadas no estudo de referência:

- Morfologia em colher ou funil

Caracterizada por ressalto topográfico, indicativo de afloramento de bauxita (mais resistente à erosão), abaixo da qual ocorrem blocos de bauxita, assinalando o início da morfologia em funil. Acima da anomalia, as linhas de contorno têm curvaturas côncavas, coincidindo com perdas de material, compatível com padrões de erosão remontante, enquanto abaixo desta morfologia de colher as linhas de contorno têm direções divergentes **(Figura 7.2-77)**.

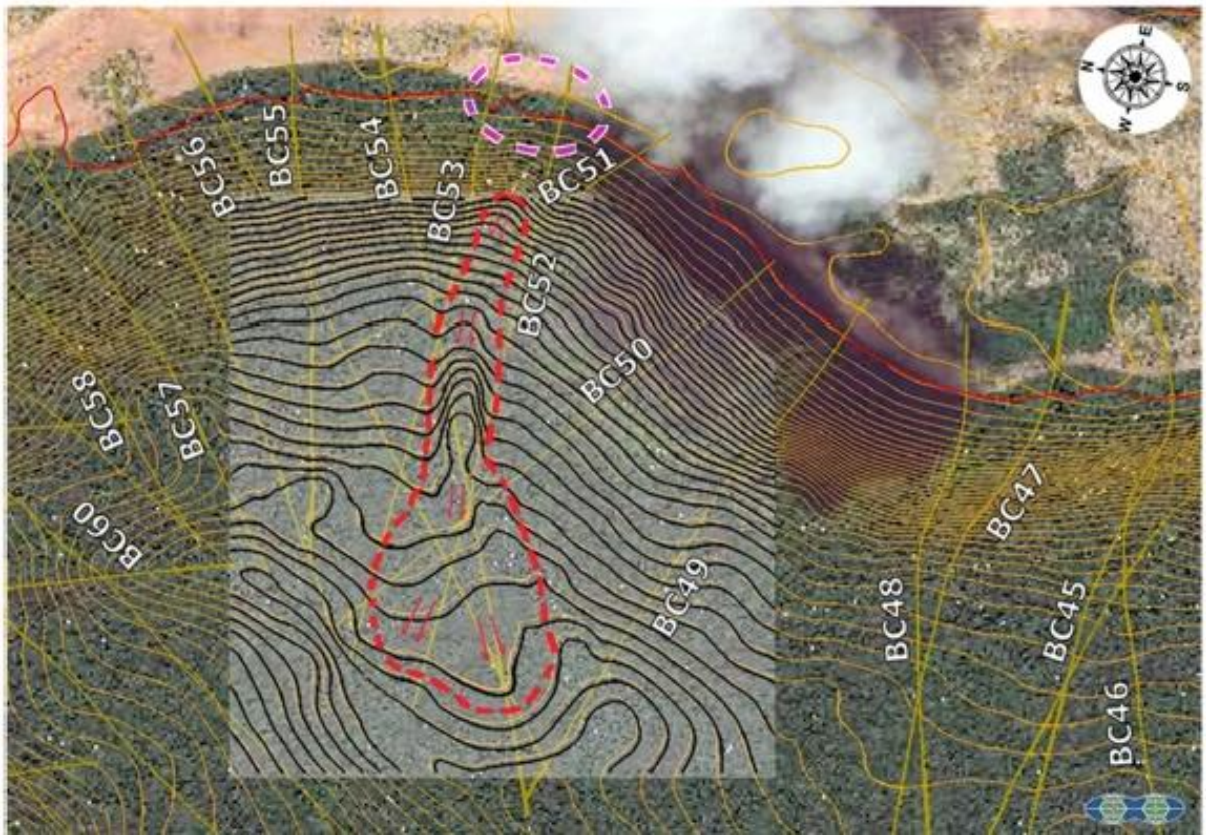


Figura 7.2-77. Morfologia de colher, a montante da qual indica-se área sensível a instabilidades.

Fonte: Frasa Engenheiros Consultores (2019).

- Bancos topográficos isolados nas encostas

Caracterizam-se por áreas de “baia”, zonas menos resistentes onde tem havido maior erosão, podendo indicar uma escarpa em cabeça, originada pela maior competência das camadas bauxíticas e erosão das camadas subjacentes, indicando possível instabilidade **(Figura 7.2-78)**.

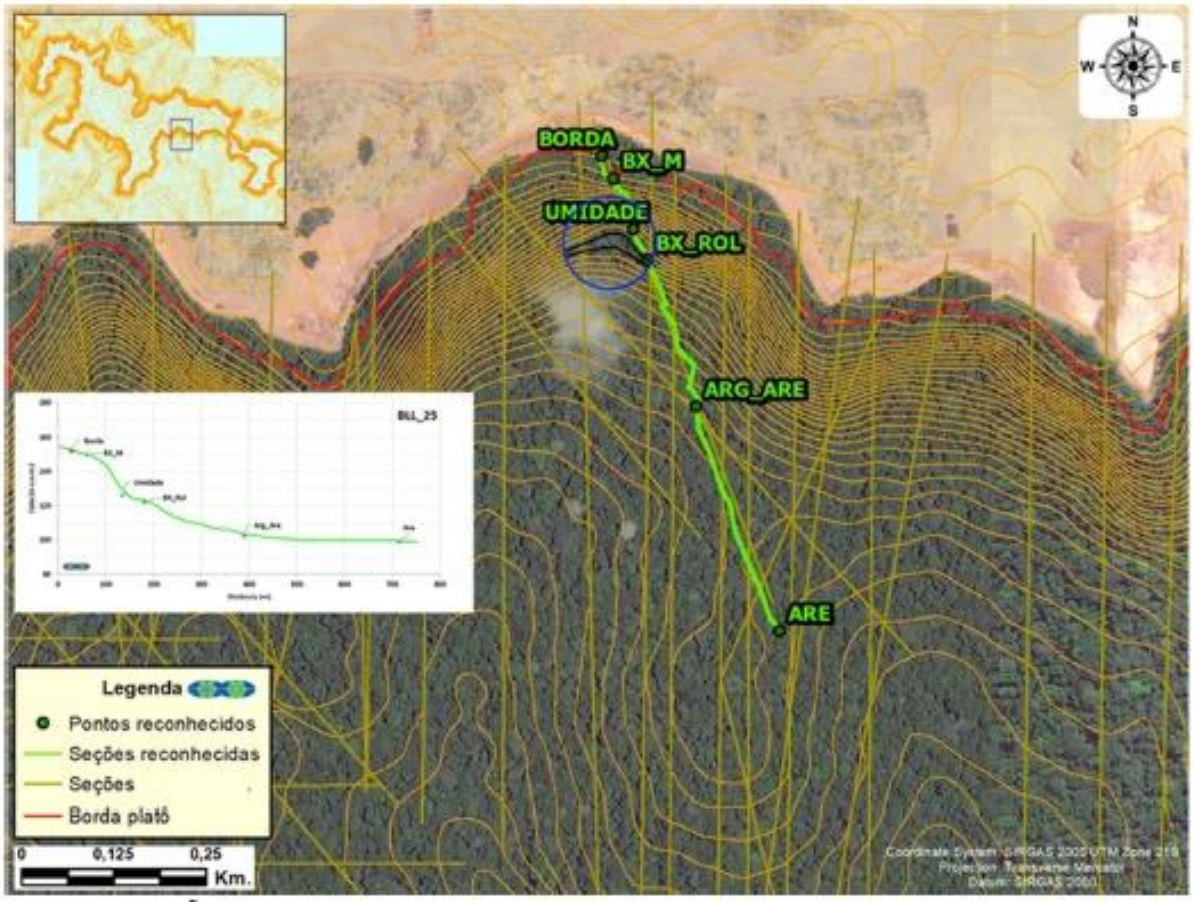


Figura 7.2-78. Morfologia de bancos isolados nas encostas.
Fonte: Frasa Engenheiros Consultores (2019).

- Nascentes alinhadas

Caracterizam-se pela ocorrência de morfologias anômalas relacionadas a possíveis descontinuidades estruturais através das quais pode ocorrer a circulação preferencial de águas subterrâneas **(Figura 7.2-79)**.

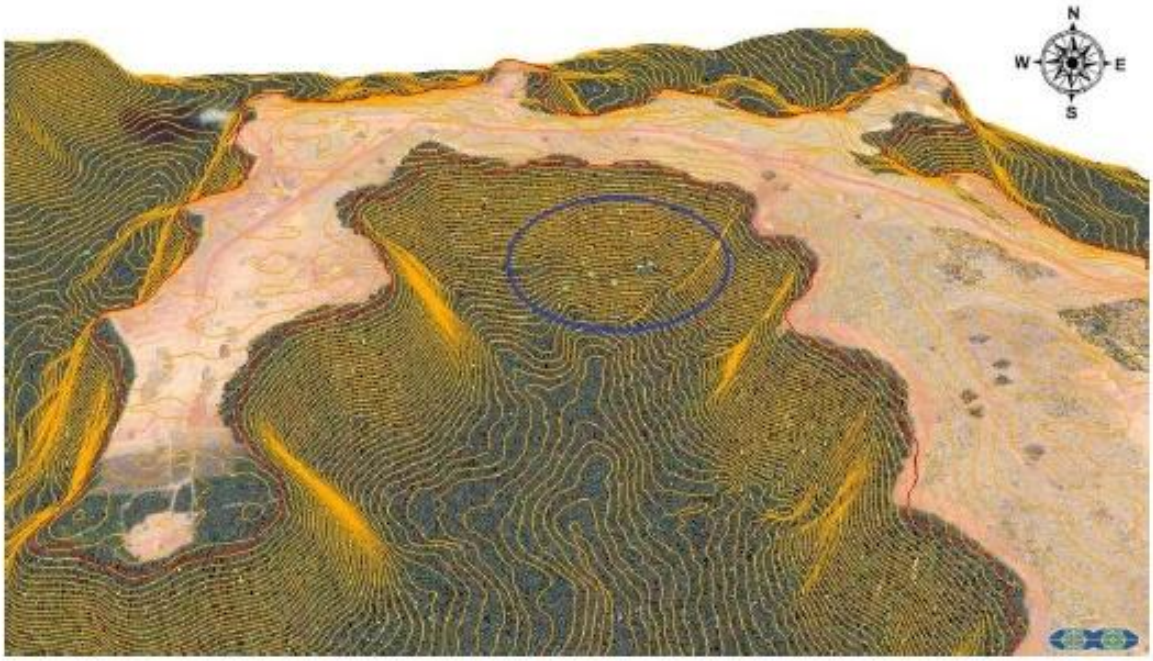


Figura 7.2-79. Nascentes alinhadas.
Fonte: Frasa Engenheiros Consultores (2019).

- Terraços sopé

Morfologias que podem corresponder a depósitos finos de cones de dejeção originados por deslizamentos antigos. A análise da topografia permite identificar terraços nas encostas do platô situadas entre zonas topograficamente deprimidas, correspondentes à erosão remontante dos igarapés **(Figura 7.2-80)**.

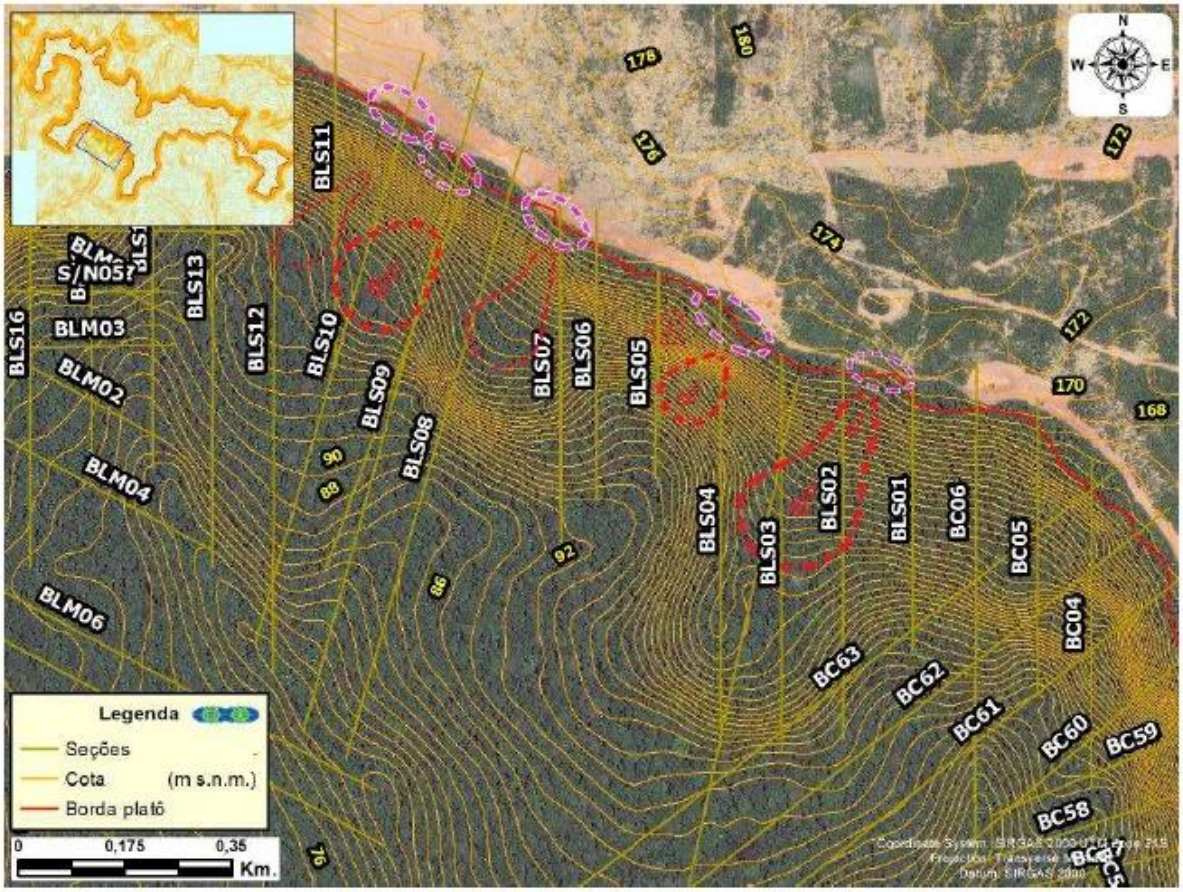


Figura 7.2-80. Terraços sopé – As linhas rosas indicam áreas suscetíveis a instabilidades.

Fonte: Frasa Engenheiros Consultores (2019).

- Erosão remontante

Caracteriza-se por anfiteatro de drenagem que se desenvolve preferencialmente ao longo de descontinuidades estruturais.

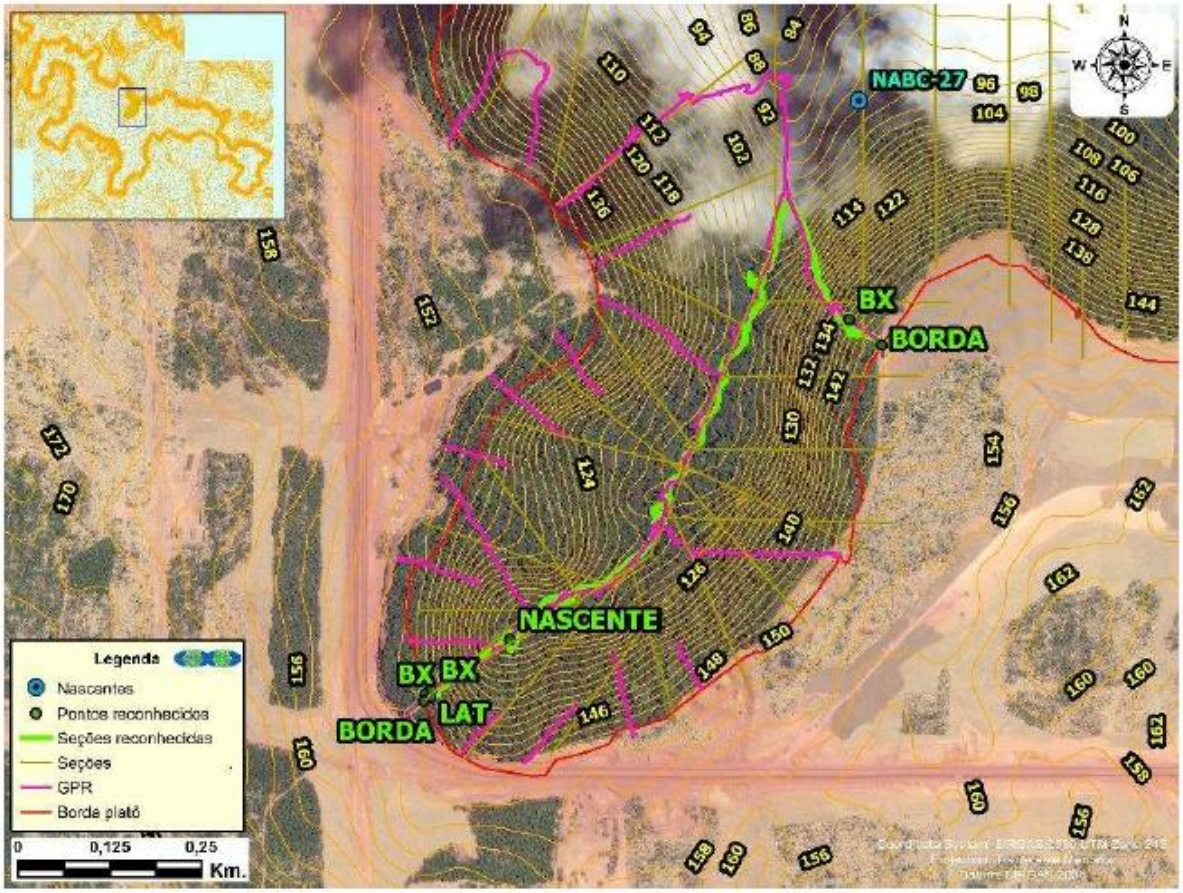


Figura 7.2-81. Erosão remontante, exibindo reconhecimentos (linha verde) e levantamentos GPR (linha vermelha).
Fonte: Frasa Engenheiros Consultores (2019).

Cabe informar, quando necessário, estudos análogos poderão ser desenvolvidos pelo empreendedor na etapa da operação do PNM visando sobretudo a segurando operacional do mesmo. Conforme já salientado anteriormente, a capacidade de suporte dos terrenos, bem como a descrição pormenorizada dos processos de dinâmica superficial e eventuais riscos geotécnicos solicitados no item 5.1.4.A do TR do emitido pelo IBAMA é apresentado no **item 7.2.8** deste estudo ambiental.

No âmbito do presente estudo ambiental, o reconhecimento geológico de campo executado nas encostas dos platôs, tendo como critério de seções as declividades mais elevadas das encostas, mostrou a inexistência de afloramentos rochosos expressivos, que se restringem eventualmente aos leitos dos igarapés, mas que se fazem denotar pelo leito arenoso das drenagens, conforme descrições abaixo apresentadas.

Ao longo das encostas dos platôs são encontradas camadas detrito-lateríticas de natureza coluvionar representadas por cangas lateríticas mal selecionadas como pedregulhos e blocos em matriz predominantemente argilosa, por vezes arenosa, expostas normalmente em perfis delgados (máximo de 1,0 m de altura) nos locais de queda de árvores.

Em algumas vertentes são verificados níveis preferenciais de ocorrência de blocos e matacões de canga limonítica em determinadas faixas de curva de nível abaixo das bordas dos platôs.

Esses materiais apresentam elevada dureza e com isso resistência à processos intempéricos. Esses níveis de maior resistência são responsáveis pela inflexão da superfície do terreno, levando a rupturas da encosta para maiores graus de declividade conforme abordado no item **7.2.6 - Geomorfologia** do presente diagnóstico.

Esses materiais detrito-lateríticos **(Figura 7.2-82** a **Figura 7.2-91)** apresentam teores distintos de composição limonítica em sua matriz juntamente com diferentes texturas, relacionadas a gênese desses frente aos processos pedogenéticos e de laterização ao longo do substrato da rocha mãe. As composições com maiores teores de ferro e matriz silicificada refletem em maior grau de resistência desses materiais frente aos processos intempéricos e erosivos.

Ao longo das vertentes, observa-se que os materiais detrito-lateríticos podem ocorrer in situ, correspondendo a materiais eluvionares, ou terem sofrido processo de transporte gravitacional até as porções mais baixas do terreno, ou mesmo terem sido barrados por camadas rochosas mais resistentes ou pela vegetação durante seu transporte ao longo da vertente.

Os diferentes tipos de vegetação presentes nas encostas exercem papel de extrema importância na estabilidade das vertentes, tendo-se observado em campo que a vasta densidade de raízes é capaz de reter blocos e matacões. Além disso, a grande quantidade de serrapilheira promove elevada proteção do solo em relação ao escoamento superficial, juntamente com as copas das árvores, onde suas folhagens desaceleram as gotas de águas pluviais, levando ao decréscimo da energia das gotas ao atingirem a superfície do terreno. Desse modo, o sistema florestal é o principal agente de estabilização das vertentes, refletido na baixa taxa de erosão e consequente perda de solos.

Figura 7.2-82. Bloco de canga limonítica muito coesa com textura sacaroidal (Ponto MF-41. Coord. UTM X: 533884; Y: 9813287).

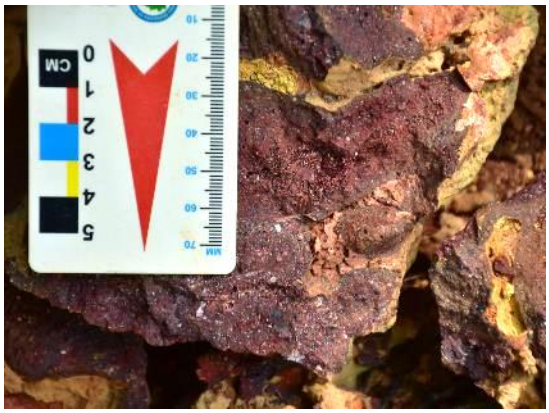


Figura 7.2-83. Amostra de canga limonítica com estruturas de raízes preenchidas por material argiloso. (Ponto MF-90. Coord. UTM X: 530249; Y: 9811695).

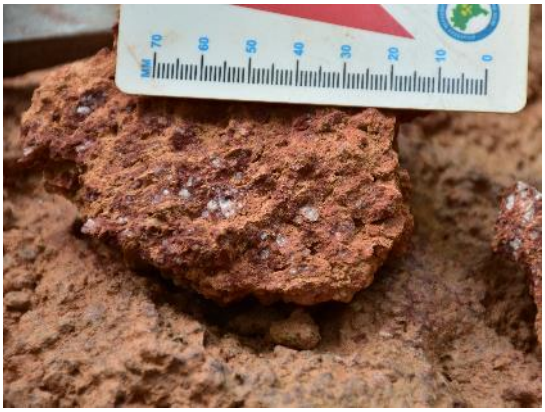


Figura 7.2-84. Amostra de canga limonítica coesa com textura sacaroidal (Ponto MF-91. Coord. UTM X: 530275; Y: 9811677).

Figura 7.2-85. Perfil de solo em corte de estrada com material coluvionar. (Ponto MF-91. Coord. UTM X: 530275; Y: 9811677).

Figura 7.2-86. Perfil de solo em corte de estrada com material coluvionar constituído por blocos e pedregulhos. (Ponto MF-138. Coord. UTM X: 529088; Y: 9807427).

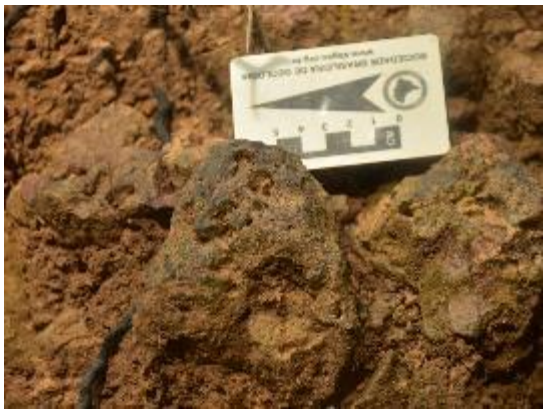


Figura 7.2-87. Amostra de canga limonítica silicificada com estrutura nodular, imersa em material argiloso. (Ponto MF-138. Coord. UTM X: 529141; Y: 9808262).

Figura 7.2-88. Bloco de canga limonítica com estrutura nodular em encosta. (Ponto MF-140. Coord. UTM X: 523471; Y: 9806837).

Figura 7.2-89. Matacão de canga limonítica de estrutura nodular em meia encosta com (Ponto MF-143. Coord. UTM X: 523562; Y: 980700).

Figura 7.2-90. Leito de Igarapé seco representado por Depósitos Aluvionares compostos por areias quartzosas fina a médias. (Ponto MF-147. Coord. UTM X: 523315; Y: 9806993).

Figura 7.2-91. Perfil de solo em corte de estrada com material coluvionar e bloco de canga limonítica solto. (Ponto MF-91. Coord. UTM X: 530275; Y: 9811677).

B) Formação Alter do Chão

A única exposição rochosa encontrada durante as atividades de campo é um corte de estrada que dá acesso ao município de Terra Santa. O talude, de cerca de 6 m de altura, é constituído por saprolito de arenito fino a médio que exibe estratificação cruzada e laminações plano-paralelas ao longo dos estratos, estando o mesmo laterizado, o que lhe confere elevada coesão, permitindo estabilidade ao talude, mesmo em corte subvertical.

Na escala do afloramento ocorrem laminações plano-paralelas de textura arenosa (fina a média) a areno-argilosa intercaladas com laminações argilosas.

Geotécnicamente, os arenitos apresentam-se com elevados grau de alteração e de friabilidade, condicionadas pela baixa coesão dos grãos, mantendo-se estáveis nos taludes pela intensa laterização a que foram submetidos. Em locais onde o talude apresenta-se rompido e desprovido de couraça laterítica, observa-se sua elevada erodibilidade e ciclagem natural, esta última manifestada por empastilhamento dos níveis argilosos.

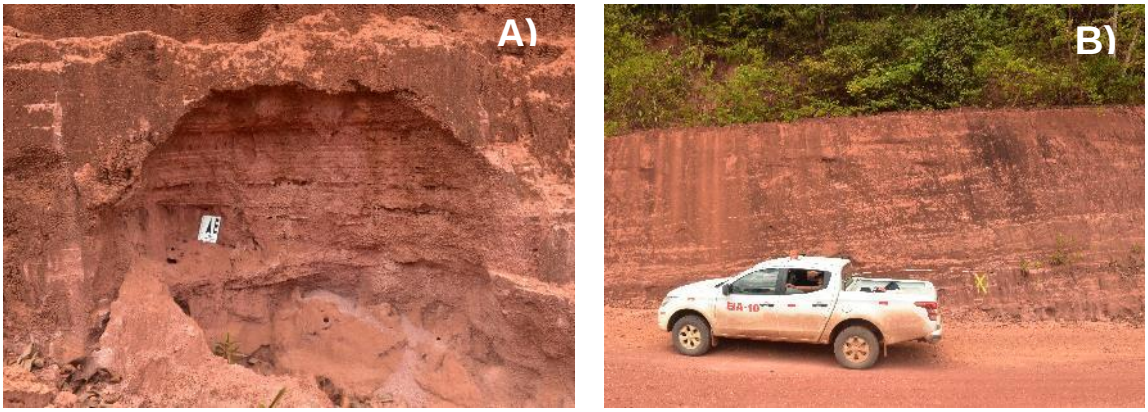


Figura 7.2-92. A) Talude de saprolito de arenito desprovido de couraça laterítica, evidenciando sua acentuada erodibilidade B) Talude de corte de estrada exibindo saprolito de arenito com estratificação cruzada (Ponto MF-160. Coord. UTM X: 563957; Y: 9810399.

C) Aluviões/Formação Alter do Chão

A sondagem JMA-SPT-01 abaixo **(Figura 7.2-93)** caracteriza o perfil geológico-geotécnico dos terrenos do local previsto de construção da ponte sobre o igarapé Jamari, mostrando uma camada provavelmente aluvionar até a profundidade de 7,78 m constituída por uma camada vegetal seguida por um horizonte de areia fina a média de cor cinza escuro e por um horizonte de areia média a grossa.

Abaixo do aluvião ocorrem camadas de areia fina a média intercaladas por camada de areia média a grossa de cor cinza claro a marrom, compactas (SPT de 30 a 40 golpes) a medianamente compactas (SPT de 10 a 15 golpes) até a profundidade de 17,70 m. Entre as profundidades de 17,70 m e 27,40 m, final do furo, ocorrem camadas de areia fina a média siltosas a silto-argilosas de cor roxa a marrom muito compactas (SPT de 40 a 50 golpes). Estas camadas de areia, entre as profundidades de 7,78 m e o final do furo, estão provavelmente relacionadas aos horizontes sedimentares da Formação Alter do Chão. O nível d'água situou-se a 0,30 m de profundidade.

Projel ENGENHARIA ESPECIALIZADA LTDA.

SONDAGEM A PERCUSSÃO JMA-SPT-01

DATA INÍCIO: 07/05/2018 DATA TÉRMINO: 07/05/2018

COTA: 41,00 N: 9.806.437,00 E: 541.562,00

CLIENTE : MINERAÇÃO RIO DO NORTE

OBRA : RECONHECIMENTO / CARACTERIZAÇÃO DE SUBSOLO

LOCAL : JAMARI

AMOSTRADOR : REVESTIMENTO: MARTELO PADRÃO:
Ø Interno: 34.9 mm Ø Interno: 63.5 mm Peso: 65 kg
Ø Externo: 50.8 mm Ø Externo: 69.5 mm Altura de queda: 75 cm

PROFUNDIDADE DO NÍVEL DE ÁGUA (m): INICIAL: 00.68 FINAL: 00.31

PROFUNDIDADE DO REVESTIMENTO: 10.50m

PROCESSO DE PERFURAÇÃO: TRADO ---- A ---- LAVAGEM 00.00 A 27.00

ÍNDICE DE PENETRAÇÃO N (S.P.T.)
(nº golpes / 30 cm iniciais)
(nº golpes / 30 cm finais)

COMPACIDADE - SOLOS ARENOSOS: FOFA | POUCO COMPACTA | MEDIANAMENTE COMPACTA | COMPACTA | MUITO COMPACTA

10 20 30 40 50

Nº	Nº DE GOLPES ENSAIO S.P.T.	Nº DE GOLPES 30 cm INICIAIS	Nº DE GOLPES N - S.P.T.	COMPACIDADE* OU CONSISTÊNCIA*	PERFIL GEOLÓGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	INTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA
01	08 16 20 / 15 15 15	24	36			1.78	CAMADA VEGETAL (0.12) SOBRE AREIA MÉDIA A GROSSA, COR CINZA ESCURO	SEDIMENTO
02	10 20 20 / 15 15 15	30	40					
03	13 18 21 / 15 15 15	31	39			5.30	AREIA FINA A MÉDIA, COR CINZA ESCURO	
04	11 16 19 / 15 15 15	27	35	COMPACTA(O)**				
05	10 11 13 / 15 15 15	21	24			7.78	AREIA MÉDIA A GROSSA, COR MARROM CLARO	
06	08 12 16 / 15 15 15	20	28					
07	09 13 18 / 15 15 15	22	31			9.80	AREIA FINA A MÉDIA, POUCO SILTOSA, COR MARROM CLARO	
08	05 06 07 / 15 15 15	11	13	MEDIANAMENTE COMPACTA(O)**				
09	04 06 06 / 15 15 15	10	12			11.30	AREIA FINA A MÉDIA, COR MARROM	
10	30 / 10	>50	>50	MUITO COMPACTA(O)**				
11	18 04 06 / 15 15 15	22	10			11.88	AREIA MÉDIA A GROSSA, COR MARROM	
12	09 13 14 / 15 15 15	22	27	MEDIANAMENTE COMPACTA(O)**				
13	08 10 10 / 15 15 15	18	20			17.70	AREIA FINA A GROSSA, COR MARROM CLARO	
14	08 12 13 / 15 15 15	20	25					
15	09 11 19 / 15 15 15	20	30					
16	10 15 15 / 15 15 15	25	30	COMPACTA(O)**				
17	10 12 15 / 15 15 15	22	27					
18	13 18 18 / 15 15 15	31	36					
19	12 10 13 / 15 15 15	22	23				AREIA FINA A MÉDIA, POUCO SILTOSA, COR ROXO	
20	10 15 26 / 15 15 15	25	41	MUITO COMPACTA(O)**				

CONSISTÊNCIA - SOLOS ARGILOSOS: MUITO MOLE | MOLE | MÉDIA | RIJA | DURA

OBSERVAÇÕES:

ESCALA VERTICAL	DESENHISTA	DATA	ENGº FRANCISCO NETO	FOLHA
1:100	LAYLLAH	09/05/2018	CREA Nº: MG - 91385 D	01

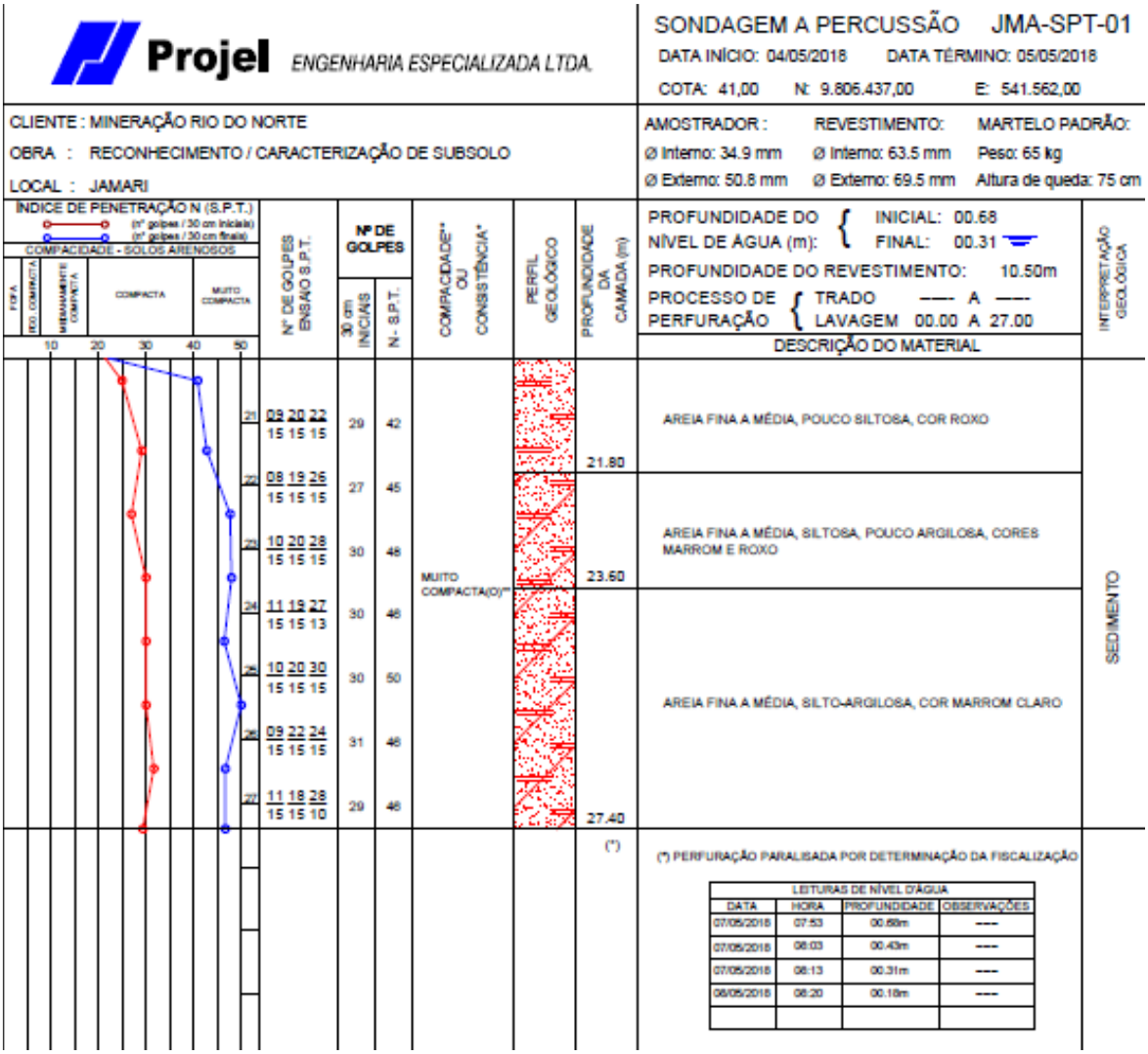
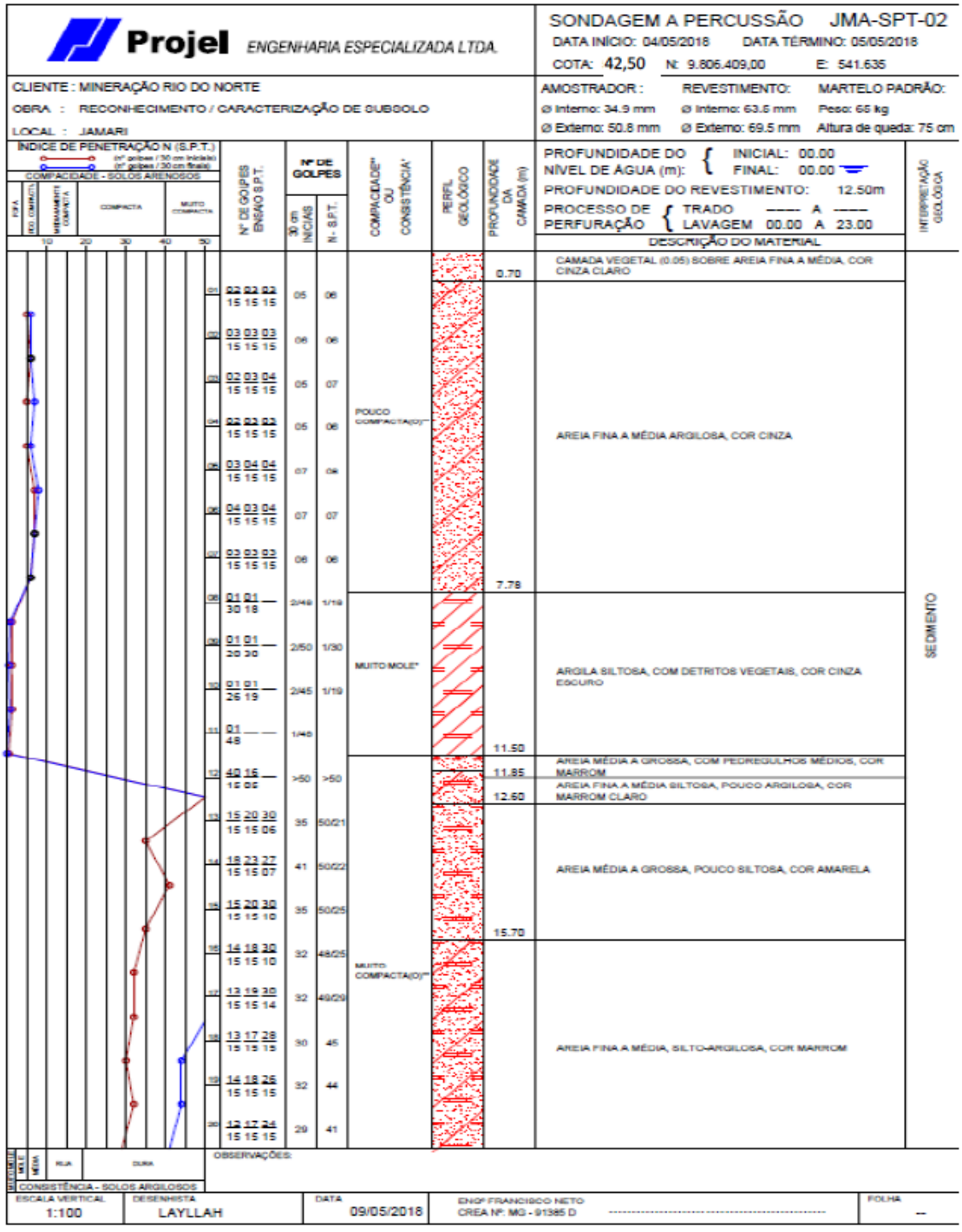


Figura 7.2-93. Perfil da sondagem a percussão JMA-SPT-01.
Fonte: HATCH (2019).

A sondagem JMA-SPT-02 abaixo **(Figura 7.2-94)** exibe o perfil geológico-geotécnico dos terrenos da margem esquerda do igarapé Jamari no local previsto de construção da ponte sobre o mesmo. O perfil da sondagem mostra uma camada de aluvião de 11,50 m de espessura, formada por um horizonte superficial de areia fina a média argilosa de cor cinza, pouco compacta (SPT de 5 a 8 golpes), de 7,78 m de espessura, que é sucedido em profundidade por um horizonte de argila siltosa com detritos vegetais de baixa consistência (SPT de 1 golpe), de 3,72 m de espessura.

Abaixo da camada aluvionar ocorre um horizonte de 0,35 m de espessura de areia média a grossa com pedregulhos de cor marrom, seguido por um horizonte de 0,75 m de espessura de areia fina a média siltosa de cor marrom muito compacta (SPT de 50 golpes). Entre as profundidades de 12,60 m e 15,70 m, ocorre uma camada de areia média a grossa pouco siltosa de cor amarela muito compacta que é sucedida em profundidade por uma camada de areia fina a média silto-argilosa de cor marrom, compactas a muito compactas (SPT de 30 a 40 golpes) até a profundidade de 23,45 m, final do furo. Os horizontes arenosos atravessados

entre as profundidades de 11,50 m e o final do furo relacionam-se provavelmente à Formação Alter do Chão. O nível d'água situou-se na superfície do terreno.



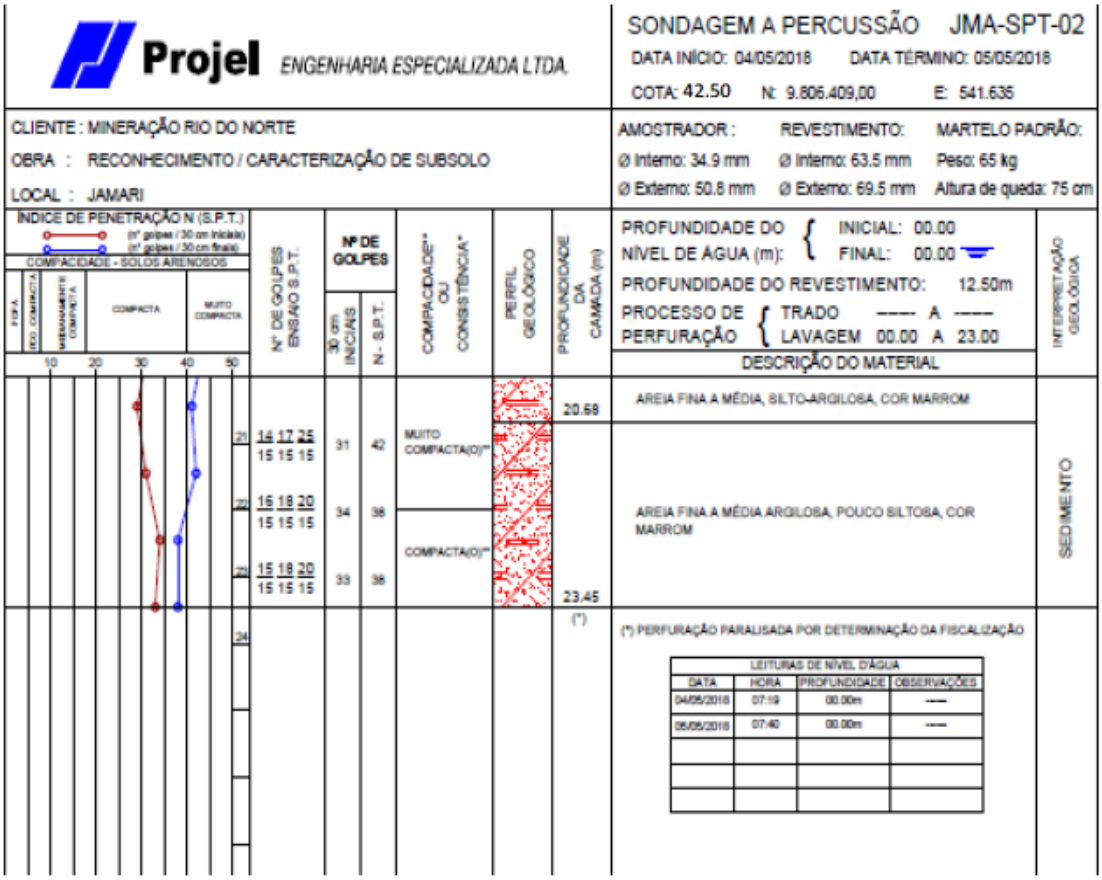


Figura 7.2-94. Perfil da sondagem a percussão JMA-SPT-02.
Fonte: HATCH (2019).

O **Quadro 7.2-25** subsequente sintetiza os principais aspectos geotécnicos e de dinâmica superficial dos compartimentos descritos, a saber: ‘Platôs e Encostas Associadas’; ‘Formação Alter do Chão’ e ‘Aluviões’

Quadro 7.2-25. Principais Características Geológicas e Geotécnicas.

Unidades / Compartimentos	Principais Características Geológico-Geotécnicas
Platô: Topo	- Topografia aplanada com cobertura pedológica pouco suscetível à erosão, porém com tendência acentuada ao encrostamento, quando a permeabilidade dos solos é reduzida, tanto pelo impacto direto das águas de chuva, como pela formação de camadas de menor permeabilidade pelo uso de máquinas, propiciando erosão em sulcos em áreas terraplenadas. - Empoçamento ao longo das estradas e outras áreas, provocada pela formação de camadas de menor permeabilidade, resultante do adensamento dos solos decorrente do tráfego de caminhões e equipamentos pesados. - Cobertura laterítica confere coesão, resistência e estabilidade ao subsolo, porém os taludes das bordas são suscetíveis.
Platô: Bordas / Encostas	- Os taludes e bordas são suscetíveis à instabilidades geotécnicas devido às altas declividades das encostas e à compartimentação do maciço por descontinuidades (falhas, fraturas) ligadas à neotectônica, propiciando movimentos de massa. - A presença de aquíferos suspensos junto à encostas de alta declividade implica em risco de instabilidade dos taludes. - Morfologias particulares nas encostas junto aos platôs, como morfologia em colher ou funil, bancos topográficos isolados, nascentes alinhadas, terraços sopé e erosão remontante são indicativas de áreas mais críticas a instabilidades geotécnicas.
Formação Alter do Chão	- Rocha branda constituída por arenitos friáveis, pouco coesos, e argilitos subordinados pouco consolidados, laterizados em superfície e com horizontes saprolíticos espessos, o que implica em moderada a alta suscetibilidade à erosão e potencializa a geração de ravinas e voçorocas. - Boa capacidade de suporte, apresentando valores de resistência à penetração em ensaios SPT superiores a 30 golpes entre 12 m e 20 m de profundidade (sondagens a percussão JMA-SPT-02 e JMA-SPT-01, respectivamente). - Suscetibilidade a rupturas e escorregamentos em taludes de corte, devido à sua baixa coesão e à sua heterogeneidade litológica, que condiciona permeabilidades diferenciadas e propicia lençóis d'água empoleirados, além da presença de horizontes argilosos que, quando expostos, podem sofrer processo de empastilhamento.
Aluviões	- Sedimentos inconsolidados de espessura muito variável, constituídos por camada superficial normalmente argilosa com matéria orgânica sucedida em profundidade por areias finas a médias. Ocorrem em áreas planas em permanente estado de saturação, com a presença de terrenos alagadiços devido ao lençol freático subsuperficial, dificultando a drenagem e o escoamento das águas.

Unidades / Compartimentos	Principais Características Geológico-Geotécnicas
	- Possuem baixa capacidade de suporte, não se prestando a fundações e nem a aterros sanitários, lagoas de decantação e outros usos correlatos devido à facilidade de contaminação dos aquíferos por sua maior porosidade efetiva e maior permeabilidade. - Facilidade de movimentação dos sedimentos devido à inconsistência dos materiais detríticos, estando os mesmos sujeitos à erosão por enxurradas, podendo eventualmente ocorrer desbarrancamentos nas margens dos igarapés.

7.2.6. Geomorfologia

Este item tem como objetivo apresentar e caracterizar os principais aspectos geomorfológicos, regionais e locais, da AE dos Meios Físico e Biótico, perfazendo as questões topográficas, formas e padrões do relevo (considerando parâmetros morfológicos e morfométricos) de forma a indicar os processos de dinâmica superficial existentes e/ou que possam ser deflagrados durante o ciclo de vida do PNM.

Importa informar que a capacidade de suporte dos terrenos, bem como a descrição pormenorizada dos processos de dinâmica superficial solicitados no item 5.1.5.A do TR do emitido pelo IBAMA é apresentado no **item 7.2.8** deste estudo ambiental.

7.2.6.1. Considerações Metodológicas

Na caracterização dos domínios morfoestrutural e principais sistemas de relevo que ocorrem na AE foram utilizados dados secundários, principalmente aqueles constantes na Folha SA.21 – Santarém do Projeto RADAMBRASIL (1976).

Para o contexto local foi utilizado como referência o mapeamento geomorfológico constante no Plano de Manejo da Floresta Nacional de Saracá-Taquera (ICMBio, 2001) em escala 1:100.000.

Adicionalmente, foram utilizadas imagens do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), com resolução espacial de 30 m, projeto este liderado pela Agência Nacional de Inteligência Geoespacial e pela NASA, dos Estados Unidos (https://earthexplorer.usgs.gov/), bases topográficas e imagens de satélite disponíveis em Google Earth Pro, as quais possibilitaram a caracterização da topografia, a elaboração das cartas hipsométrica e isoclinográfica, bem como dos perfis topográficos de interesse. Ademais, vale frisar que também foram utilizados mosaicos ortoretificados de imagens oriundas do satélite Landsat8, conforme já citado anteriormente, possibilitando assim a plena compartimentação e caracterização geomorfológica da área de interesse.

A partir da interpretação das imagens de radar e satélite citadas e dos subprodutos gerados foi realizada a complementação e reinterpretação do mapeamento de referência de forma a perfazer toda a AE proposta no presente estudo ambiental.

Ademais, foram integrados à presente caracterização os dados oriundos das atividades de campo realizadas entre os dias 21 de agosto a 08 de setembro de 2019.

7.2.6.2. Caracterização Regional

Este item tem como premissa contextualizar a inserção da AE no âmbito regional, de forma a descrever e caracterizar os principais aspectos geomorfológicos desta e de seu entorno com base em dados secundários.

A AE dos Meios Físico e Biótico insere-se, segundo RADAM (1976), no Domínio Morfoclimático em Planaltos Dissecados e Áreas Pediplanadas, e na Faixa de Transição em Planície Fluvial desenvolvendo-se em sua maior parte na Unidade Morfoestrutural Planalto Dissecado Rio Trombetas-Rio Negro, que é tangenciada ao sul pela unidade Morfoestrutural Planície Amazônica e ao norte pela unidade Planalto Rebaixado da Amazônia **(Figura 7.2-95)**.

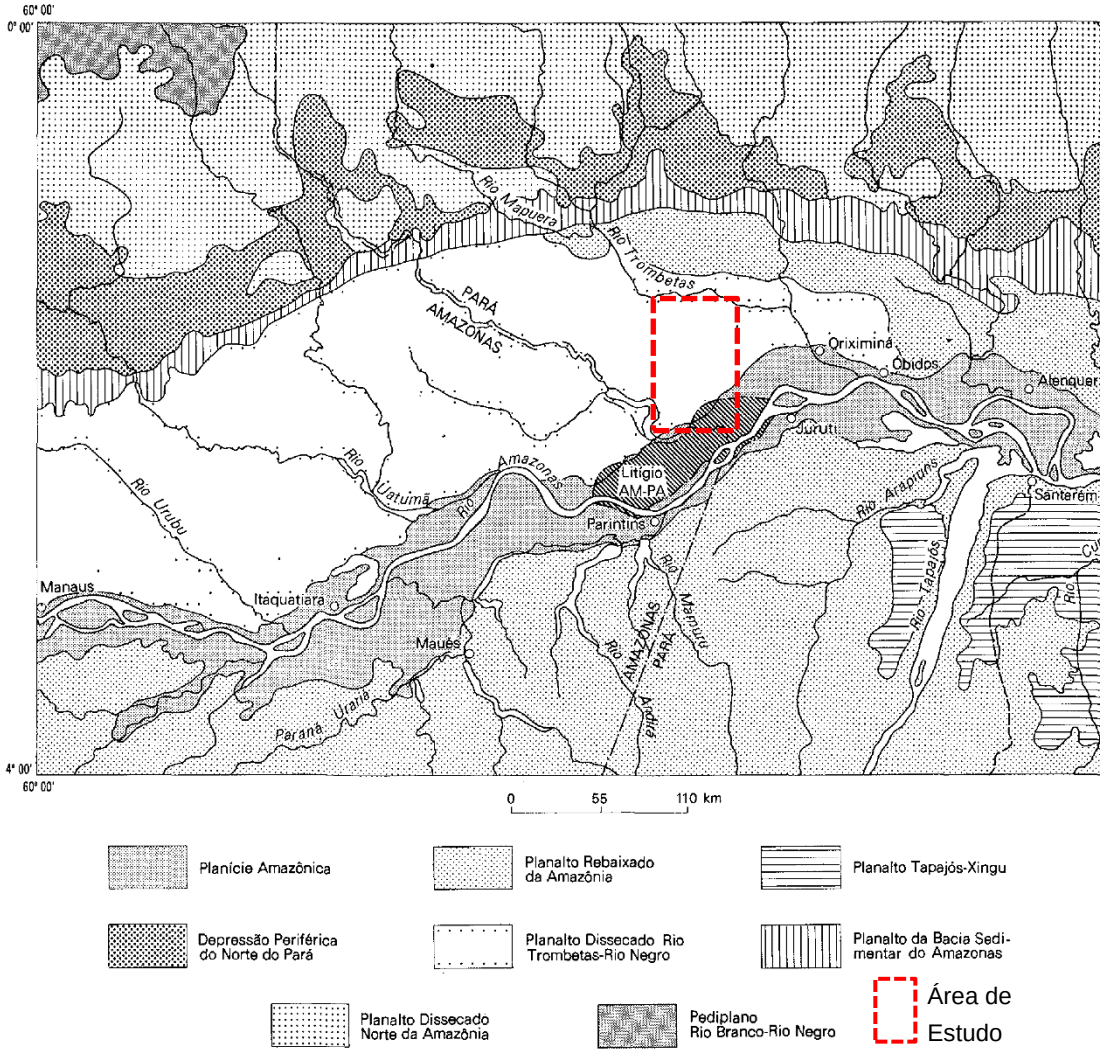


Figura 7.2-95. Unidades Morfoestruturais da Folha SA.21-Santarém.
Fonte: RADAM (1976).

A Planície Amazônica corresponde a Unidade Morfoestrutural de área alongada Leste-Oeste. São áreas diretamente submetidas ao controle do rio Amazonas, ocorrendo de forma expressiva a sudeste da AE, na confluência entre os rios Nhamundá e Amazonas, sendo o lago de Sapucuá seu ponto mais setentrional, representando o nível de base dos cursos d'águas que drenam terrenos da porção sudeste da AE. (RADAM, 1976).

Em geral, essa unidade se ao longo da margem esquerda do Rio Amazonas em altimetrias correspondentes a 100 m. são terrenos restritos a baixas declividades (0 a 3%) o que possibilita a compartimentação em áreas alagadas e inundáveis: as áreas de planície fluvial alagada estão submersas durante os períodos de menor vazão das águas do rio Amazonas, possibilitando a ocorrência de áreas embrejadas. As planícies fluviais inundáveis são alagadas apenas durante períodos de enchentes. A planície amazônica apresenta a ocorrência de grandes lagos (largura superior a 15km) que estão associados aos pequenos "furos" que ficam secos durante a estiagem. A região entre o rio Trombetas e a foz do rio Uatumã apresentam grandes lagos e também lagoas de menor porte e com formas arredondadas, essas feições estão presente ao

longo da margem esquerda do rio Amazonas, estruturadas como grandes emaranhados interligados.

O controle efetuado pelas dinâmicas do rio Amazonas desenvolve relevo de planície fluvial inundável, que engloba “paranás”, “furos”, “igarapés”, “rias”, lagos, diques aluviais, canais e cordões, brejos e “igapós”, com padrões de drenagens anastomosados com ilhas fluviais entre outros padrões. Caracteriza-se por solos das classes Solos Hidromórficos e Areias Quartzosas, além de Laterita Hidromórfica.

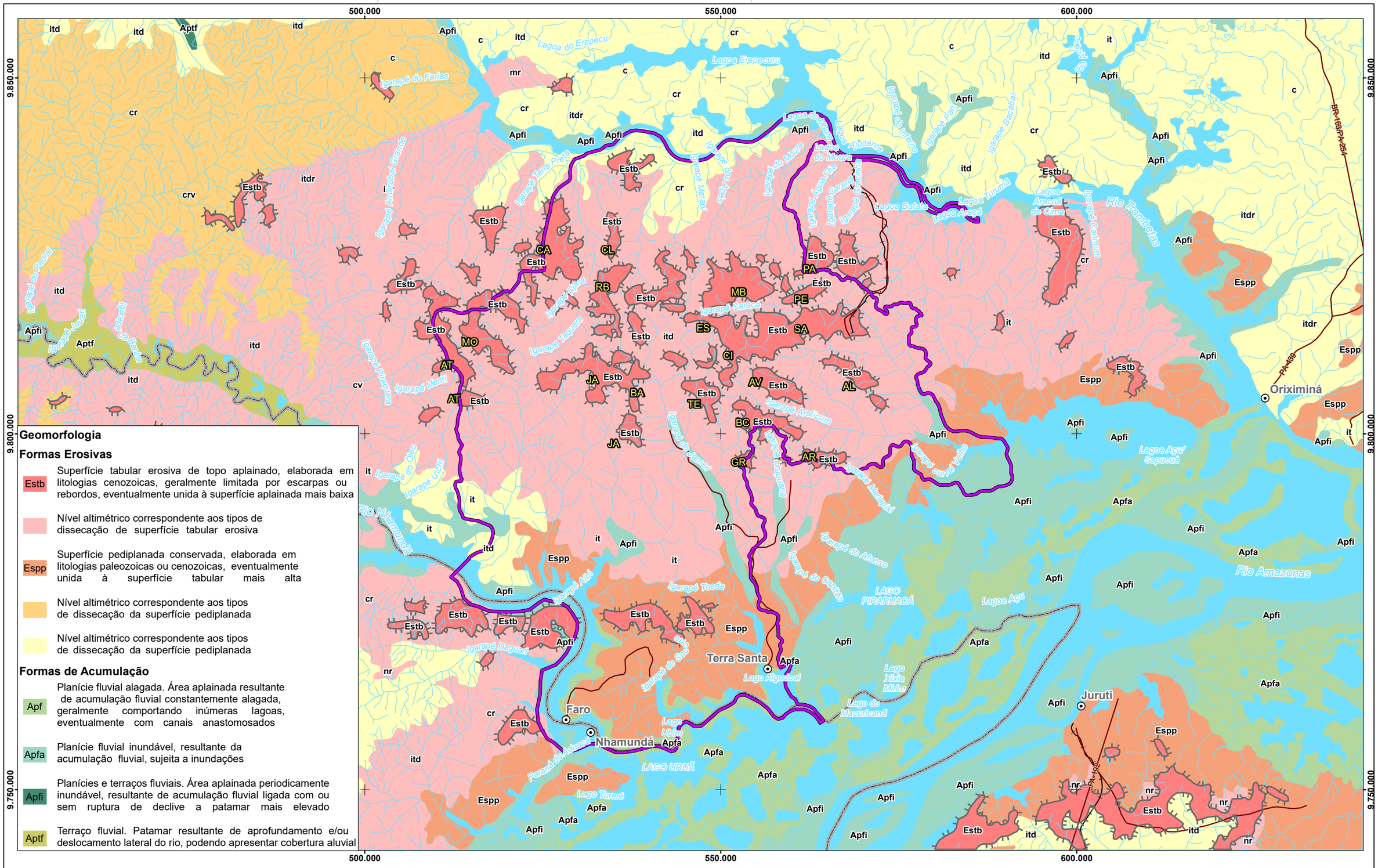
Conforme verificado na AE e seu entorno, ao longo dessa unidade são observadas feições de colinas e ravinas (cr) com baixo entalhamento dos talvegues nas Superfícies Tabulares Erosivas de Topo Aplainado (Espp) desenvolvidas em litologias paleozoicas ou cenozoicas. Também havendo Planícies e Terraços Fluviais (Apfi), definidas como área aplainada periodicamente inundável, marcadas por acumulação fluvial ligada com ou sem ruptura de declive a patamar mais elevado contendo interflúvios tabulares (it) e interflúvios tabulares com drenagem alta (itd). (RADAM, 1976).

O Planalto Dissecado Rio Trombetas - Rio Negro corresponde a Unidade Morfoestrutural limitada por relevos residuais: a norte as feições da Sinéclise do Amazonas e a sul vales afogados dos rios Nhamundá, Uatumã, Anebá e Urubu. Apresenta relevos dissecados devido as áreas aplainadas conservadas serem pouco frequentes, e quando ocorrem, localizam-se nos interflúvios com altimetria variando entre 120 e 170 m e declividades bem variadas chegando a valores superiores a 30%.

Nessa Unidade o pediplano plio-pleistocênico está conservado no topo dos interflúvios tabulares, os quais encontram-se mascarados pela morfogênese úmida, apresentando encostas ravinadas (nr) esculpidas em sedimentos da Formação Alter do Chão.

As formas de relevos foram talhadas em rochas sedimentares cretáceas e cenozóicas. São terrenos com intensa atuação de processos erosivos, formando uma faixa de dissecação em interflúvios com encostas ravinadas (inr), interflúvios tabulares (it), interflúvios tabulares com drenagem densa (itd), colinas e ravinas (cr). A presença de superfícies tabulares pode ocorrer localmente em posições altimétricas mais elevadas. A rede de drenagem é constituída principalmente por padrão dendrítico, embora possam ocorrer feições anômalas de padrões como dendríticas com enclaves radiais e radial-anular-centrípeda. Localmente ocorrem superfícies tabulares (Estb) ocupando posição altimétrica mais elevada em relação aos relevos dissecados próximos. As formas de topo aplainado com crosta bauxítica são exploradas economicamente. De maneira geral a rede de drenagem apresenta padrão do tipo dendrítico, ocorrendo capturas fluviais **(Figura 7.2-96)**.

Ao Norte dos limites da AE, o Planalto Rebaixado da Amazônia estende-se pela margem esquerda do rio Amazonas, em contato com o Planalto Dissecado Rio Trombetas-Rio Negro. Abriga terrenos com cerca de 100 m de altitude desenvolvidos sobre sedimentos paleozoicos da Formação Nova Olinda cobertos por solos Latossolos Amarelos.



Geomorfologia

Formas Erosivas

Estb — Superfície tabular erosiva de topo aplainado, elaborada em litologias cenozoicas, geralmente limitada por escarpas ou rebordos, eventualmente unida à superfície aplainada mais baixa

Nível altimétrico correspondente aos tipos de dissecação de superfície tabular erosiva

Espp — Superfície pediplanada conservada, elaborada em litologias paleozoicas ou cenozoicas, eventualmente unida à superfície tabular mais alta

Nível altimétrico correspondente aos tipos de dissecação da superfície pediplanada

Nível altimétrico correspondente aos tipos de dissecação da superfície pediplanada

Formas de Acumulação

Apf — Planície fluvial alagada. Área aplainada resultante de acumulação fluvial constantemente alagada, geralmente comportando inúmeras lagoas, eventualmente com canais anastomosados

Apfa — Planície fluvial inundável, resultante da acumulação fluvial, sujeita a inundações

Apfi — Planícies e terraços fluviais. Área aplainada periodicamente inundável, resultante de acumulação fluvial ligada com ou sem ruptura de declive a patamar mais elevado

Aptf — Terraço fluvial. Patamar resultante de aprofundamento e/ou deslocamento lateral do rio, podendo apresentar cobertura aluvial

Referência Locacional
- Sede Municipal
- Limite Estadual

Hidrografia
- Curso d'água

Sistema de Transporte
- Rodoviário
- Ferroviário

Área de Estudo
- Meio Físico e Biótico

Tipos de Dissecação

c - colinas
cr - colinas e ravinas
crv - colinas, ravinas e vales encaixados
cv - colinas com vales encaixados
it - interflúvios tabulares
itd - interflúvios tabulares com drenagem alta
inr - interflúvios com encostas ravinadas
nr - encostas ravinadas

Platôs

AL - Almeidas
AR - Aramã
AT - Avertano
AV - Aviso
BA - Barone
BC - Bela Cruz
CI - Cipó
CA - Cruz Alta
CL - Cruz Alta Leste
ES - Escalante
GR - Greigh
JA - Jamari
MB - Monte Branco
MO - Morcego
PA - Papagaio
PE - Periquito
RB - Rebolado
SA - Saracá
TE - Teófilo

REFERÊNCIAS

Fontes:
- IBGE, 2017.
- ARCADIS, 2019.
- RADAM, 1976.

N

0 2,5 5 10 15 20 Km

Sistema de Coordenadas UTM SIRGAS2000 F21S

MACROLOCALIZAÇÃO

Mineração Rio do Norte

ARCADIS

PROJETO: EIA - PNM

MAPA: Mapa Geomorfológico Regional

ELAB:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
ARCADIS S.A.	1:500.000	Única	15/08/2021

FORMATO: A3

Figura 7.2-96. Mapa Geomorfológico Regional da Área de Estudo.

7.2.6.3. Caracterização Local

Conforme já apontado, localmente, a caracterização das unidades geomorfológicas dos terrenos onde está assentado o PNM e respectivas estruturas teve como referência o mapeamento geomorfológico constante no Plano de Manejo da Floresta Nacional de Saracá-Taquera (ICMBio, 2001) em escala 1:100.000. A partir da interpretação imagens de radar e de satélite citadas, bem como dos subprodutos gerados foi realizada a complementação e reinterpretação do mapeamento de referência de forma a perfazer toda a AE proposta no presente estudo ambiental.

No que tange a topografia geral da AE, conforme a **Figura 7.2-97**, os maiores valores hipsométricos observados, correspondem ao conjunto de platôs existentes, os quais estão agrupados, predominantemente, ao longo de uma faixa de aproximadamente 27 quilômetros de largura, que se estende por aproximadamente 75 km em direção WNE-ESE.

Os platôs exercem um papel importante na compartimentação topográfica das bacias hidrográficas regionais inseridas na AE, atuando como os principais divisores ao longo das cotas de 190 a 219 m. A configuração destes na paisagem representa um interflúvio que divide a região em dois setores hidrográficos principais, o setor Norte dos platôs, onde são drenadas às águas para a bacia hidrográfica do rio Trombetas e o setor Sul, responsável pela recarga hídrica da rede hidrográfica de parte do rio Nhamundá e do rio Amazonas.

Em relação aos platôs do flanco Norte (Cruz Alta Leste, Saracá, Rebolado e Escalante), esses apresentam os maiores valores altimétricos em relação aos platôs da Zona Sul do PNM. As maiores cotas encontradas são de 200 m e menores cotas em 119 m. A média altimétrica dos platôs é de 173 m. As encostas dos platôs ocorrem com diferentes variações altimétricas, com comprimento de rampas e inclinações distintas, conforme será abordado posteriormente neste capítulo.

Seguindo em direção à calha do rio Trombetas, a elevação do terreno tende a decair até se manter entre as faixas de 80 e 70 m, seguindo gradualmente à cota da calha do rio Trombetas em 10 metros de elevação.

Os platôs da Zona Sul apresentam seus topos iniciando em diferentes altimetrias, variando entre as cotas topográficas de104 e 189 m, sendo a elevação média dos platôs na cota de 164 m. Suas encostas expõem diferentes formas e inclinações, ocorrendo em faixas de elevação que podem chegar até 100 metros de desnível entre os platôs e a unidade ‘Terras Baixas ou Baixios’ adjacentes. Essa unidade é a que apresenta maior extensão em área na AE, a variação altimétrica ocorre de forma dinâmica ao longo dessa unidade, ficando boa parte do trecho entre 90 e 40 m seguindo até a cota das margens do rio Nhamundá, em torno de 15 m.

A **Figura 7.2-97** contém os traçados referentes aos perfis topográficos apresentados na **Figura 7.2-98**, os mesmos exibem certa variação altimétrica entre os platôs, indicando a tendência de decréscimo da elevação dos platôs para sudeste (exagero vertical - E.Vr - distinto foi aplicado para melhor elucidação de cada perfil). Conforme apontado por Azevedo (op.cit), esse escalonamento resulta de abatimentos de blocos ao longo da calha do Rio Amazonas que ocorrem de noroeste para sudeste e incrementam os diversos processos associados a desintegração dos platôs.

Além disso, os perfis permitem verificar a existência de certas assimetrias nas regiões de vale, no qual ocorre em um dos lados vertentes íngremes e do outro vertentes mais suaves, sendo melhor exemplificados nos perfis dos platôs: Rebolado- Escalante – Saracá; e Jamari – Barone – Bela Cruz e também conforme detalhado no item **7.2.6.3.D) Superfícies Aluviais**, no Perfil Correspondente a Travessia do Igarapé Jamari. Essas feições podem ser interpretadas como resultantes da ocorrência de falhamentos derivados de eventos neotectônicos e responsáveis pela setorização do arcabouço geológico em blocos, conforme explanados no item **7.2.5- Geologia** do presente diagnóstico. Desse modo, os blocos são limitados por falhas normais e seu reflexo pode ser visto no relevo a partir das vertentes íngremes e suaves dos vales, sendo a primeira reflexo de blocos elevados e a segunda de blocos rebaixados.

FORMATO: A3

520.000 560.000

9.840.000 9.800.000 9.760.000

Igarapé Ajara · Igarapé Canuaca · Igarapé Matapi · Igarapé dos Anjos · Igarapé do Maura · Lagoa do Maura · Lagoa Ajudante · Igarapé do Inferno · Igarapé Pari · Igarapé Bacabal · Igarapé Água Fria · Igarapé Caranã · Igarapé Gracinha · Igarapé do Papagaio ou do Pinto · Lagoa Tururiá · Lagoa Araçá · Igarapé Saracá · Igarapé Taquera · Igarapé Meriti · Igarapé do Óleo · Igarapé Uichi · Igarapé do Jamari · Igarapé Curral Velho · Igarapé Albi · Igarapé Toeda · Igarapé Urupuraá · Igarapé do Afonso · Igarapé do Capitão · Igarapé Araticum · Igarapé Daguari · Igarapé do Socorro · Paraná do Aduacá · Lago Tureré

CA · AT · MO · CL · RB · MB · PE · ES · SA · CI · AV · AL · TE · BC · GR · AR · PA · JA · BA

MF-41 · MF-40 · MF-03 · MF-141 · MF-144 · MF-136 · MF-159 · MF-154

Faro · Nhamundá · Terra Santa

Elevação (m)
- 1 - 30
- 30,1 - 40
- 40,1 - 60
- 60,1 - 75
- 75,1 - 88
- 88,1 - 100
- 100,1 - 110
- 110,1 - 120
- 120,1 - 130
- 130,1 - 140
- 140,1 - 150
- 150,1 - 160
- 160,1 - 177
- 177,1 - 180
- 180,1 - 190
- 190,1 - 257

Pontos de Campo
- Meio Físico
- Geomorfologia - Citados no EIA

Referência Locacional
- Sede Municipal
- Limite Estadual

Hidrografia
- Curso d'água
- Massa d'água

Sistema de Transporte
- Rodoviário
- Ferroviário

Área de Estudo
- Meio Físico e Biótico
- ADA

Perfis Hipsométricos
- Regionais
- Locais

Platôs
AL - Almeidas
AR - Aramã
AT - Avertano
AV - Aviso
BA - Barone
BC - Bela Cruz
CI - Cipó
CA - Cruz Alta
CL - Cruz Alta Leste
ES - Escalante
GR - Greigh
JA - Jamari
MB - Monte Branco
MO - Morcego
PA - Papagaio
PE - Periquito
RB - Rebolado
SA - Saracá
TE - Teófilo

REFERÊNCIAS

Fontes:
- IBGE, 2017.
- ARCADIS, 2019.
- SRTM, 2000.

N

0 1,5 3 6 9 12 Km

Sistema de Coordenadas UTM SIRGAS2000 F21S

MACROLOCALIZAÇÃO

Venezuela · Guiana · Suriname · Guiana Francesa · RR · AP · AM · PA

Mineração Rio do Norte · ARCADIS

PROJETO: **EIA - PNM**

MAPA: **Mapa Hipsométrico da Área de Estudo**

ELABORADO POR:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
ARCADIS S.A.	1:325.000	Única	13/09/2021

Figura 7.2-97. Mapa Hipsométrico da Área de Estudo.

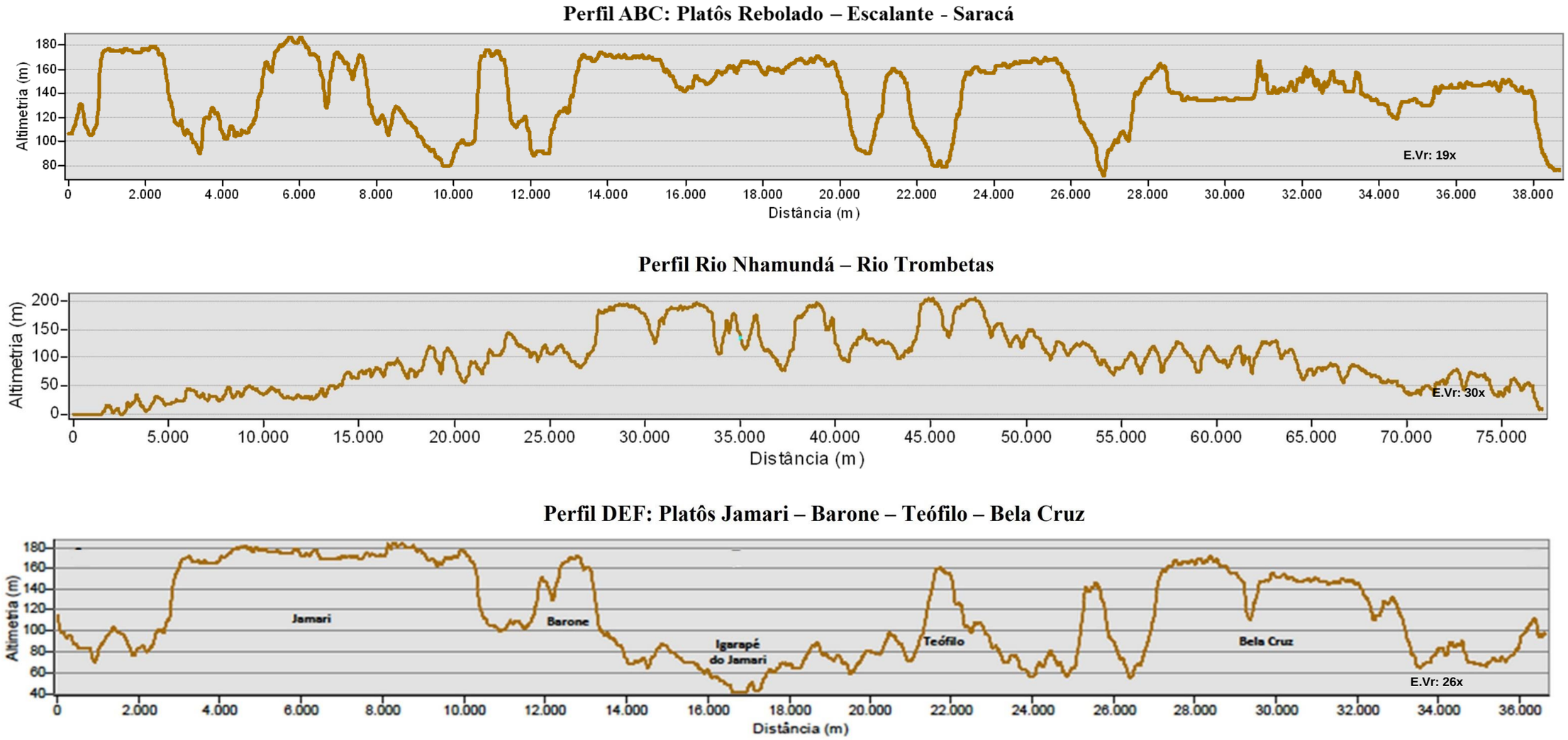


Figura 7.2-98. Perfis topográficos.

No que se refere as características clinométricas do relevo, a **Figura 7.2-99** apresenta a distribuição das diferentes classes de declividade da AE, onde nota-se, de forma geral, grande variação dos gradientes, porém com certo padrão no que se refere a espacialização das declividades.

Os terrenos associados aos platôs apresentam duas situações distintas, nos topos verifica-se declividades baixas, em média valores em torno de 6%, com setores ligeiramente mais inclinados (até 12%), ao passo que as vertentes associadas são fortemente inclinadas com variação entre 20 a 30%, e diversos setores superiores a 30%.

Os terrenos adjacentes às encostas dos platôs, entre as cotas 20 e 120 m contrastam com os limites dos platôs, onde ocorre o predomínio de declividades baixas a moderadas (6 a 12%), com setores específicos onde nota-se maior declividade (20%), perfazendo algumas cabeceiras de drenagem e terrenos mais entalhados pelo sistema de drenagem local, em especial nos cursos d'água de maior poder erosivo e nos terços inferiores de algumas vertentes. Localizadamente, alguns setores apresentam 30% ou mais.

São notórias ainda baixas declividades, menor que 6%, junto às calhas dos principais cursos d'água e igarapés, onde são presentes superfícies aluviais e planícies de inundação associadas ou não a outras morfologias fluviais.

FORMATO: A3

Platôs

AL - Almeidas
AR - Aramã
AT - Avertano
AV - Aviso
BA - Barone
BC - Bela Cruz
CI - Cipó
CA - Cruz Alta
CL - Cruz Alta Leste
ES - Escalante
GR - Greigh
JA - Jamari
MB - Monte Branco
MO - Morcego
PA - Papagaio
PE - Periquito
RB - Rebolado
SA - Saracá
TE - Teófilo

Pontos de Campo
- Meio Físico
- Geomorfologia - Citados no EIA

Referência Locacional
- Sede Municipal
- Limite Estadual

Hidrografia
- Curso d'água
- Massa d'água

Sistema de Transporte
- Rodoviário
- Ferroviário

Área de Estudo
- Meio Físico e Biótico
- ADA

Perfis Hipsométricos
- Locais
- Regionais

Declividade
- 0 - 6%
- 6 - 12%
- 12 - 20%
- 20 - 30%
- > 30%

REFERÊNCIAS

Fontes:
- IBGE, 2017.
- ARCADIS, 2019.
- SRTM, 2000.

0 1,5 3 6 9 12 Km

Sistema de Coordenadas UTM SIRGAS2000 F21S

MACROLOCALIZAÇÃO

Mineração Rio do Norte

ARCADIS

PROJETO: **EIA - PNM**

MAPA: **Mapa de Declividade na Área de Estudo**

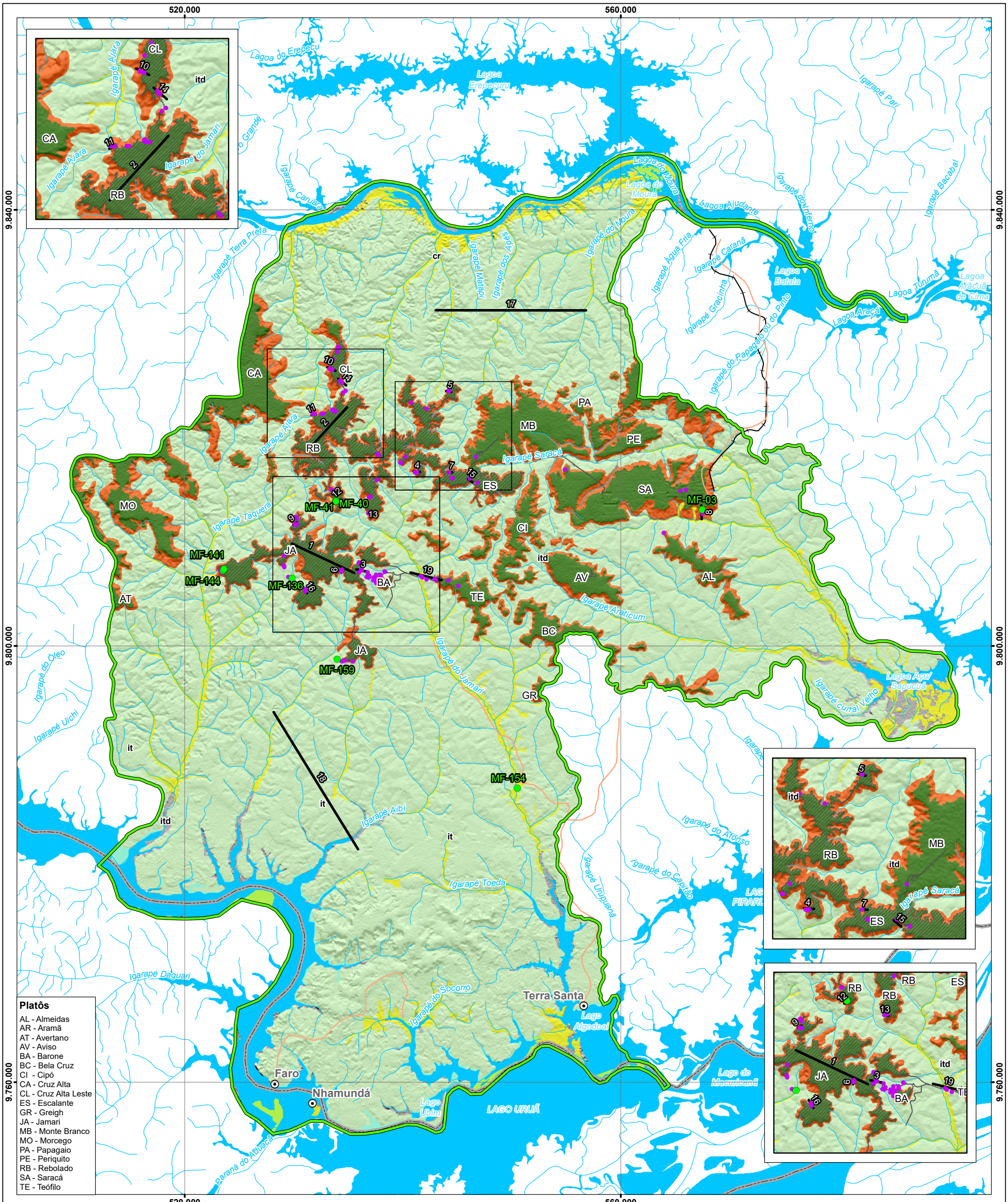
ELABORADO POR:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
ARCADIS S.A.	1:325.000	Única	13/09/2021

Figura 7.2-99. Mapa de Declividade da Área de Estudo.

A **Figura 7.2-100** abaixo representa as principais unidades geomorfológicas identificadas e cartografadas na AE proposta, cada qual apresentando características morfológicas e morfométricas. O relevo foi compartimentado nas seguintes unidades geomorfológicas locais: ‘Topo dos Platôs’, ‘Encostas Associadas aos Platôs’, ‘Terras Baixas ou Baixios’ e ‘Superfícies Aluviais’.

Importa notar que no referido mapa **(Figura 7.2-100)** são indicados os perfis topográficos referenciados a seguir, bem como os pontos do reconhecimento de campo e a ADA definida para o presente empreendimento.

FORMATO: A3



Platôs

AL - Almeidas
AR - Aramã
AT - Avertano
AV - Aviso
BA - Barone
BC - Bela Cruz
CI - Cipó
CA - Cruz Alta
CL - Cruz Alta Leste
ES - Escalante
GR - Greigh
JA - Jamari
MB - Monte Branco
MO - Morcego
PA - Papagaio
PE - Periquito
RB - Rebolado
SA - Saracá
TE - Teófilo

Referência Locacional
- Sede Municipal
- Limite Estadual

Hidrografia
- Curso d'água
- Massa d'água

Sistema de Transporte
- Rodoviário
- Ferroviário

Área de Estudo
- Meio Físico e Biótico
- ADA

Geomorfologia
- Topos de Platôs
- Encostas Associadas aos Platôs
- Terras Baixas ou Baixios
- Superfícies Aluviais

Tipos de Dissecação
cr - colinas e ravinas
it - interflúvios tabulares
itd - interflúvios tabulares com drenagem alta

Perfis Hipsométricos
- Locais

Pontos de Campo
- Meio Físico
- Geomorfologia - Citados no EIA

REFERÊNCIAS

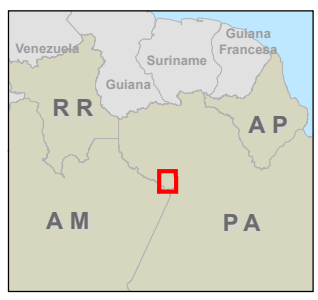
Fontes:
- IBGE, 2017.
- ARCADIS, 2021.
- SRTM, 2000.
- ICMBio, 2001.
- RADAM, 1976.

N

0 1,5 3 6 9 12 Km

Sistema de Coordenadas UTM SIRGAS2000 F21S

MACROLOCALIZAÇÃO



MRN Mineração Rio do Norte

ARCADIS

PROJETO:
EIA - PNM

MAPA:
Mapa Geomorfológico da Área de Estudo

ELABORADO POR:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
ARCADIS S.A.	1:325.000	Única	13/09/2021

Figura 7.2-100. Mapa Geomorfológico da Área de Estudo.

A seguir são apresentadas e caracterizadas as referidas unidades geomorfológicas.

A) Topos dos Platôs

Os platôs exibem topos aplainados de formas reliquiares irregulares e encostas declivosas ravinadas, apresentando um desnível médio de 170 m em relação ao rio Trombetas e de 140 m em relação ao rio Nhamundá. Os platôs são sustentados por crostas lateríticas contendo bauxita.

A morfologia dos topos dos platôs constitui superfícies tabulares, regionalmente aplainadas, de extensão e forma variáveis, com feições ligeiramente onduladas apresentando altitudes alternando entre 150 a 220 m, sendo verificado um aplainamento médio entre as cotas 175 e 180 m. As variações altimétricas na superfície do platô variam entre 10 a 25 metros, conforme apresentado na **Figura 7.2-101** e **Figura 7.2-102**.

Conforme verificado anteriormente, a superfície dos platôs apresenta mudanças suaves ao longo de sua extensão, com isso, a inclinação dessa unidade não supera valores de 12%, sendo majoritariamente constituídos por terrenos com declividade entre 0 e 6%. Em relação aos valores médios de declividade, foi verificado que os topos de todos os platôs do PNM ocorrem em declividade de 6%.

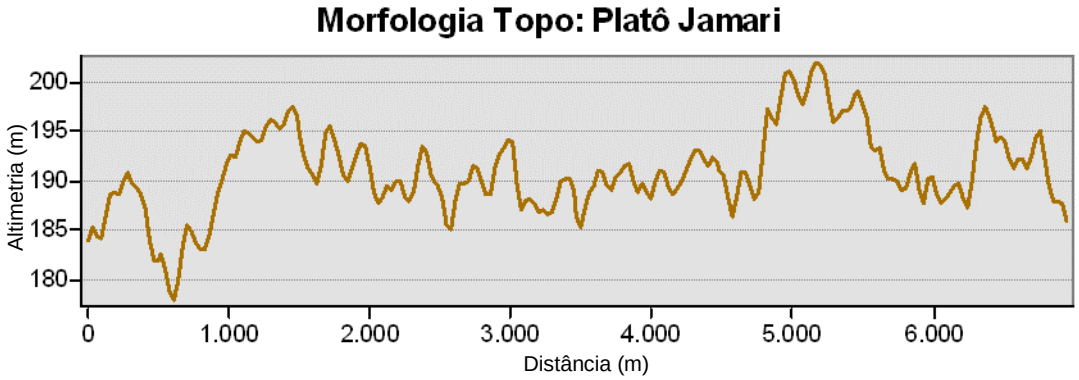


Figura 7.2-101. Perfil 1: Morfologia do Topo do Platô Jamari. (Escala Vertical (E.Ve): 1:745; Exagero Horizontal (E.H): 1:50.000; Exagero Vertical (E.Vr): 67x).

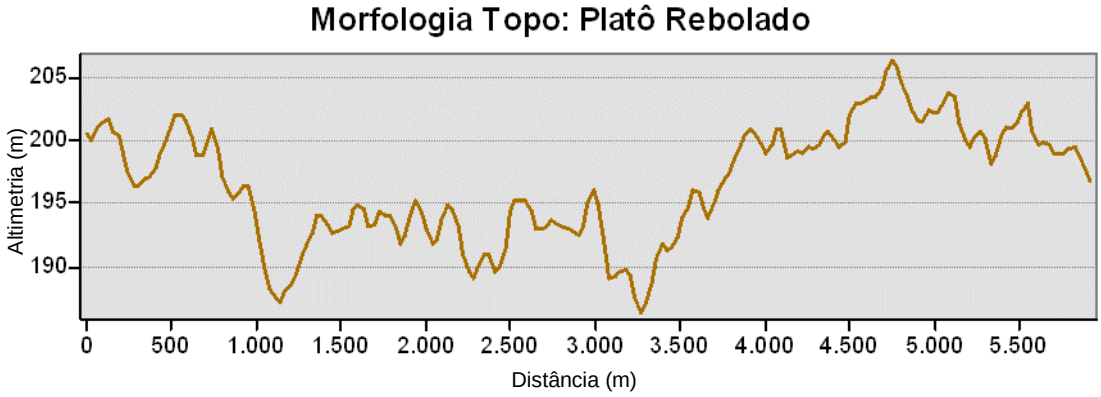


Figura 7.2-102. Perfil 2: Morfologia do Topo do Platô Rebolado. (E.V:1:1120; E.H: 1:50.000; E.Vr: 44,5x).

A visualização, em campo, das feições geomorfológicas dos platôs é dificultada devido a densa cobertura florestal e ausência de clareiras. Contudo, em áreas já antropizadas, como no platô Saracá, é possível observar a continuidade e extensão dos platôs conforme demonstram os registros fotográficos abaixo **Figura 7.2-103** a **Figura 7.2-107**.

Figura 7.2-103. Ponto MF-06 Topo do platô Saracá. (Coord. UTM X: 554893; Y: 9816206).

Figura 7.2-104. Topo do platô Saracá (área minerada) que se estende até a borda do platô representadas pelas árvores ao fundo da imagem. (Coord. UTM X: 556156; Y: 9815457).

Figura 7.2-105. Bacia de rejeitos TP-1, vendo-se canal de drenagem justaposto ao maciço de barramento. (Coord. UTM X:565.986; Y:9.814.316).

Figura 7.2-106. Local de bifurcação das estradas projetadas no limite entre os Platôs Rebolado e Escalante, vendo-se terrenos aplanados suportados por latossolos amarelos. (Coord. UTM X: 546.158; Y:9.815.380).

Figura 7.2-107. Vista do setor Sul do platô Jamari e de sua encosta. (ponto aproximado na Coord. UTM X: 554763; Y: 9786352).

As variações altimétricas e de declividade presente nessa unidade indicam a ocorrência de processos morfogenéticos incipientes na esculturação e modelagem do relevo, com as frentes de avanço dos agentes intempéricos atuando mais intensamente nos litotipos menos resistentes, havendo redução dessa intensidade ao se deparar com camadas mais resistentes como as de composição limonítica ou bauxítica.

Neste setor, ocorre o predomínio de infiltração de águas pluviais no solo e escoamento difuso de baixa velocidade. Pode-se afirmar que o processo pedogenético predomina em relação aos processos de esculturação do relevo, propiciando assim a formação de solos mais maduros e espessos sobrepostos a camadas lateríticas. Consequentemente, trata-se de um compartimento do relevo de relativa estabilidade e boa capacidade de suporte, a princípio com baixo potencial erosivo.

De acordo com as cartas topográficas de Exército do Brasil, em escala 1:100.000, nota-se a ausência rede de drenagem nos topos dos platôs. Contudo, durante eventos pluviométricos intensos e de longa duração, a argila Belterra pode apresentar setores de menor permeabilidade do que outros promovendo a rápida saturação do solo e com isso a formação de poças d'água e que necessitam de maior tempo para infiltrarem no solo ou evaporarem. Contudo imersos na matriz da Argila Belterra podem ocorrer a concentração ou lente de fragmentos na fração grosseira, de composição variada tal qual gibbsita, pequenos seixos ferruginosos e/ou grãos de quartzo (TRUCKENBRODT e KOTSCHOUBEY, 1981), permitindo o aumento da permeabilidade em alguns setores.

B) Encostas dos Platôs

No que que se refere as encostas (vertentes) associadas aos platôs, destacam-se, entre outros, dois fatores: (i) a geometria e (ii) a declividade, os quais em conjunto caracterizam os processos de esculturação destas feições e processos de dinâmica superficial associados.

Na área de estudo ocorrem três grandes tipos de vertentes sob a ótica da geometria destas, a saber: Côncavas, Convexas e Retilíneas, ilustradas na **Figura 7.2-108**. A geometria está atrelada à convergência ou divergência do fluxo superficial, e consequentemente com o tipo de escoamento superficial (difuso e/ou concentrado) e o potencial erosivo (retirada e transporte dos materiais).

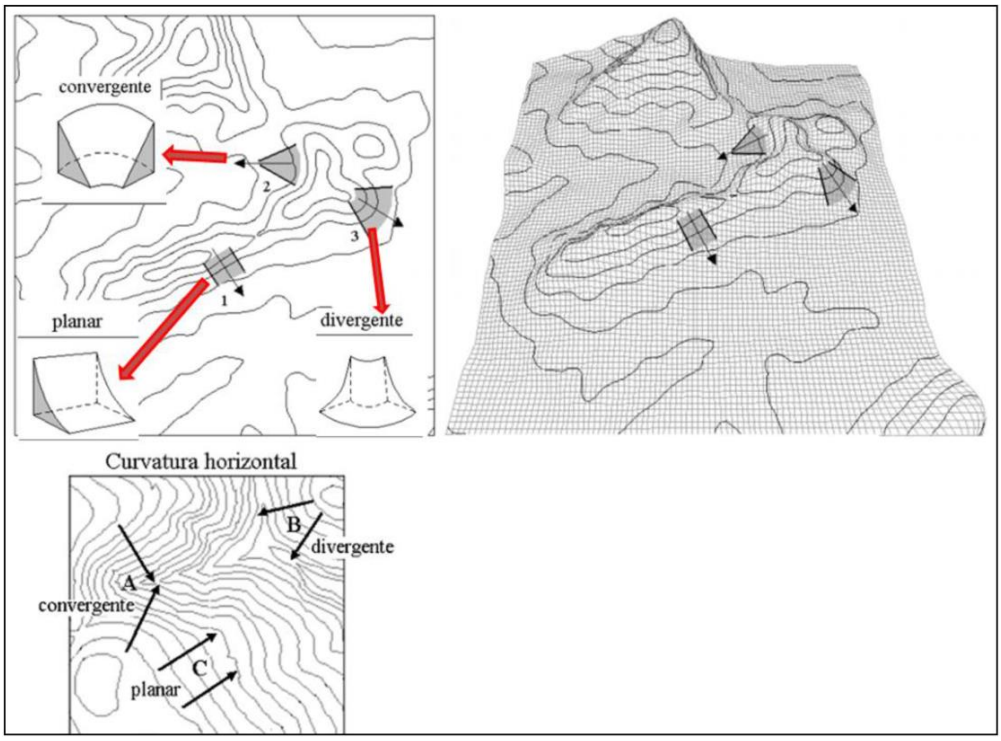


Figura 7.2-108. Morfologia de vertentes.
Fonte: Valeriano e Albuquerque (2010).

Além do aspecto morfológico, o fator declividade atua como um importante parâmetro para o balanço morfogenético. Este pode ser entendido, em parte, como a relação da vertente em propiciar o desenvolvimento dos solos - componente vertical ou perpendicular - pedogênese, ou desenvolvimento dos processos erosivos - componente paralelo - morfogênese (Neto, 2013). A **Figura 7.2-109** a seguir indica como as condições de declividade influenciam diretamente no balanço entre os processos de infiltração x de escoamento superficial.

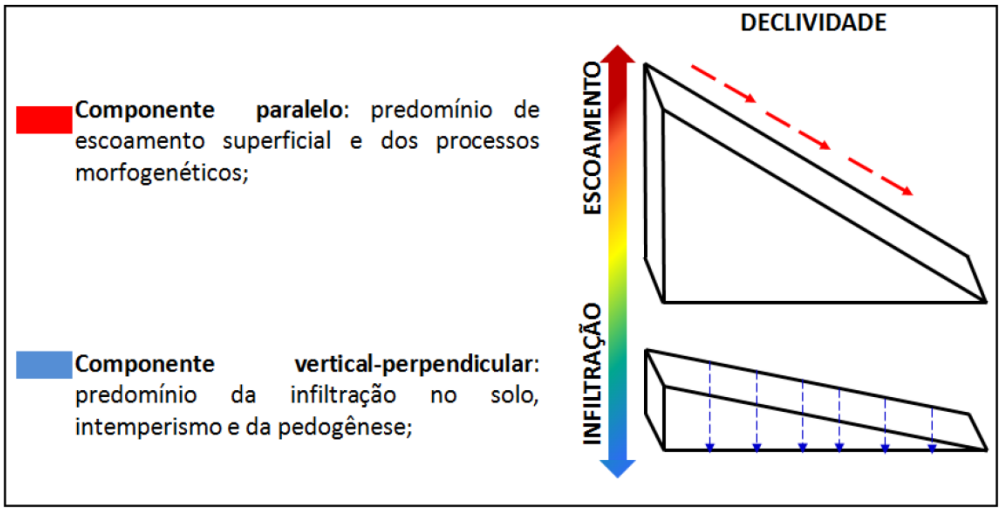


Figura 7.2-109. Influência do parâmetro declividade no processo de escoamento superficial e de infiltração (balanço morfogenético).
Fonte: Neto (2013).

Topograficamente as encostas dos platôs estão situadas entre as cotas 175 e 125 m, ou seja, imediatamente abaixo das bordas destes até a interface com o compartimento denominado 'Terras Baixas ou Baixios', caracterizando-se, por encostas ravinadas conformadas por nascentes e drenagens de primeira ordem as quais dão origem aos diversos Igarapés da área de estudo.

No contexto dos terrenos onde está a assentado o PNM e respectivas estruturas, as encostas associadas aos platôs são constituídas por superfícies inclinadas com declividade bastante elevada, variando entre 20% e 30%, com amplo predomínio com setores de 30%. Importa frisar que diversos e extensos setores ultrapassam a casa de 30%.

- Vertentes retilíneas

As encostas são predominantemente compostas por rampas de retilíneas com alto grau de inclinação, conforme apresentado na **Figura 7.2-110** e **Figura 7.2-111**. O comprimento das rampas, até os terrenos de 'Baixio ou Terras Baixas', onde ocorrem as mudanças nos níveis de declividade, são superiores a 150 m, com variações altimétricas com média de 120 m. A **Figura 7.2-112** apresenta perfis com as diferentes morfologias encontradas para as vertentes retilíneas e a sua interface com o topo dos platôs e a região de baixios.

Figura 7.2-110. Perfil de vertente de meia encosta com declividade entre 40 e 45%. Platô Rebolado (Próximo ao Ponto MF-41. Coord. UTM X: 533866; Y: 9813316).

Figura 7.2-111. Perfil de vertente de meia encosta com declividade entre 30 e 35%, superfície do terreno marcada pela linha tracejada branca. Platô Rebolado (Próximo ao Ponto MF-40. Coord. UTM X: 533866; Y: 9813316).

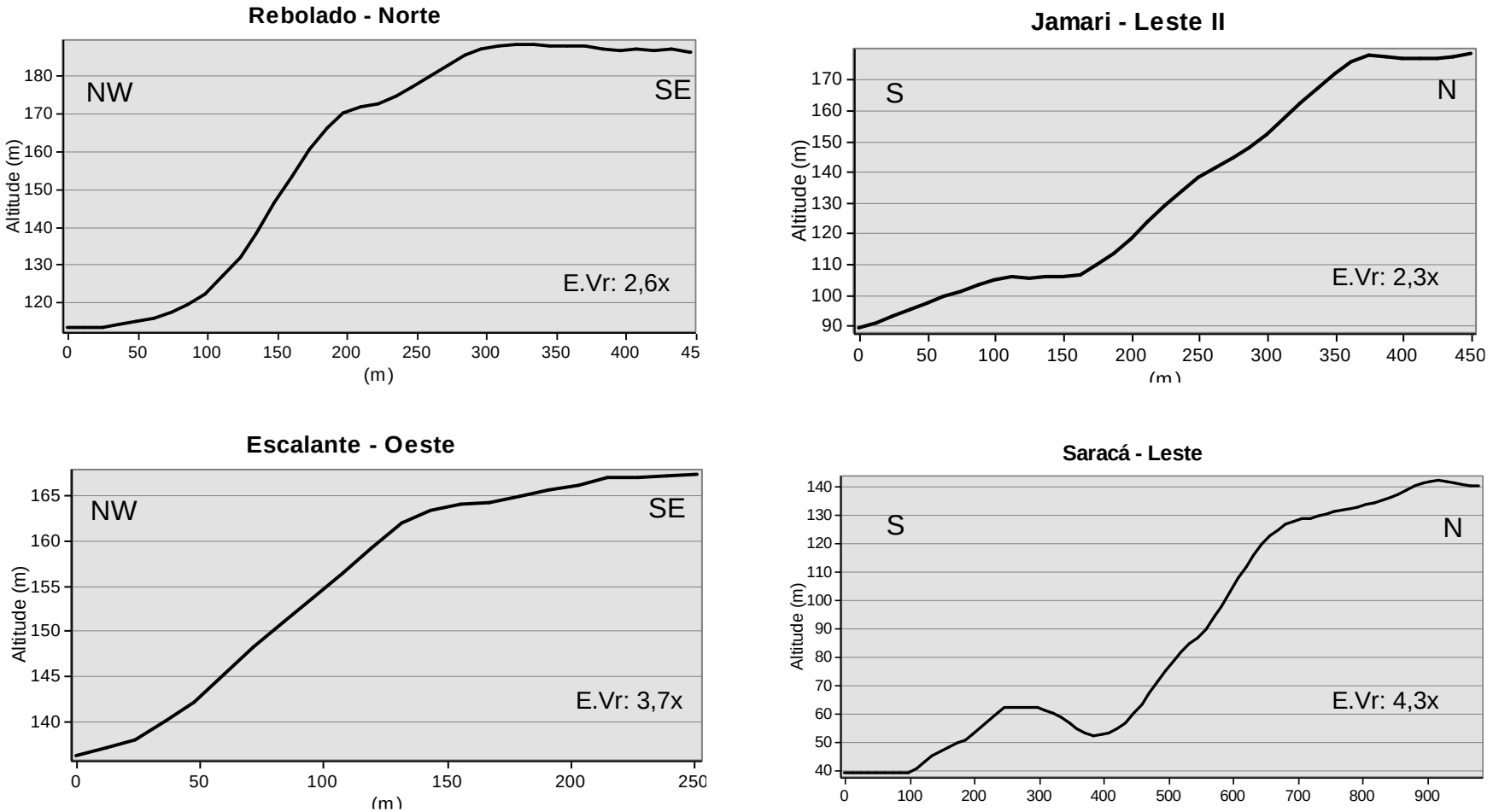


Figura 7.2-112. Perfis 5, 6, 7 e 8: Exemplos típicos de vertentes retilíneas.

Apesar da geometria retilínea não influenciar diretamente na convergência ou divergência dos fluxos superficiais são entendidas como setores de significativo potencial erosivo e movimentos de massa, ainda mais quando associadas a declividades elevadas, tal como percebe-se na AE, proporcionando fluxos com velocidade expressiva e elevado poder erosivo e de instabilizações.

- Vertentes convexas

Essas tipologias ocorrem associadas com elevadas amplitudes altimétricas, que chegam a 120 metros e rampas com comprimentos de até 300 metros. Conforme a vertente avança para cotas menores, também podem ser observadas formas côncavas associadas. Esses locais podem apresentar feições correspondentes ao início da superfície de materiais resultantes de cones de dejeção, representadas pelo acúmulo detrito laterítico de produtos erodidos de camadas superiores das vertentes e dos platôs. Por outro lado, esses terrenos também podem ser resultantes da mudança de litologia para materiais mais brandos e friáveis, com maior erodibilidade. As diferentes formas das vertentes convexas são apresentadas na **Figura 7.2-113**.

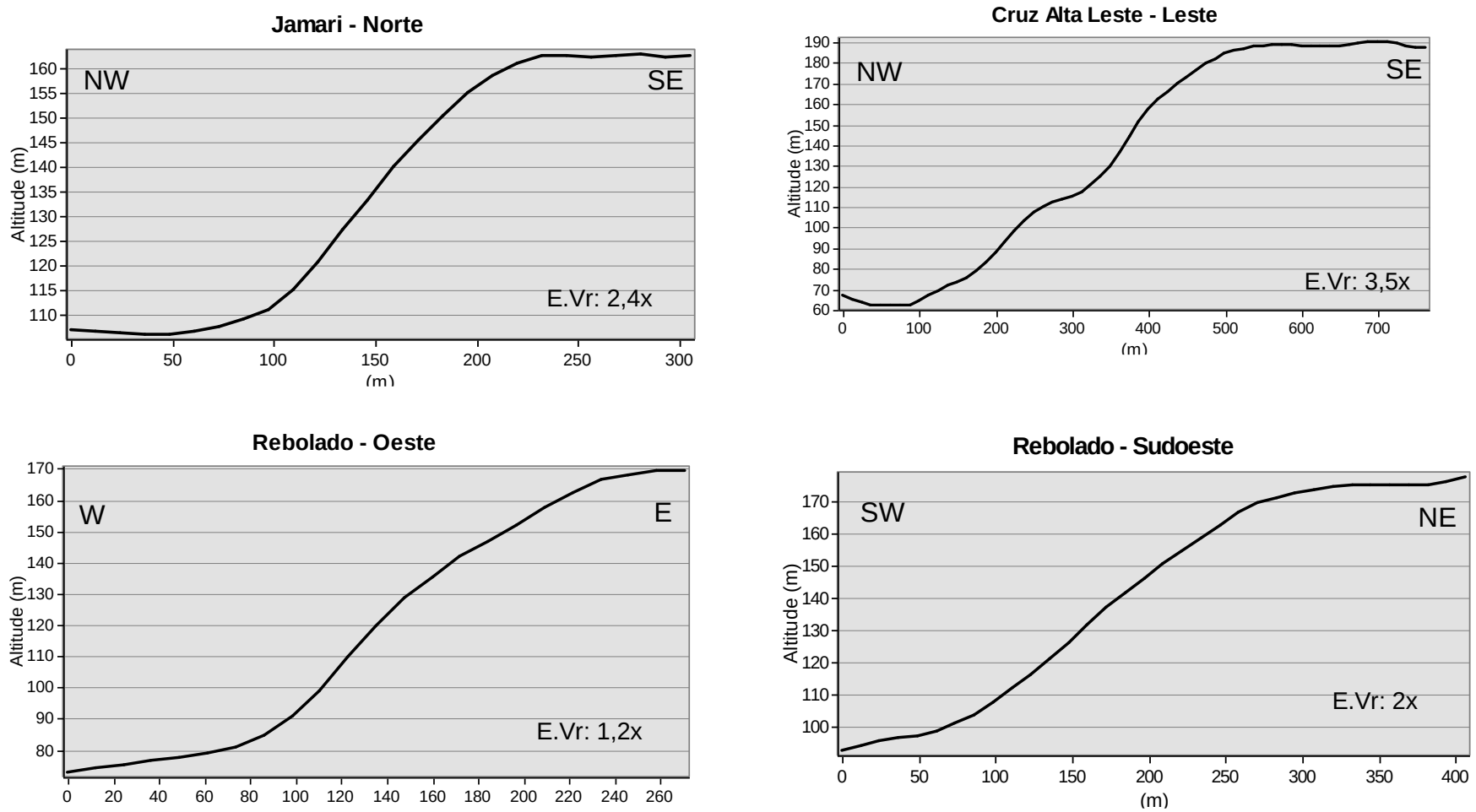


Figura 7.2-113. Perfis 9, 10, 11 e 12: Exemplos típicos de vertentes convexas.

Cabe informar que, via de regra, estas vertentes têm a tendência de divergir os fluxos de água superficial (setores convexos), e, em teoria, apresentam menor potencial erosivo e de movimentos de massa em geral quando comparadas aos segmentos côncavos e mesmo os retilíneos, porém são setores com intenso processo de esculturação do relevo, dado as declividades significativas, e rampas expressivas, gerando fluxos difusos de velocidade significativa.

- Vertentes côncavas

Além das geometrias anteriormente citadas, também há ocorrência de formas côncavas, principalmente em regiões de cabeceira de drenagens ou locais com mudanças texturais do substrato. Essas formas apresentam forte tendência a concentração de fluxos de águas superficiais (convergente), de tal maneira que os escoamentos se dão de forma concentrada nos caminhos de escoamento preferenciais.

Conforme verificado nos perfis da **Figura 7.2-114** as feições indicadas apresentam amplitudes de elevação em média de 70 metros, sendo verificados comprimentos de rampas de até 280 metros.

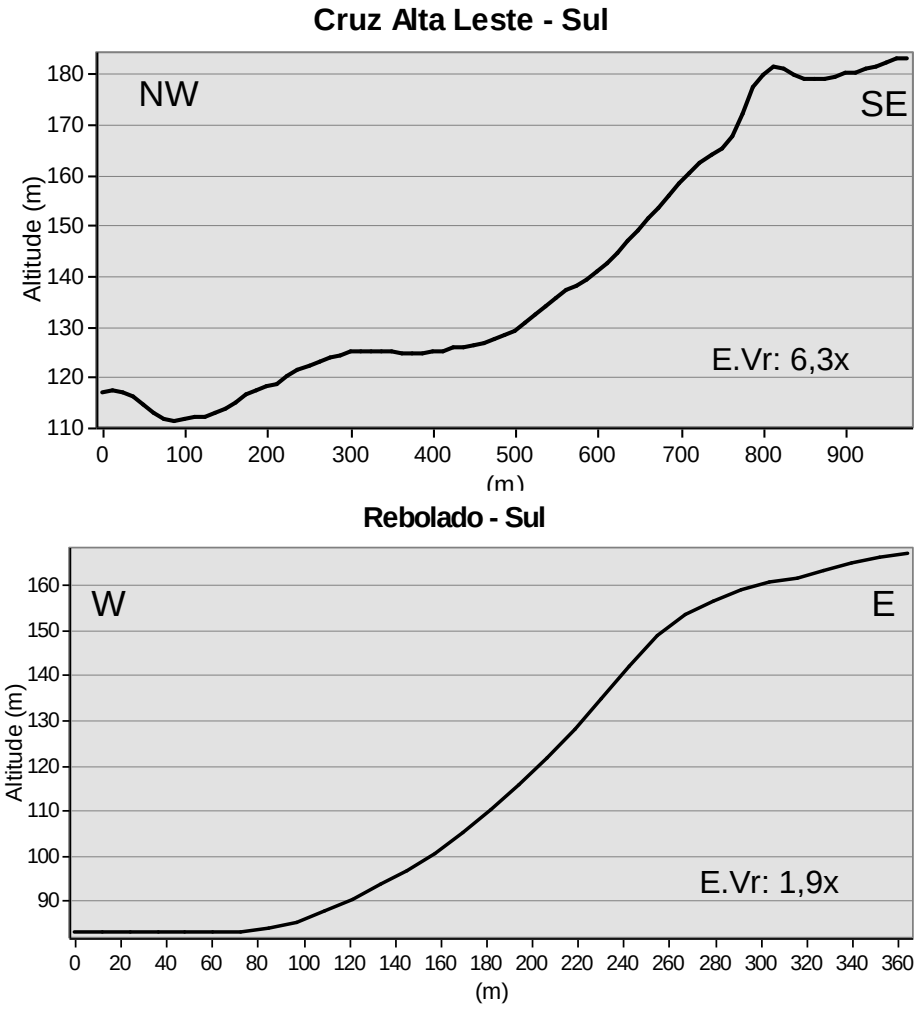


Figura 7.2-114. Perfis 13 e 14: Exemplos típicos de vertentes côncava.

Neste sentido, estas vertentes são compartimentos críticos aos processos erosivos e movimento de massa.

- Vertentes Escalonadas

A análise dos perfis topográficos elaborados e o reconhecimento campo permitiram identificar a ocorrência de padrões de vertentes marcados por rupturas de declividade diversas ao longo de suas superfícies, as quais foram denominadas de vertentes escalonadas. Estes escalonamentos ou rupturas nas superfícies ocorrem marcadas pela existência de degraus com diferentes inclinações e espaçamentos **(Figura 7.2-115)**, os quais são resultado das diferentes resistências à erosão e ao intemperismo dos materiais distribuídos ao longo das vertentes.

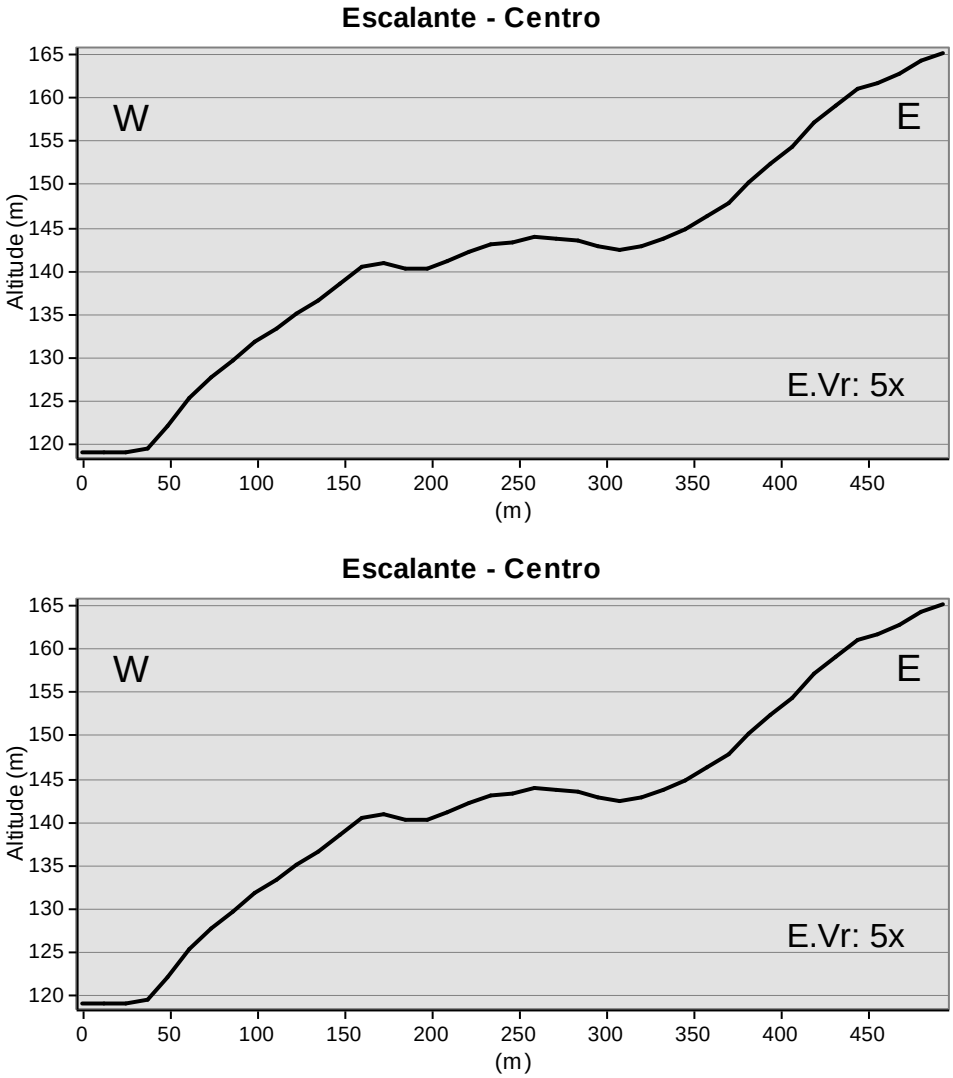


Figura 7.2-115. Perfis 15 e 16: Exemplos típicos de vertentes apresentando diferentes formas de escalonamento.

Via de regra, estes perfis são caracterizados por inflexões de declividade dos terrenos na proximidade com a borda do platô e na transição com as áreas de baixios, essa mudança da forma da vertente ocorre em detrimento do substrato litológico. O mesmo ocorre ao longo das vertentes, onde a presença de afloramentos de blocos in situ, referentes às cangas limoníticas, permitem a existência de patamares seguidos de ângulos mais acentuados das encostas **(Figura 7.2-116)**. Cabe informar que os blocos e fragmentos rochosos, bem como outros materiais inconsolidados podem ocorrer in situ ou como material coluvionar, inseridos em depósitos de cones de dejeção.

Figura 7.2-116. Perfil de vertente de meia encosta com ruptura abrupta de declividade marcada pela presença de camada contendo blocos de canga limonítica realçada pela linha tracejada vermelha e superfície do terreno em linha tracejada laranja. Platô Saracá (Ponto MF-03. Coord. UTM X: 567469; Y: 9812505).

Em suma, as vertentes associadas aos platôs, dada as declividades elevadas, amplitudes topográficas e comprimentos de rampas significativos, associadas às diferentes morfologias verificadas, proporciona processos morfogenéticos (esculturação do relevo) bastante enérgicos, potencializando o escoamento superficial, uma vez que o processo de infiltração é presumivelmente pequeno. Via de regra, nestas condições a velocidade dos fluxos é acentuada e com grande potencial de retirada de materiais e de gerar instabilidades nos terrenos, podendo ocorrer na forma difusa e/ou concentrada.

Além disso, deve-se destacar a ampla ocorrência de materiais in situ ou mesmo na forma de colúvios, com resistências e graus de coesão diferentes, podem ser remobilizados vertentes abaixo, tal como sugere a **Figura 7.2-117** e a **Figura 7.2-118** que indicam potenciais rolamentos de blocos e outros processos sob influência gravitacional. Estes materiais, quando no sopé das vertentes, também apresentam certa fragilidade diante dos processos de escoamento das águas e intervenções antrópicas sem o rigor técnico necessário.

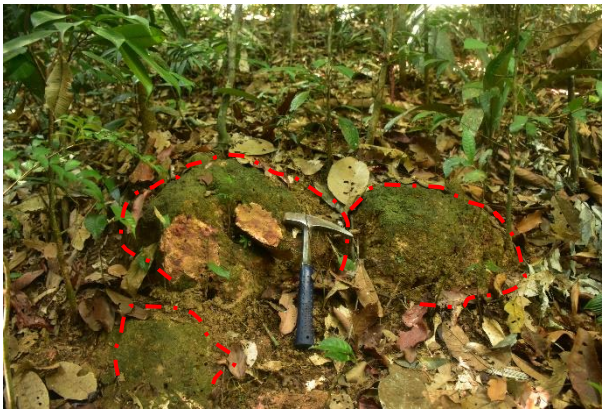


Figura 7.2-117. Blocos rolados de canga limonítica (contorno destacado em linha tracejada vermelha) em declividades de 40% e 45%. Platô Jamari (Próximo ao Ponto MF-141. Coord. UTM X: 523525; Y: 9806921).

Figura 7.2-118. Matacão rolado de vertente, em declividade superior a 35%, bloco delimitado pela linha tracejada vermelha. Platô Jamari (Próximo ao Ponto MF-144. Coord. UTM X: 523603; Y: 9807068).

No que se refere as bordas dos platôs, o relevo sofre inflexão, havendo encostas em grande parte convexas até a ruptura de declividade, que ocorre de forma abrupta ou gradual, passando a vertentes de formas variáveis (planas, côncavas, convexas e escalonadas) e com declividades predominantemente elevadas. As diferentes bordas dos platôs podem ser verificados na **Figura 7.2-119** e também nas figuras presentes nas descrições das Vertentes (**Figura 7.2-112** a **Figura 7.2-115**).

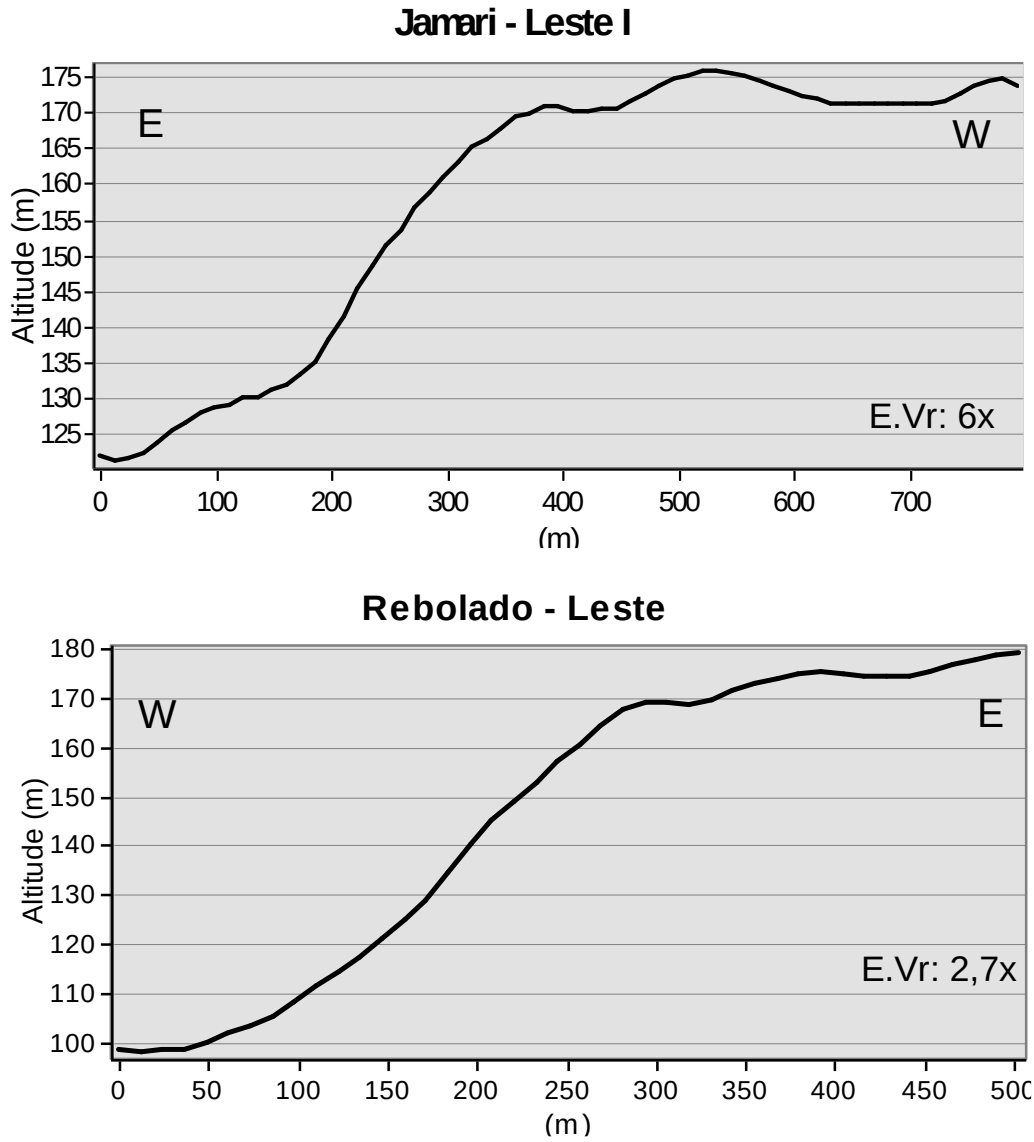


Figura 7.2-119. Perfil 3 e 4: Exemplos de formas das bordas dos platôs, com transição abrupta e gradual em direção à encosta.

As bordas dos platôs são feições reconhecidamente críticas, além da alta declividade, e transições para as encostas, abruptas ou não, devem ser ressaltadas as eventuais descontinuidades dos maciços associados aos platôs (falhas, fraturas) ligadas à neotectônica. Além disso, as encostas caracterizam-se como locais preferenciais para a surgência de águas subterrâneas, por apresentarem características típicas de aquíferos suspensos, conforme indicado nos item **7.2.5 Geologia** e no item **Hidrogeologia** do presente diagnóstico.

Conforme apontado por Frasa Engenheiros Consultores, a partir de estudos realizados para a MRN, intitulado ‘Estabelecimento do Limite de Exploração na Borda do Platô Bela Cruz”, foram evidenciadas diversas feições de detalhe (em colher ou funil; bancos topográficos isolados nas encostas; nascentes alinhadas; terraços sopé; e erosão remontante) que potencialmente atuam na instabilização destas. A importância do reconhecimento destas feições veem sendo foco de estudos específicos pelo empreendedor, conforme apontado no item **7.2.5 Geologia**

do presente diagnóstico, e são cruciais para definição das faixas de segurança. Ademais, as citadas feições potencialmente podem ocorrer nos demais platôs da AE, tal como já assinalado.

Deve ressaltar o papel da cobertura vegetal nestes e outros compartimentos do relevo. A cobertura vegetal tem uma função extremamente importante no escoamento superficial e controle da erosão pluvial. Diversos autores como Araújo; Almeida; Guerra (2005); Bertoni e Lombardi Neto (2008); Bigarella et al. (2003); Guerra (2003); Salomão (1999) entendem a cobertura vegetal como a defesa natural de um terreno contra a erosão, sendo seu efeito associado à proteção contra a energia proveniente da chuva e do escoamento superficial e no melhoramento das condições do solo.

Os efeitos protetores e/ou estabilizadores da cobertura vegetal, sintetizados pelo conceito de fitoestasia (TRICART, 1977), são: (i) a interceptação, em que as folhagens, caules, tronco e a serrapilheira absorvem a energia da chuva e impedem o destacamento do solo pelo impacto da chuva; (ii) a contenção, pois o sistema radicular auxilia fisicamente na estruturação das partículas de solo; (iii) o retardamento, isso porque os caules e as folhagens aumentam a rugosidade da superfície e diminuem a velocidade do escoamento superficial; (iv) a infiltração, pois as plantas e seus resíduos ajudam a manter a porosidade e a permeabilidade do solo, consequentemente, atrasando ou impedindo o início do escoamento superficial (ARAÚJO; ALMEIDA; GUERRA, 2005).

Sendo assim, a manutenção da cobertura vegetal significa maior estabilidade aos terrenos. Ademais, significa também a manutenção das taxas de infiltração da água pluvial nos solos, recarga dos sistemas aquíferos, entre outros processos.

C) Terras Baixas ou Baixios

Esta unidade geomorfológica corresponde a relevos ondulados que compreendem a transição entre os compartimentos ‘Encostas Associadas aos Platôs’ e as ‘Superfícies Aluviais’, compreendendo o intervalo entre as cotas de 20 a 120 m, drenada por diversos igarapés, circundados por igapós em sua foz junto à planície fluvial inundável da margem direita do rio Trombetas e na margem esquerda do rio Nhamundá.

Os dados hipsométricos **(Figura 7.2-97)** e os perfis topográficos típicos dessa unidade, expostos nas **Figura 7.2-120** e **Figura 7.2-121**, demonstram que o setor Norte das ‘Terras Baixas’, sentido rio Trombetas, apresenta maiores variações altimétricas em relação ao Setor Sul. À Norte, os valores médios de altimetria se encontram entre 40 e 120 metros, enquanto no setor Sul, ocorrem elevações entre 20 e 80 metros.

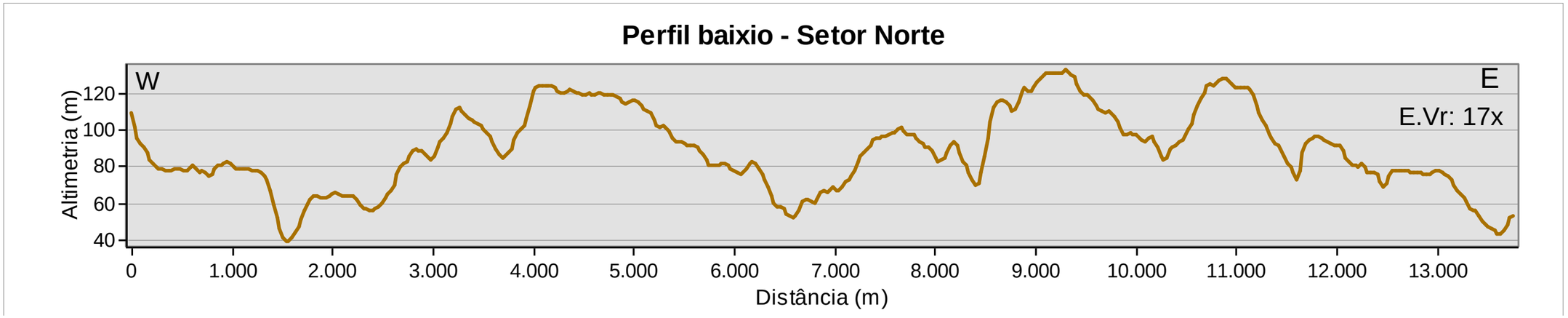


Figura 7.2-120. Perfil 17: Morfologia das Terras Baixas – Setor Norte.

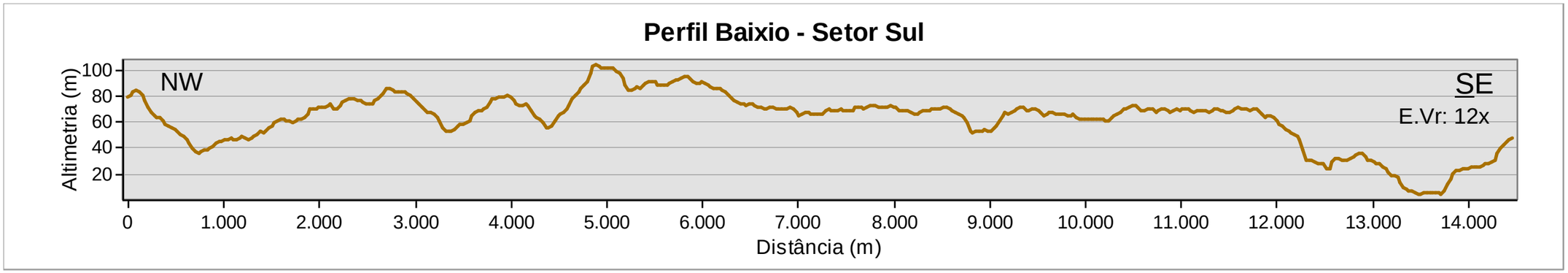


Figura 7.2-121. Perfil 18: Morfologia das Terras Baixas – Setor Sul.

Estes terrenos compreendem superfícies pediplanadas onde foram esculpidas morfologias diversas em interflúvios com encostas ravinadas (inr), interflúvios tabulares (it), interflúvios tabulares com drenagem densa (itd), colinas e ravinas (cr), conforme preconizado em RADAM (1976). Nota-se, que o referido setor Norte desta unidade compreende padrões de relevo mais dissecados ao passo que no setor Sul predominam padrões de relevo menos enérgicos.

Os modelados verificados, via de regra, apresentam topos variando entre tabulares e convexos, com extensões variadas, onde predominam declives suaves, por vezes, até 4%, porém com variações até 12%. Devido a morfologia dos topos e as declividades associadas sugere-se processos de morfogenéticos de menor intensidade e a infiltração parcial da água pluvial **(Figura 7.2-122)**.

Figura 7.2-122. Relevo característico de região de baixios, com topo aplainado e declividade suave. (ponto aproximado na Coord. UTM X: 557682; Y: 9773523).

No que tange as vertentes, ocorre o predomínio de geometrias variando entre retilínea e convexa, onde ocorrem, principalmente, declividades entre 6 e 12%. No setor Norte, a variação é sensivelmente maior, com setores de maior declividade (20%) perfazendo algumas cabeceiras de drenagem e terrenos mais entalhados pelo sistema de drenagem local, principalmente no terço inferior das vertentes. Localizadamente, alguns setores apresentam 30% ou mais. Ao passo que no setor Sul, as declividades predominantes encontram-se entre 6 e 12%, com setores localizados de até 20%, em geral, relacionados ao terço inferior de encostas.

Nas vertentes predomina o escoamento superficial difuso, cuja velocidade varia fundamentalmente em função da declividade. Em setores mais declivosos e cabeceiras de

drenagens podem ocorrer fluxos superficiais concentrados de maior poder erosivo e potencial para gerar outras instabilidades nos terrenos.

Devida a morfologia e declividades, em geral, mais suaves, o grau de erodibilidade e instabilidades dessa unidade de relevo é relativamente moderado, contudo, deve-se considerar os setores de maior declive, bem como as características geotécnicas da Formação Alter do Chão e respectivos saprolitos, que sugerem significativa suscetibilidade a processos erosivos, rupturas e movimentos de massa em taludes de cortes, conforme apresentado no (**Quadro 7.2-25** no item **7.2.5 Geologia** do presente diagnóstico).

Estes terrenos, quando associados às áreas desnudas ou com menor grau de proteção do solo (como pastagens e outros usos antrópicos), o potencial erosivo é ampliado, favorecendo o desenvolvimento de feições erosivas lineares como sulcos, ravinas e até mesmo voçorocas. Como exemplo, da suscetibilidade destes terrenos, têm-se o registro de ravinas com tendência ao voçorocamento próximo à margem do Igarapé Jamari, conforme apontado na **Figura 7.2-123.**

Figura 7.2-123. Feições erosivas do tipo voçoroca em terrenos desnudos nas margens do igarapé Jamari, próximo ao município de Terra Santa. Nota-se terço inferior com declive mais expressivo e vertentes variando em retilínea e convexo (ponto aproximado na Coord. UTM X: 555265; Y: 9771183).

Deve-se frisar ainda que os solos que recobrem estes terrenos são, predominantemente, os Neossolos Quartzarênicos, reconhecidos por apresentarem elevada erodibilidade.

D) Superfícies Aluviais

Essa unidade ocorre em diferentes faixas altimétricas, sempre adjacentes a igarapés e cursos d'água, onde predominam terrenos rebaixados, com declividades, em geral, menores do que 4%, caracterizados por superfícies predominantemente planas e amplitudes topográficas inexpressivas, resultando na predisposição à acumulação de sedimentos nesses terrenos.

Conforme apontamentos contidos em RADAM (1976) e respectivo mapeamento geomorfológico (**Figura 7.2-96**) nota-se, na AE definida, algumas variações morfológicas nas superfícies aluviais.

Destacam-se as superfícies aluviais mais desenvolvidas em terrenos próximos aos rios Trombetas, Nhamundá e igarapés de maior expressão, como, por exemplo, na proximidade da

foz do Jamari com o rio Nhamundá, onde são notórias calhas fluviais com larguras expressivas, que podem chegar a um quilômetro **(Figura 7.2-124)**. Nestas, são comuns a presença de ilhas fluviais de composição predominante de frações de areias **(Figura 7.2-125)**, resultantes do carreamento e acumulação de sedimentos de montante.

Nestes ambientes são verificados também planícies e terraços fluviais, onde ocorrem setores periodicamente ou permanentemente em estado de inundação, ligada, com ou sem ruptura de declive, à patamares mais elevados e/ou terraços fluviais resultante de aprofundamento e/ou deslocamento lateral do rio, com ou sem cobertura aluvial.

Figura 7.2-124. Calha fluvial de aproximadamente 500 metros no rio Trombetas (ponto aproximado na Coord. UTM X: 569185; Y: 9838532).

Figura 7.2-125. Ilha fluvial próximo da foz entre o Igarapé Jamari e o rio Nhamundá (ponto aproximado na Coord. UTM X: 555161; Y: 9767084).

Além das amplas calhas e superfícies aluviais citadas, são verificadas também diversos ambientes aluviais de menor porte, variando entre vales abertos **(Figura 7.2-126** e **Figura 7.2-127)** e fechados **(Figura 7.2-128)**.

Figura 7.2-126. Superfície aluvial com larga planície de inundação do Igarapé Jamari (ponto aproximado na Coord. UTM X: 550521; Y: 9786945).

Figura 7.2-127. Superfície aluvial do Igarapé Jamari visto de cima da ponte (ponto MF-154 Coord. X: 550501; Y: 9786980).

Os cursos d'água de menor expressão e/ou em trechos mais próximos aos platôs, a dimensão espacial de algumas dessas unidades pode não ser representadas devido a expressão areal destas superfícies aluviais. Como exemplo, as **Figura 7.2-128** a **Figura 7.2-130** planícies aluviais estreitas, apenas mapeáveis em escalas de maior detalhe. Em geral, nesses casos, as unidades apresentam planícies de inundação também restritas.

Figura 7.2-128. Planície aluvial, em área de declividade inferior a 4%. Ponto MF-136 margem de igarapé. (Coord. UTM X: 529843; Y: 9806222).

Figura 7.2-129. Igarapé em vale aberto com declividade entre 4 e 10%. Ponto MF-159 margem de igarapé. (Coord. UTM X: 533992; Y: 9798762).

Figura 7.2-130. Planície aluvial, o vale ocorre em área de declividade de 3%, enquanto seus taludes marginais apresentam inclinações de 19%. Ponto MF-118 margem de igarapé. (Coord. UTM X: 538348; Y: 9806825).

Em geral, o substrato desta unidade é marcado por sedimentos aluvionares de depósitos recentes, do Quaternário, geralmente inconsolidados e de constituição diversa, compreendendo materiais arenosos com variação granulométrica entre areias finas a médias e média a grossas, também ocorrendo frações de arias fina a médias silto-argilosos. O reconhecimento de campo constatou a presença localizada de seixos e matacões. Potencialmente nestes ambientes podem ocorrer níveis de argilas.

No mais, a ocorrência de matéria orgânica nas zonas alagadiças também é característica, juntamente com a baixa profundidade em parte dos sistemas fluviais, caracterizados por igarapés.

Importa destacar que o PNM prevê, no acesso entre os platôs Teófilo (margem Leste do igarapé Jamari) e os platôs Jamari e Barone (margem Oeste), a implantação de uma obra de arte especial (ponte) com cerca de 218,5 metros de extensão **(Figura 7.2-131)**.

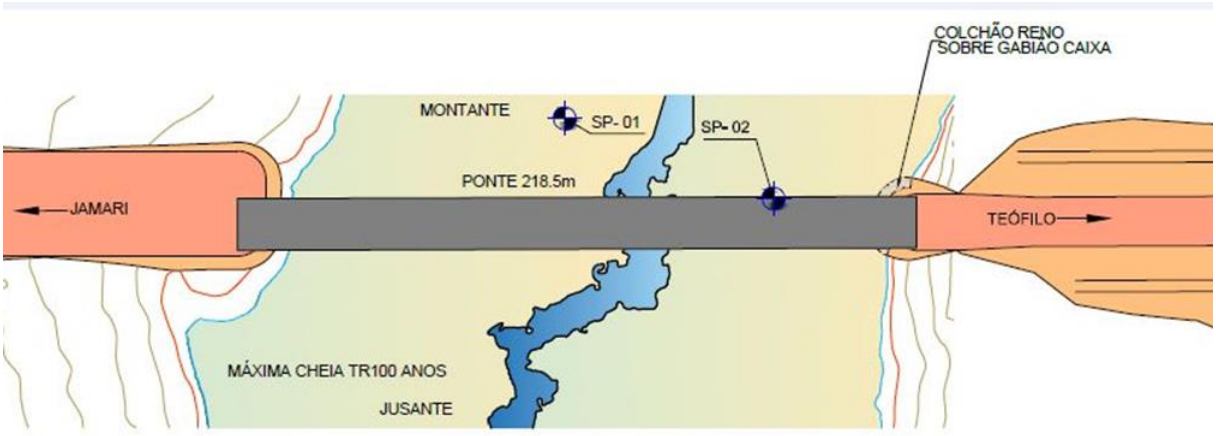


Figura 7.2-131. Planta ilustrativa de ponte para a travessia do Igarapé Jamari.
Fonte: Hatch (2019).

Especificamente essa área é marcada por uma extensa planície aluvial com leito maior de inundação com largura aproximada de 220 metros. Conforme descrito no item **7.2.5 Geologia** deste diagnóstico, a sondagem JMA-SPT-02 realizada no local em que está projetada a ponte,

possui 23,45 metros de profundidade sendo predominantemente composta por intercalações de areia fina a média e horizontes de argila siltosa, onde os 11,50 metros do furo correspondem a camada de aluvião.

Na referida travessia nota-se, conforme indicado na **Figura 7.2-132**, certa assimetria em relação aos terrenos adjacentes à superfície aluvial, sendo a margem Leste do igarapé com maior declive que ascende gradualmente, com inclinação variável entre 12% e 25%, seguindo em direção ao Platô Teófilo. Enquanto na margem Oeste, ocorrem terrenos com declividades menores, apresentando valores de declividade em média inferiores a 7%.

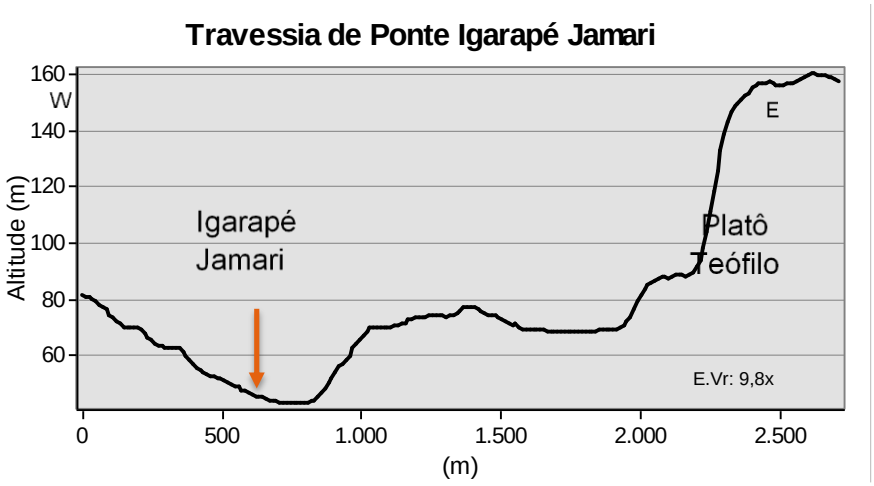


Figura 7.2-132. elevação no entorno da travessia do Igarapé Jamari.

Vale destacar que as superfícies aluviais são compartimentos geomorfológicos naturalmente configuradas para o recebimento de sedimentos, seu transporte e acumulação, neste sentido são potencialmente suscetíveis aos processos de assoreamento. Por vezes, apresentam permanente estado de saturação, com a presença de terrenos alagadiços devido ao lençol freático subsuperficial, dificultando a drenagem e o escoamento das águas.

Via de regra, possuem baixa capacidade de suporte, não se prestando a fundações e nem a aterros sanitários, lagoas de decantação e outros usos correlatos devido à facilidade de contaminação dos aquíferos por sua maior porosidade efetiva e maior permeabilidade. Além disso, vale ressaltar a facilidade de movimentação dos sedimentos devido à inconsistência dos materiais detríticos, estando os mesmos sujeitos à erosão por enxurradas, podendo eventualmente ocorrer desbarrancamentos e solapamentos nas margens dos igarapés.

7.2.7. Pedologia

Este item tem como objetivo apresentar e caracterizar os principais aspectos pedológicos, regionais e locais, da AE dos Meios Físico e Biótico, perfazendo as principais características morfológicas, física e horizontes diagnósticos de forma a indicar as principais potencialidades e restrições, corroborando para a caracterização dos processos de dinâmica superficial existentes e/ou que possam ser deflagrados durante o ciclo de vida do PNM.

Ademais, apresenta uma avaliação sucinta em relação a aptidão agrícola e a capacidade de uso das terras, considerando o uso potencial e o uso atual dos terrenos da área de estudo, bem como as normas estabelecidas para o uso do território protegido da Floresta Nacional de

Saracá-Taquera, Assim, são destacados as principais restrições e fragilidades dos solos e respectivas potencialidades para usos agronômicos em geral.

Importa informar que a capacidade de suporte dos terrenos, bem como a descrição pormenorizada dos processos de dinâmica superficial solicitados no item 5.1.6.C do TR do emitido pelo IBAMA é apresentado no **item 7.2.8 Suscetibilidade aos Processos de Dinâmica Superficial** deste estudo ambiental.

Por fim, conforme já contextualizado no capítulo Procedimentos do Licenciamento (**item 2** do estudo), a primeira versão deste estudo foi protocolada junto ao Ibama por meio da correspondência DS-204/2020 (SEI 7612241).

Após a análise do estudo, o Ibama encaminhou, em 22/09/20, por meio do Ofício N° 674/2020/COMIP/DILIC, o Parecer Técnico (PT) Nº 176/2020-COMIP/CGTEF/DILIC trazendo a “Checagem de aderência do EIA/Rima ao Termo de Referência (TR) para aceite desses estudos ambientais (checklist)”. No Ofício N° 674/2020 a MRN é comunicada que o EIA-Rima do PNM foi devolvido para atendimento às solicitações/adequações indicadas no PT Nº 176/2020.

Visando esclarecer alguns pontos da análise apresentada no PT Nº 176/2020, a MRN solicitou uma reunião com a equipe da Coordenação de Licenciamento Ambiental de Mineração e Pesquisa Sísmica Terrestre (COMIP) que ocorreu em 01/10/20. Na referida reunião, entre outras questões, foram abordados pontos específicos à temática ‘Pedologia’, sobretudo em relação a realização de análises físico-químicas e correlatos nas unidades pedológicas identificadas, que se encontram transcritos no documento “Ata de Reunião” (SEI nº 8501895) emitido em 17/11/20.

Todas as tratativas relacionadas à citada temática, bem como as ações pertinentes a serem tomadas, foram formalizadas por meio da correspondência DS472/2020, protocolada em 26/11/20, e DS392/2021 (SEI 11167287) protocolada em 26/10/21, conforme alinhamento feito em reunião com a equipe técnica do Ibama, em 18/08/21.

7.2.7.1. Considerações Metodológicas

Para caracterização do contexto pedológico regional da AE utilizou-se como principal referência o Mapa Pedológico do Projeto RADAM (1976) e a descrição das classes de solo segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS (Embrapa, 1999, *in* Oliveira *et al*.,1999). Vale salientar que na época do Projeto RADAM ainda não se encontrava em vigor o sistema brasileiro de classificação de solos. Assim, a apresentação das classes de solo entre parênteses consiste no nome equivalente do SiBCS.

Para o contexto local foram utilizados como referência dois mapeamentos pedológicos, sendo: (i) constante no Plano de Manejo da Floresta Nacional de Saracá-Taquera (ICMBio, 2001), em escala 1:100.000; e (ii) constante em BRANDT Meio Ambiente (2007) elaborado no âmbito do EIA denominado ‘MINERAÇÃO DE BAUXITA NOS PLATÔS BELA CRUZ, ARAMÃ, GREIG, TEÓFILO, CIPÓ E MONTE BRANCO’ (Zona Leste) da MRN, produzido em escala 1:25.000.

Adicionalmente, foram utilizadas imagens do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), com resolução espacial de 30 m, projeto este liderado pela Agência Nacional de Inteligência Geoespacial e pela NASA, dos Estados Unidos (https://earthexplorer.usgs.gov/), bases

topográficas e imagens de satélite disponíveis em Google Earth Pro, as quais possibilitaram a caracterização da topografia, a elaboração das cartas hipsométrica e isoclinográfica, bem como dos perfis topográficos de interesse. Ademais, vale frisar que também foram utilizados mosaicos ortoretificados de imagens oriundas do satélite Landsat8, conforme já citado anteriormente, possibilitando assim a plena compartimentação e caracterização geomorfológica da área de interesse.

A partir da interpretação das imagens de radar e satélite, bem como dos subprodutos gerados e inferências realizadas em função do contexto fisiográfico foi possível extrapolar os mapeamentos referência citados de forma a perfazer toda a AE proposta no presente estudo ambiental.

Ademais, foram integrados a presente caracterização os dados oriundos das atividades de campo realizadas entre os dias 21 de agosto a 08 de setembro de 2019.

7.2.7.2. Caracterização Regional

Este item tem como premissa contextualizar a inserção da AE no âmbito regional, de forma a descrever e caracterizar os principais aspectos pedológicos desta e seu entorno com base em dados secundários.

Segundo o Mapa Pedológico do Projeto RADAM (1976) ocorrem na Área de Estudo e entorno as classes de solos Latossolos e Gleissolos, representadas pelas subordens Latossolo Amarelo Distrófico (contido na AE), Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (com ocorrência ao norte da AE), Gleissolo Melânico (contido na AE), respectivamente, que são descritas abaixo.

O Latossolo Amarelo Distrófico (LA) são solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200 cm da superfície do solo ou dentro de 300 cm, se o horizonte A apresenta mais de 150 cm de espessura.

Apresentam perfis com sequência de horizontes A, B e C, com profundidades que alcançam frequentemente mais de 200 cm e transições difusas entre os horizontes A e B, por vezes graduais. São ácidos, bem drenados, bastante porosos e permeáveis, o que lhes confere acentuada resistência à erosão.

Mesmo os latossolos bastante argilosos apresentam excepcional porosidade total, sendo comuns valores de 50-60%. Devido à sua elevada permeabilidade interna e à baixa capacidade adsortiva, esses solos se qualificam como pouco filtrantes. Tal atributo os torna, independentemente de sua espessura, vulneráveis a poluição dos aquíferos por materiais tóxicos neles depositados.

A saturação de bases é caracteristicamente baixa, normalmente inferior a 20%, reflexo da pobreza mineral do material de origem, representado por sedimentos arenosos a areno-siltosos da Formação Alter do Chão.

A baixa fertilidade natural condiciona um aproveitamento limitado desses solos, embora apresentem condições físicas e relevo favoráveis à mecanização e ao uso de fertilizantes.

Os latossolos, quando argilosos, são considerados como solos de baixa erodibilidade, enquanto os latossolos de textura franco-arenosa, devido à baixa coesão e adesão são mais suscetíveis à erosão (Oliveira et al, 1999).

A baixa atividade das argilas dos Latossolos confere a estes solos diminuta expansibilidade e contratibilidade, o que qualifica os de textura argilosa como excelente material para bases de estradas. Por serem bastante profundos e porosos são bastante apropriados para cemitérios e aterros sanitários (Oliveira *et al*, *op.cit*).

Na região de estudo (RADAM, 1976), como variação desta unidade ocorre o Latossolo Amarelo Distrófico Plíntico de textura média a e argilosa (Latossolo Amarelo) e associados à mesma estão os Solos Concrecionários Lateríticos Indiscriminados Distróficos (Plintossolo Pétrico), Areias Quartzosas Distróficas (Neossolo Quatzarênico), Glei pouco Húmico Distrófico textura argilosa (Gleissolo Melânico), Laterita Hidromórfica Distrófica textura indiscriminada (Plintossolo Argilúvico), Podzólico Vermelho Amarelo textura média a muito argilosa (Argissolo Vermelho-Amarelo), Podzólico Vermelho Amarelo cascalhento ou concrecionário textura argilosa (Argissolo Vermelho-Aamarelo), Podzol Hidromórfico (Espodossolo Humilúvico), Terra Roxa Estruturada Eutrófica textura argilosa (Nitossolo Vermelho) e Solos Litólicos Distróficos textura indiscriminada (Neossolos Litólico).

Na AE, conforme RADAM (1976), estes solos predominam largamente, ocorrendo no topo dos platôs e nas médias e altas encostas das principais drenagens.

O Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (LVA), constante ao norte da AE, compreende solos com horizonte B latossólico que guardam estreita relação com o alto grau de intemperismo a que foi submetida a rocha matriz, caracterizando-se por baixos teores de Fe2O3, ocasionando cores intermediárias entre o vermelho e o amarelo, baixo conteúdo de materiais primários, fração argila constituída por minerais do tipo caolinita e óxidos de ferro e alumínio, originando baixa capacidade de troca catiônica.

São solos de profundidade normalmente superior a 200 cm, cuja sequência normal dos horizontes nos perfis é A, B e C, estando os mesmos quase sempre subdivididos e apresentando entre si transição difusa ou gradual.

Nestes solos, a soma de bases, a capacidade de troca de cátions e a saturação das bases são muito baixas, como consequência da pobreza dos solos. Por outro lado, a saturação com alumínio é elevada e sempre superior a 70%.

Os Latossolos Vermelhos-Amarelos argissólicos geralmente apresentam relação textural ligeiramente superior aos Latossolos típicos, o que lhes confere uma erodibilidade pouco maior.

Na região de estudo (RADAM, 1976), como variação desta unidade, ocorrem o Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico plíntico textura argilosa e o Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico concrecionário textura argilosa, estando à mesma associados principalmente o Podzólico Vermelho Amarelo textura argilosa (Argissolos Vermelho-Amarelo), Podzólico Vermelho Amarelo concrecionário textura argilosa (Argissolos Vermelho-Amarelo), Latossolo Vermelho Escuro Distrófico textura argilosa (Latossolo Vermelho), Solos Concrecionários Lateríticos Indiscriminados Distróficos textura variada (Plintossolo Pétrico) e Solos Litólicos Distróficos textura indiscriminada (Neossolo Litólico).

São encontrados em relevo que varia de suave ondulado a forte ondulado, ocorrendo de forma discreta na porção extremo norte da AE, onde estão relacionados às rochas paleozoicas da Formação Nova Olinda (com ocorrência ao norte da AE).

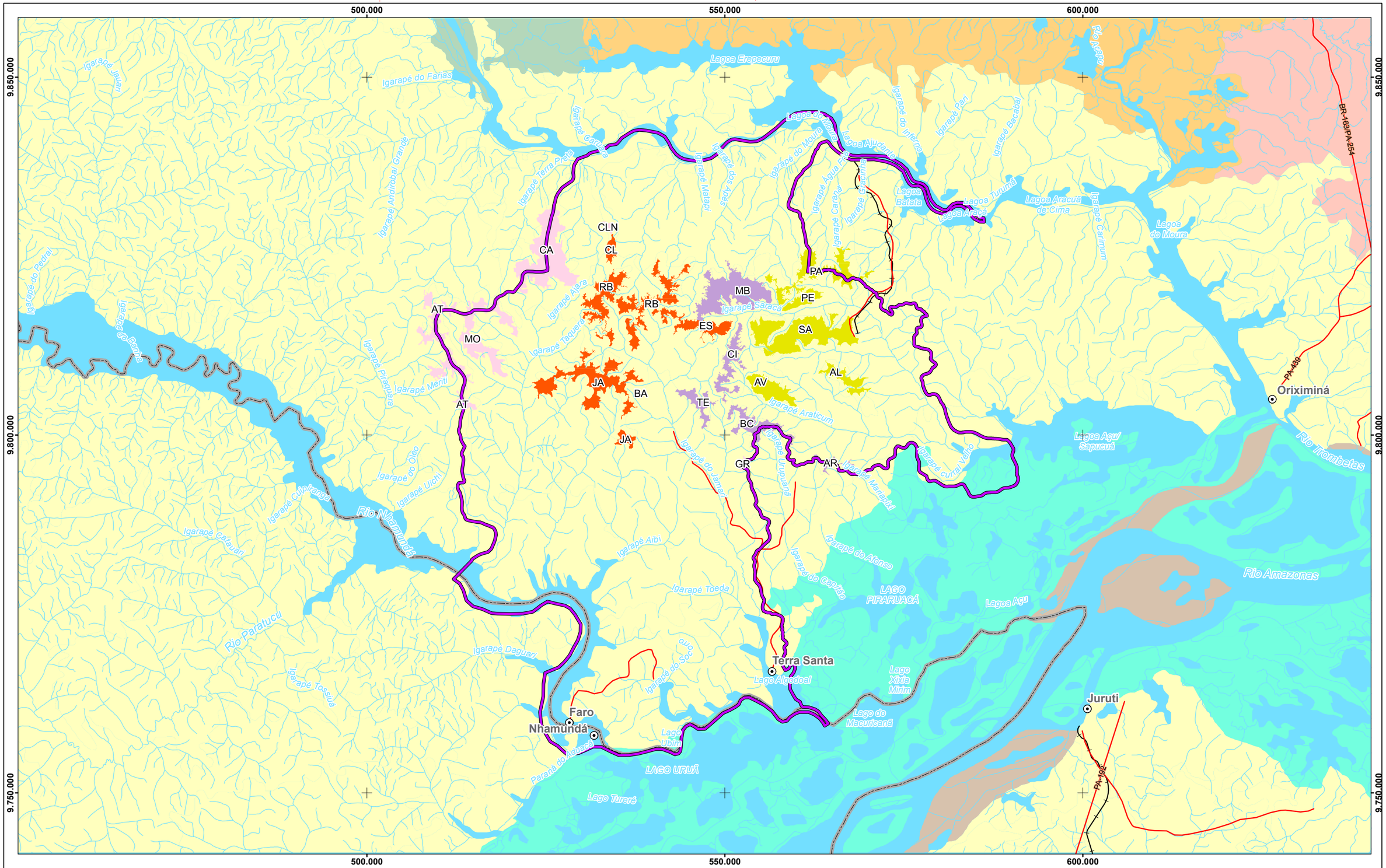
Os solos Glei Pouco Húmico Eutrófico e Distrófico (Gleissolo Melânico) são solos pouco desenvolvidos que sofrem a ação do lençol freático próximo à superfície em alguma época do ano, apresentando horizontes superficiais orgânico-minerais de espessura variável onde a matéria orgânica pode estar total ou parcialmente decomposta, constituindo um horizonte A moderado.

São solos pouco profundos localizados em relevo plano, pouco permeáveis, imperfeitamente a mal drenados, com textura variável, ocorrendo mosqueados de coloração vermelha, reflexo da alternância de períodos saturados de umidade e períodos onde ocorre a aeração destes solos. Variam de fortemente ácidos a medianamente ácidos, apresentando saturação com alumínio com valores muito variáveis.

Aparecem associados a Solos Aluviais Eutróficos (Neossolo Flúvico), à Laterita Hidromórfica Distrófica (Plintossolo Argilúvico) e ao Podzólico Vermelho Amarelo plíntico (Argissolo Vermelho-Aamarelo), ocorrendo caracteristicamente às margens do rio Amazonas e de seus afluentes. Cabe destacar que apesar destas classes não terem sido mapeadas pelo Projeto RADAM no território da AE dada a escala do mapeamento de referência, estas ocorrem de forma mais expressiva ao longo das principais drenagens da AE.

Estes solos se originam de sedimentos silto-argilosos relacionados ao Quaternário recente, ocorrendo na porção sul-sudeste da AE junto à foz dos igarapés Saracá e Jamari, que drenam os platôs bauxíticos.

A **Figura 7.2-133** exibe o mapa pedológico regional da AE.



Referência Locacional
- Sede Municipal
- Limite Estadual

Hidrografia
- Curso d'água
- Massa d'água

Sistema de Transporte
- Rodoviário
- Ferroviário

Área de Estudo
- Meio Físico e Biótico

Platôs
- Objeto do PNM
- Em Operação
- Exauridos
- Demais Platôs

Pedologia
- Latossolo Amarelo Distrófico
- Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico
- Argissolo Vermelho Amarelo
- Neossolo Flúvico
- Gleissolo Melânico
- Plintossolo Háplico

AL - Almeidas
AR - Aramã
AT - Avertano
AV - Aviso
BA - Barone
BC - Bela Cruz
CI - Cipó
CA - Cruz Alta
CL - Cruz Alta Leste
CLN - Cruz Alta Leste - Norte
ES - Escalante
GR - Greigh
JA - Jamari
MB - Monte Branco
MO - Morcego
PA - Papagaio
PE - Periquito
RB - Rebolado
SA - Saracá
TE - Teófilo

REFERÊNCIAS

Fontes:
- IBGE, 2017.
- ARCADIS, 2019.
- RADAM, 1976.

N

0 2,5 5 10 15 20 Km

Sistema de Coordenadas UTM SIRGAS2000 F21S

MACROLOCALIZAÇÃO

Mineração Rio do Norte

ARCADIS

PROJETO: EIA - PNM

MAPA: Mapa Pedológico Regional

ELAB:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
ARCADIS S.A.	1:500.000	Única	26/10/2021

FORMATO: A3

Figura 7.2-133. Mapa Pedológico Regional da Área de Estudo.

7.2.7.3. Caracterização Local

Conforme já explanado, para a caracterização pedológica local, foram utilizados como referência dois mapeamentos pedológicos, ICMBio (2001) elaborado no Plano de Manejo da Floresta Nacional de Saracá-Taquera (em escala 1:100.000) e BRANDT Meio Ambiente (2007) elaborado no âmbito do EIA Zona Leste da MRN (em escala 1:25.000).

A partir da interpretação imagens de radar e de satélite citadas e dos subprodutos gerados foi realizada a complementação e reinterpretação dos mapeamentos de referência de forma a perfazer toda a AE proposta no presente estudo ambiental, considerando também a correlação entre as unidades pedológicas e compartimentos geomorfológicos locais.

No contexto do Plano de Manejo da Flona de Saracá-Taquera (ICMBio, 2001) foi realizado amplo reconhecimento da cobertura pedológica do território da citada Flona território este que engloba parcela significativa da área de estudo definida para os meios físico e biótico, bem como os platôs e demais estruturas previstas ao PNM.

Para caracterização das unidades pedológicas da Flona (ICMBio, 2001) foram consultadas bases e levantamentos temáticos do meio físico pré-existentes (geologia, geomorfologia e solos), incluindo as informações de alguns perfis de solos analisados no âmbito do projeto 'Inferências para Recuperação de Terras em Áreas onde a Bauxita é Explorada, Sugeridas pelos Solos Presentes', desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA, 1982) para a antiga área de mineração da Alcoa. Foram realizadas também investigações por meio de tradagens (com trado do tipo holandês) e verificação de perfis abertos em estradas e em áreas sob mineração, bem como foram coletadas amostras para análise das principais caraterísticas físicas e químicas de interesse das principais tipologias de solos verificadas.

Em suma, o referido levantamento pedológico (ICMBio, 2001), e respectivo mapeamento e descrições associadas tiveram como base a interpretação de dados morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos dos solos, os quais foram associadas aos padrões fisiográficos da paisagem em estudo, permitindo a elaboração do mapa de solos da Floresta Nacional, na escala de 1:100.000, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos Embrapa (1999), procurando alcançar o nível 4º nível categórico. O **Quadro 7.2-26** apresenta as unidades de mapeamento pedológico identificadas em (ICMBio, 2001) e respectivas associações consideradas.

No âmbito do EIA relacionado ao processo de licenciamento da Zona Leste da MRN, elaborado por BRANDT Meio Ambiente (2007), foi realizado amplo reconhecimento da cobertura pedológica para as áreas de influência propostas.

O referido estudo contemplou basicamente as seguintes etapas: (i) revisão da literatura; (ii) levantamento de campo; (iii) análises laboratoriais; e (iv) discussão e apresentação dos resultados. Destaca-se que o levantamento de campo objetivou a caracterização pedológica *in situ* da área de interesse, incluindo a descrição de perfis descritos 25 perfis em trincheiras e cortes de estradas, além do registro e caraterização de diversos pontos de interesse. Ademais, foram selecionados os perfis mais representativos onde foram coletadas cerca de 23 amostras para caracterização física e química.

Apesar de algumas diferenciações entre as unidades de mapeamento pedológicos apresentadas em ambas as referências assinaladas, nota-se que as ordens e subordens

apresentam certa correspondência. As diferenciações se dão nos demais níveis taxonômicos. Outro ponto que importa ser destacado, é que em ambas as referências se verificou forte correlação entre os compartimentos geomorfológicos locais e as unidades de mapeamento pedológico, o que permite a extrapolação das tipologias e solos em função das unidades geomorfológicas definidas.

O **Quadro 7.2-26** subsequente apresenta a correlação entre as unidades dos mapeamentos pedológicos, BRANDT Meio Ambiente (2007) e ICMBio (2001), com as unidades geomorfológicas de caráter local, a saber: (i) ‘Topos dos Platôs’; (ii) ‘Encostas Associadas aos Platôs’; (iii) ‘Terras Baixas ou Baixios’; e (iv) ‘Superfícies Aluviais’. Por fim, são apresentadas as unidades consideradas no presente estudo ambiental.

Quadro 7.2-26. Correlação entre as unidades de mapeamento pedológico apresentadas por ICMBio (2001), BRANDT Meio Ambiente (2007), unidades geomorfológicas locais e unidades de mapeamento adotadas no presente estudo ambiental.

Legenda Adotada por BRANDT MEIO AMBIENTE (2007) - 1:25.000		Legenda Adotada por ICMBio (2001) - 1:100.000		Área de Estudo do Meio Físico Biótico do PNM	Compartimento Geomorfológico
Unidade de Mapeamento	**Tipologias Identificadas**	**Unidade de Mapeamento**	**Tipologias Identificadas**	**Tipologias**	
Latossolo Amarelo (LA)	Latossolo Amarelo Coeso Típico, A moderado Latossolo Amarelo Distrófico Petroplíntico, A moderado. Argissolo Amarelo Distrófico Abrúptico Petroplíntico, A moderado.	Lad	Latossolo Amarelo Distrófico típicos, textura muito argilosa, A moderado Latossolo Amarelo Alumínico, textura muito argilosa, A moderado	Latossolo Amarelo	Topo dos platôs
Argissolo Vermelho (PV)	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico Plíntico, A moderado Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico típico. Argissolo Amarelo Distrófico Arênico, A moderado.	PVAa	Argissolo Vermelho-Amarelo Alumínico típico, textura argilosa cascalhenta, concrecionário, A fraco e A moderado. Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico arênico, textura média, A fraco. Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, textura média e argilosa cascalhenta,	Argissolo Vermelho-Amarelo e Amarelo	Encostas associadas aos Platôs

Legenda Adotada por BRANDT MEIO AMBIENTE (2007) - 1:25.000		Legenda Adotada por ICMBio (2001) - 1:100.000		Área de Estudo do Meio Físico Biótico do PNM	Compartimento Geomorfológico
Unidade de Mapeamento	**Tipologias Identificadas**	**Unidade de Mapeamento**	**Tipologias Identificadas**	**Tipologias**	
			concrecionários, A moderado.		
Neossolos Quartzarênicos (AQ)	Neossolo Quartzarênico Órtico, A moderado Espodossolo Cárbico Órtico Típico, A moderado	Lad	NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Órticos típicos, A fraco NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico gleico, A fraco	Neossolo Quartzarênico	Terras baixas ou baixios
Gleissolos HG	Neossolo Quartzarênico Hidromórfico, A moderado.	Gxbd	Gleissolos Háplicos Tb Distróficos típicos, textura arenosa, A húmico e A moderado	Gleissolos Háplicos	Superfícies aluviais

Fonte: ICMBio (2001) e BRANDT Meio Ambiente (2007).

Diante do exposto, optou-se, para o mapeamento pedológico local no âmbito do presente estudo ambiental, a generalização das unidades pedológicas verificadas nas referências supracitadas no nível de subordens (2º nível categórico) estipulado no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) vigente.

A **Figura 7.2-134** expõe o mapeamento das unidades pedológicas, os pontos do reconhecimento de campo, bem com os perfis e pontos de interesse constantes em BRANDT Meio Ambiente (2007) e a ADA definida para o presente empreendimento. Cabe frisar que a referência ICMBio (2001) não apresenta em sua publicação os perfis e pontos de interesse caracterizados.

Em sequência são apresentadas e caracterizadas as principais unidades de mapeamento definidas para o presente estudo ambiental de forma correlacionada aos compartimentos geomorfológicos locais. As descrições têm como base o SiBCS (2018).

FORMATO: A3

Platôs

AL - Almeidas
AR - Aramã
AT - Avertano
AV - Aviso
BA - Barone
BC - Bela Cruz
CI - Cipó
CA - Cruz Alta
CL - Cruz Alta Leste
ES - Escalante
GR - Greigh
JA - Jamari
MB - Monte Branco
MO - Morcego
PA - Papagaio
PE - Periquito
RB - Rebolado
SA - Saracá
TE - Teófilo

Referência Locacional
- Sede Municipal
- Limite Estadual

Hidrografia
- Cursos d'água
- Massa d'água

Sistema de Transporte
- Rodoviário
- Ferroviário

Área de Estudo
- Meio Físico e Biótico
- ADA

Pontos de Campo
- Meio Físico
- Pedologia - Citados no EIA

Pontos de Pedologia (Brandt)
- Localização
- Citados no EIA

Pedologia
- Argissolo Vermelho-Amarelo e Amarelo
- Gleissolo Háplico
- Latossolo Amarelo
- Neossolo Quartzarênico
- Área Antrópica

REFERÊNCIAS

Fontes:
- IBGE, 2017.
- ARCADIS, 2019.
- SRTM, 2000.
- ICMBio,2014.
- Brandt Meio Ambiente, 2007.

N

0 1,5 3 6 9 12 Km

Sistema de Coordenadas UTM SIRGAS2000 F21S

MACROLOCALIZAÇÃO

Mineração Rio do Norte

ARCADIS

PROJETO:
EIA - PNM

MAPA:
Mapa Pedológico da Área de Estudo

ELABORADO POR:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
ARCADIS S.A.	1:350.000	Única	13/09/2021

Figura 7.2-134. Mapa Pedológico da Área de Estudo.

A) Latossolo Amarelo

Os Latossolos têm como característica básica a evolução muito avançada com atuação expressiva de processo de latolização (ferralitização), resultando em intemperização intensa dos constituintes minerais primários, e mesmo secundários menos resistentes, e concentração relativa de argilominerais resistentes e/ou óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio, com inexpressiva mobilização ou migração de argila, ferrólise, gleização ou plintitização.

Estes são solos constituídos por material mineral, cujo critério chave é a ocorrência de horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200 cm da superfície do solo ou dentro de 300 cm, se o horizonte A apresenta mais de 150 cm de espessura.

De modo geral, são solos muito profundos, sendo a espessura do solum raramente inferior a 1 m. Têm sequência de horizontes A, B, C com pouca diferenciação de sub-horizontes e transições usualmente difusas ou graduais, o que permite dizer que estes apresentam relativa homogeneidade. A classe textural pode variar de média a muito argilosa, podendo tender a porções mais arenosas, a drenagem de acentuadamente a moderadamente drenada diferenciando-se entre si principalmente pela coloração e teores de óxidos de ferro, ao passo que matizes mais amareladas estão relacionadas a maior ou menor abundância de óxidos de alumínio, fruto do intemperismo de feldspatos e plagioclásios.

Conforme exposto no **Quadro 7.2-26**, na presente AE, ocorrem os Latossolos Amarelos, que por definição, apresentam matiz 7,5YR ou mais amarelo na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA) que não se enquadram nas demais subordens dos Latossolos.

Em BRANDT Meio Ambiente (2007) foi verificada a ocorrência de perfis com traços petroplinticos (abrupticos ou não), ou seja, com caracteres concrecionários e/ou litoplínticos ou horizontes concrecionário e/ou litoplíntico em posição não diagnóstica para Plintossolos Pétricos dentro de 200 cm a partir superfície do solo. Vale também frisar a menção em relação a ocorrência de Latossolos Amarelos de caráter coeso, o que significa a ocorrência de horizontes pedogenéticos subsuperficiais adensados, de certa resistência à penetração de faca ou martelo pedológico - muito duros a extremamente duros quando secos, passando a friáveis ou firmes quando úmidos.

As **Figura 7.2-135** e **Figura 7.2-136** representam as variações desse solo encontradas e descritas por BRANDT Meio Ambiente (2007).

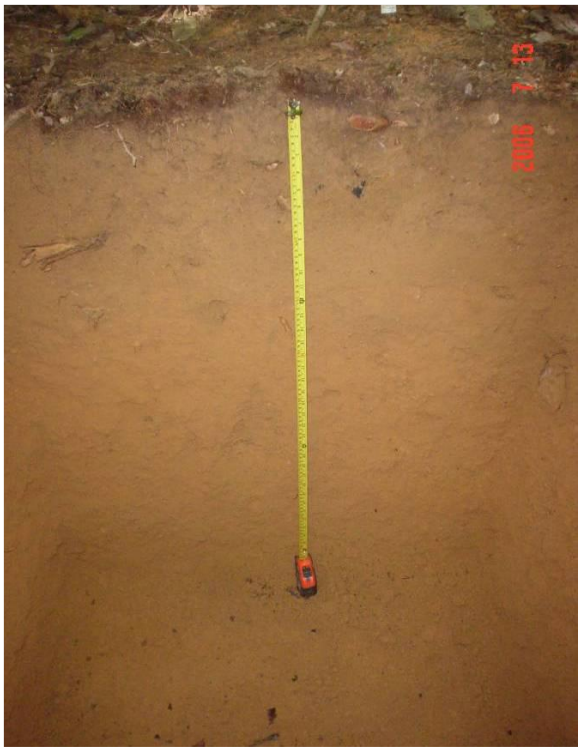


Figura 7.2-135. Perfil de Latossolo Amarelo Distrófico Petroplíntico no ponto BRANDT Meio Ambiente (2007) P01, descrito em sítio arqueológico. Topo do Platô Greig (coordenadas UTM 552478; 9796142).

Fonte: Brandt Meio Ambiente (2007).

Figura 7.2-136. Latossolo Amarelo Coeso Típico descrito no ponto BRANDT Meio Ambiente (2007) P07, Platô Monte Branco (coordenadas UTM 555364, 9820082).

ICMBio (2001) indica a ocorrência de perfis de Latossolos Amarelos Alumínicos (caráter alumínico na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B - inclusive BA) e distróficos (saturação por bases < 50% na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B - inclusive BA). Segundo ICMBio (2001) estes solos apresentam textura muito argilosa.

A **Figura 7.2-137** apresenta os registros fotográficos procedidos no reconhecimento de campo realizado no âmbito do presente estudo ambiental.

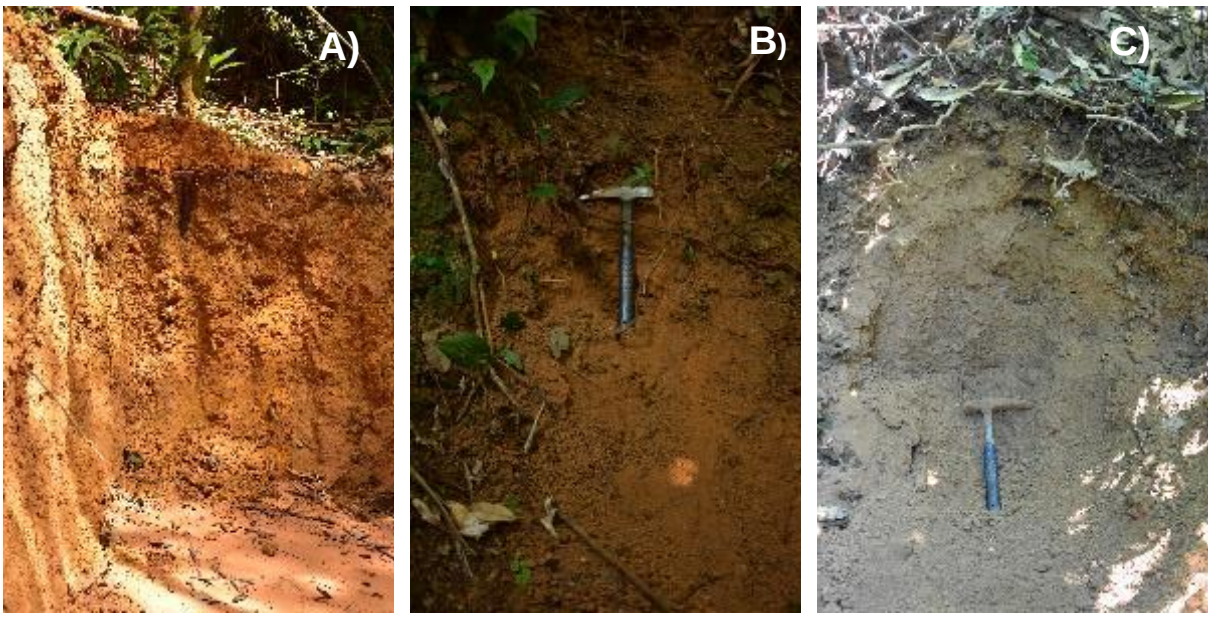


Figura 7.2-137. Perfis de solo correspondentes a classe de Latossolo Argiloso. Em média os horizontes superficiais A0 são menores do que 15 cm, apresentando coloração predominante amarelo avermelhado, sua ocorrência é restrita nas regiões de topo dos platôs, com declividades inferiores a 12%. A) Ponto MF-147 corte de estrada. (Coord. UTM X: 544514; Y: 9806993); B) Ponto MF-22 perfil de solo em topo superior de encosta. (Coord. UTM X: 544264; Y: 9823359); C) Ponto MF-26 perfil de solo em topo superior de encosta. (Coord. UTM X: 542179; Y: 9821775).

Esta constatação também é corroborada no Laudo Técnico Preliminar 'Avaliação técnico-científica da metodologia e Plano de Backfill (retorno de rejeito em cava)' (Schaefer et. al., 2021):

> os solos dos topos dos platôs são Latossolos Amarelos ou Vermelho-Amarelos oriundos da Argila de Belterra e Formação Alter-do-Chão (ref. 25). Representam materiais de natureza caulinítica e parcialmente oxídica, com ótimas propriedades físicas (drenagem, porosidade, retenção de água) e com pobreza química acentuada. Nos horizontes superficiais (topsoil), contudo, a ciclagem de nutrientes da Floresta Ombrófila concentra elementos químicos essenciais ao processo de sucessão florestal, além de abrigar o microbioma que propicia interações e simbioses necessárias ao sucesso da revegetação, e um precioso banco de sementes e propágulos (refs. 16, 19 e 23)'.

Este agrupamento de solos está correlacionado ao compartimento geomorfológico local denominado 'Topo dos Platôs'. Dadas as características morfológicas associadas a declividades suaves e amplitudes topográficas pouco significativas, ocorre o predomínio de infiltração de águas pluviais no solo e escoamento difuso de baixa velocidade. Assim, pode-se afirmar que o processo pedogenético predomina em relação aos processos de esculturação do relevo, propiciando a formação de solos mais maduros e espessos, o que corrobora com a formação dos Latossolos verificados. A existência de camadas expressivas de argila belterra, conforme indicado no item **7.2.5 Geologia** do presente diagnóstico, corrobora com a textura muito argilosa verificada por ICMBio (2001).

B) Argissolo Vermelho-Amarelo e Amarelo

Os Argissolos têm como característica básica a evolução avançada com atuação incompleta de processo de ferralitização (ou latolização), em conexão com paragênese caulinítico-oxídica ou virtualmente caulinítica ou vermiculita com hidróxi-Al entre camadas na vigência de mobilização de argila da parte mais superficial do solo, com concentração ou acumulação em horizonte subsuperficial.

Argissolos são solos constituídos por material mineral, cujo critério chave é o desenvolvimento de 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 alumínico na maior parte do horizonte B, e satisfazendo ainda aos seguintes requisitos:

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

De modo geral, são solos que apresentam um evidente incremento no teor de argila do horizonte superficial para o horizonte B, com ou sem decréscimo nos horizontes subjacentes. A transição entre os horizontes A e Bt é usualmente clara, abrupta ou gradual.

Apresentam profundidade variável, desde forte a imperfeitamente drenados, de cores avermelhadas ou amareladas e mais raramente brunadas ou acinzentadas. A textura varia de arenosa a argilosa no horizonte A e de média a muito argilosa no horizonte Bt, sempre havendo aumento de argila daquele para este. São de forte a moderadamente ácidos, com saturação por bases alta ou baixa.

Conforme exposto no **Quadro 7.2-26**, os Argissolos da AE, variam entre Vermelho-Amarelos e Amarelos. Os Argissolos Amarelos, por definição, apresentam matiz 7,5YR ou mais amarelo na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA) que não se enquadram nas demais subordens desta ordem, ao passo que os Vermelho-Amarelos, simplesmente, não atendem aos requisitos estabelecidos para as demais subordens dos Argissolos.

Em BRANDT Meio Ambiente (2007) foi verificada a ocorrência de perfis de Argissolo Amarelo Distrófico (saturação por bases < 50% na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B - inclusive BA), ou seja, solos com baixa saturação por bases. Ainda nesta unidade foram observados solos arênicos, que se traduz pelo predomínio da fração areia nas camadas mais superficiais. São pontuados também perfis de Argissolos Vermelho-Amarelos com caráter plíntico, porém em quantidade insuficiente para atender os requisitos para caracterizar como um horizonte plíntico.

Em associação aos Argissolos foi verificada a ocorrência de Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos Típicos.

Perfis típicos relacionado aos Latossolos é apresentado nas **Figura 7.2-138** e **Figura 7.2-139** que mostram as variações desse solo encontradas e descritas por BRANDT Meio Ambiente (2007).

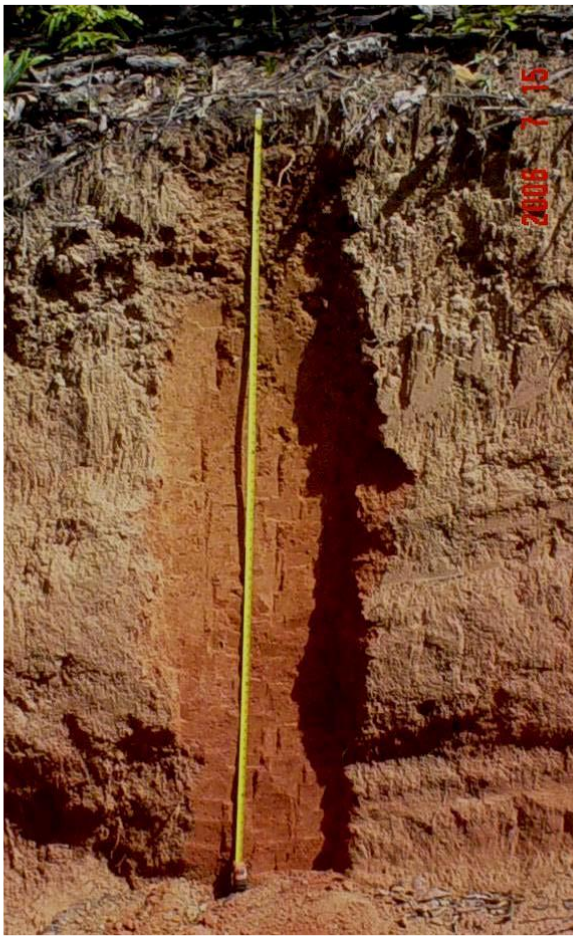


Figura 7.2-138. Perfil de Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico Plíntico, ponto BRANDT Meio Ambiente (2007) P03 (coordenadas UTM X: 553508, Y: 9796688).

Figura 7.2-139. Argissolo Amarelo Distrófico Abrúptico Petroplíntico descrito em trincheira e Detalhe de petroplintita. Platô Teófilo, ponto BRANDT Meio Ambiente (2007) P16 (coordenadas UTM X: 0548154; Y: 9804546).

Fonte: Brandt Meio Ambiente (2007).

ICMBio (2001) indica a ocorrência de perfis Argissolos Vermelho Amarelos variados com traços alumínicos ou arênicos. Porém, notam-se variações texturais entre média e argilosa, ora cascalhentos (frações texturais mais grosseiras), ora com setores concrecionários, ou seja, com ocorrência de nódulos ou concreções em um ou mais horizontes sem atender os requisitos para caracterizar um horizonte concrecionário. São apontados também, em associação, setores de Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos típicos de textura variada (média e argilosa cascalhenta com níveis concrecionários).

Além dos Argissolos propriamente ditos, importa mencionar, conforme observações do reconhecimento de campo, a ocorrência de materiais diversos in situ ou como material coluvionar, inseridos em depósitos de cones de dejeção. Estes materiais apresentam grande variação em relação a resistência ao intemperismo e granulométrica, sendo frequentes blocos e fragmentos rochosos, conforme caraterizado no item **7.2.5 Geologia** do presente diagnóstico.

Na AE dos meios físico e biótico os Argissolos estão associados as encostas dos platôs, constituídas por superfícies inclinadas com declividade bastante elevada, variando entre 20% e 30%, com amplo predomínio de setores de 30%. Importa frisar que diversos e extensos setores ultrapassam a casa de 30%, as quais são associadas a vertentes de morfologias diversas (retilíneas, côncavas, convexas e escalonadas), com intensa atuação dos processos de morfogenéticos.

A seguir são apresentados os registros do reconhecimento de campo realizado no âmbito deste estudo ambiental **(Figura 7.2-140)**.

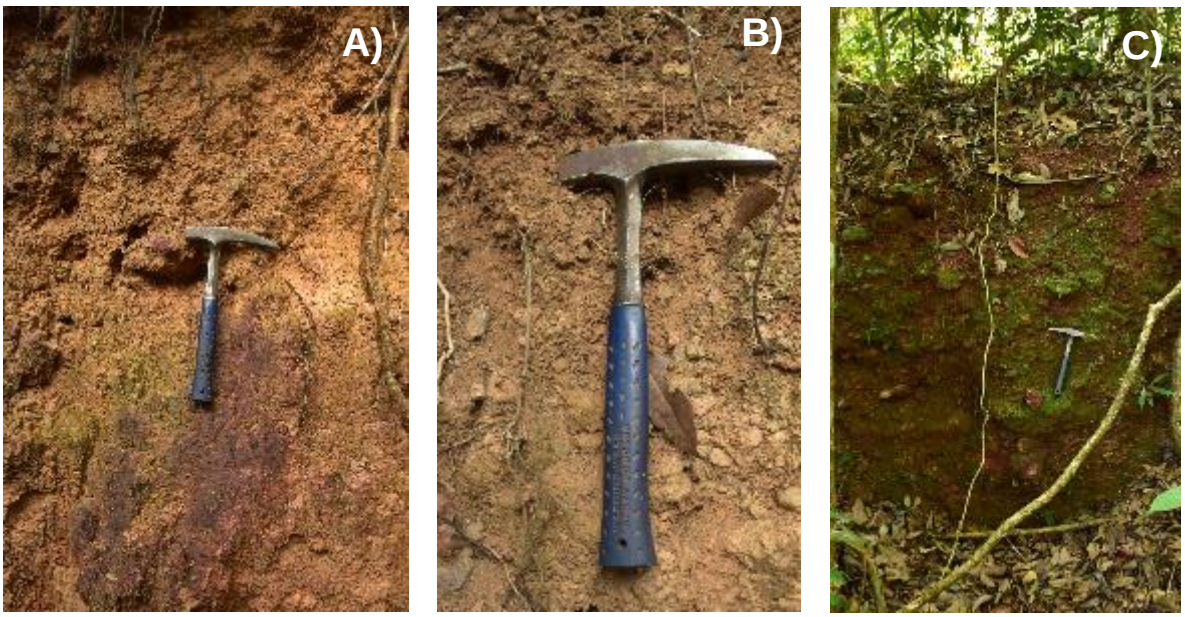


Figura 7.2-140. Perfis correspondentes a solos coluvionares com características petroplíntica, marcados por presença de nódulos limoníticos imersos em matriz argilosa. Esses solos ocorrem em encostas de declividade superiores a 30%. Em média os horizontes superficiais A são menores do que 5 cm, apresentando coloração predominante amarelo avermelhado, e horizonte B superior a 1,5 metros. A) Ponto MF-123 corte de estrada. (Coord. UTM X: 537598; Y: 9805919); B) Ponto MF-138 corte de estrada. (Coord. UTM X: 529088; Y: 9807427); C) Ponto MF-003 perfil de solo em encosta. (Coord. UTM X: 567469; Y: 9812505).

C) Neossolo Quartzarênico

A ordem dos Neossolos congrega grande variedade tipologias, a saber: Neossolos Litólicos; Neossolos Quartzarênicos; Neossolos Regolíticos; e Neossolos Flúvicos.

Esta tem como característica básica solos pouco evoluídos constituídos por material mineral ou por material orgânico com menos de 20 cm de espessura, não apresentando qualquer tipo de horizonte B diagnóstico. Horizontes glei, plíntico, vértico e A chernozêmico, quando presentes, não ocorrem em condição diagnóstica para as classes Gleissolos, Plintossolos, Vertissolos e Chernossolos.

O critério chave para o diagnóstico destes é a insuficiência de expressão dos atributos diagnósticos que caracterizam os diversos processos de formação, diferenciação de horizontes, com individualização de horizonte A seguido de C ou R, e predomínio de características herdadas do material originário.

Na AE dos Meios Físico e Biótico, segundo as referências supracitadas e observações do reconhecimento de campo realizado no âmbito do presente estudo ambiental, ocorrem apenas os Neossolos Quartzarênicos, denominados de Areias Quartzosas em sistemas de classificação mais antigos. Genericamente os Neossolos Quartzarênicos são solos sem contato lítico ou lítico fragmentário dentro de 50 cm a partir da superfície, com sequência de horizontes A-C, porém apresentando textura areia ou areia franca em todos os horizontes até, no mínimo, a profundidade de 150 cm a partir da superfície do solo ou até um contato lítico ou lítico fragmentário. São essencialmente quartzosos, tendo, nas frações areia grossa e areia fina, 95% ou mais de quartzo, calcedônia e opala e praticamente ausência de minerais primários alteráveis.

Estes solos estão associados a terrenos sustentados pela Formação Alter do Chão e estão associados a unidade geomorfológica denominada 'Terras Baixas ou Baixios', onde verificadas diversas morfologias diversas com topos, via de regra, variando entre tabulares a convexos, onde predominam declividades mais suaves, e vertentes de variadas declividades, predominando geometrias entre retilínea e convexas.

Conforme o **Quadro 7.2-26** em ambos os mapeamentos de referência, foram identificados os Neossolos Quartzarênicos órticos típicos, com A variando entre fraco (ICMBio, 2001) e moderado (BRANDT Meio Ambiente, 2007).

BRANDT Meio Ambiente (2007) verificou, em associação aos Neossolos Quartzarênicos, os Espodossolos Cárbicos Típicos, A moderado. Os Espodossolos têm como característica básica a atuação de processo de podzolização com eluviação de materiais compostos principalmente por uma mistura de matéria orgânica humificada e alumínio, podendo ou não conter ferro, e consequente acumulação iluvial desses constituintes. Neste sentido, são solos constituídos por material mineral e apresentam horizonte B espódico imediatamente abaixo de horizonte E, A, ou horizonte hístico, dentro de 200 cm da superfície do solo ou de 400 cm se a soma dos horizontes A+E ou dos horizontes hístico (com menos de 40 cm) + E ultrapassar 200 cm de profundidade.

A **Figura 7.2-141** apresenta o aspecto textural de neossolos, enquanto a **Figura 7.2-142** apresenta o perfil de Espodossolo Cárbico órtico encontradas e descritas por BRANDT Meio Ambiente (2007).

Figura 7.2-141. Perfil de Neossolo Quartzarênico Órtico em sítio arqueológico, ponto BRANDT (2007) P02 (coordenadas UTM 0553798; 9797348).

Figura 7.2-142. Espodossolo Cárbico Órtico com seqüência de horizontes A, E e Bh, ponto no BRANDT (2007) P12 (coordenadas UTM 0559723; 9799996).

Em ICMBio (2001), foram notados também Neossolos Quartzarênicos órticos gleicos, ou seja, com traços produzidos pela redução de ferro e prevalência do estado reduzido, no todo ou em parte, devido principalmente à água estagnada em setores dos perfis, evidenciado por cores neutras ou próximas de neutras, com ou sem mosqueados de cores mais vivas.

Abaixo são apresentados os registros do reconhecimento de campo realizado no âmbito deste estudo ambiental.

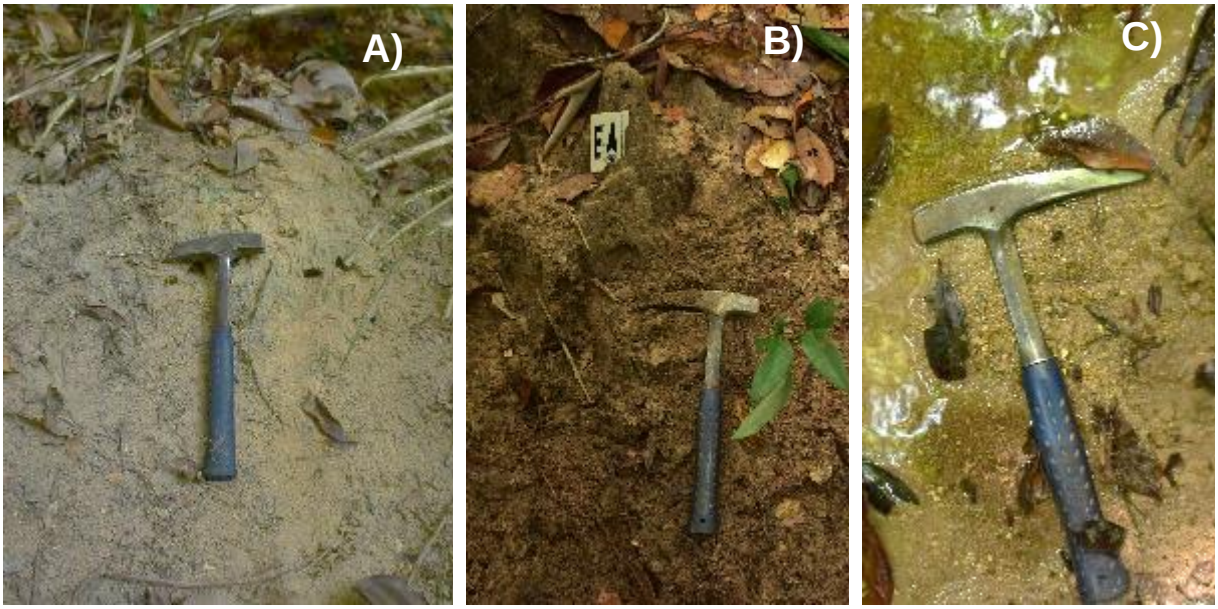


Figura 7.2-143. Perfis correspondentes a Neossolos Quartzarênicos, com textura predominantemente de areia ou areia franca, perfis com profundidades de até 1,5 metros. Sua ocorrência se dá em vales fluviais, tanto nas margens como no leito das drenagens. A) Ponto MF-147 margem de igarapé. (Coord. UTM X: 523315; Y: 9806993); B) Ponto MF-31 fundo de vale. (Coord. UTM X: 536880; Y: 9812178); C) Ponto MF-118 leito de igarapé. (Coord. UTM X: 538348; Y: 9806825).

Fonte: Arcadis, 2019

D) Gleissolo Háplico

Os Gleissolos têm como característica básica a hidromorfia, decorrente da forte gleização, resultante de processos de intensa redução de compostos de ferro, em presença de matéria orgânica, com ou sem alternância de oxidação, causada pela flutuação de nível do lençol freático, em condições de umidade excessiva (permanente ou periódica).

Estes são solos constituídos por material mineral, cujo critério chave é a preponderância e profundidade de manifestação de atributos que evidenciam gleização conjugada à identificação de horizonte glei. O horizonte glei, é caracterizado, de forma sintética, é um horizonte mineral, com espessura mínima de 15 cm, com menos de 15% de plintita e é saturado com água por influência do lençol freático durante algum período ou o ano todo, apresentando evidências de processos de redução, com ou sem segregação de ferro, satisfazendo um ou mais dos requisitos específicos a sua coloração definidos no SiBCS vigente.

Genericamente, estes são constituídos por material mineral com horizonte glei iniciando-se dentro dos primeiros 150 cm da superfície do solo ou a profundidades entre 50 cm e 150 cm desde que imediatamente abaixo de horizonte A ou E, ou de horizonte hístico com espessura insuficiente para definir a classe dos Organossolos. Estes não apresentam horizonte vértico ou horizonte B plânico acima ou coincidente com horizonte glei, tampouco qualquer outro tipo de horizonte B diagnóstico acima do horizonte glei ou textura exclusivamente areia ou areia franca em todos os horizontes até a profundidade de 150 cm a partir da superfície do solo ou até um contato lítico. Horizonte plíntico, se presente, deve estar à profundidade superior a 200 cm da superfície do solo.

O processo de gleização implica a manifestação de cores acinzentadas, azuladas ou esverdeadas devido à redução e solubilização do ferro, ocorrendo cores neutras dos minerais de argila ou ainda a precipitação de compostos ferrosos. São solos mal ou muito mal drenados em condições naturais, que apresentam sequência de horizontes variadas, tendo, no horizonte superficial, cores desde cinzentas até pretas, espessura normalmente entre 10 cm e 50 cm e teores de médios a altos de carbono orgânico.

Em geral são solos formados principalmente a partir de sedimentos (com ou sem estratificação), e sujeitos a constante ou periódico excesso d'água, e desta forma, na AE definida, encontram-se juntos aos cursos d'água, associados as superfícies aluviais.

Em BRANDT Meio Ambiente (2007) foi verificada a ocorrência de perfis de Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos, ou seja, são solos similares aos Neossolos Quartzarênicos, porém com presença de lençol freático elevado durante grande parte do ano, na maioria dos anos, imperfeitamente ou mal drenados atendendo os requisitos específicos desta subordem. Por uma questão de coerência ao ambiente de ocorrência e por apresentarem limitações e fragilidades similares estes foram agrupados com os Gleissolos Háplicos identificados por ICMBio (2001).

O ICMbio (2001), por sua vez, indica a ocorrência de Gleissolos Háplicos Distróficos, ou seja, apresentam saturação por bases < 50% na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B, inclusive BA. Estes são descritos como de textura arenosa e traços húmicos, o que significa um horizonte mineral superficial com valor e croma (cor do solo úmido) iguais ou inferiores a 4 e saturação por bases inferior a 65%, apresentando espessura e conteúdo de carbono orgânico (CO) dentro de limites específicos preconizados.

A seguir são apresentados os registros do reconhecimento de campo realizado no âmbito do presente estudo ambiental **(Figura 7.2-144)**.

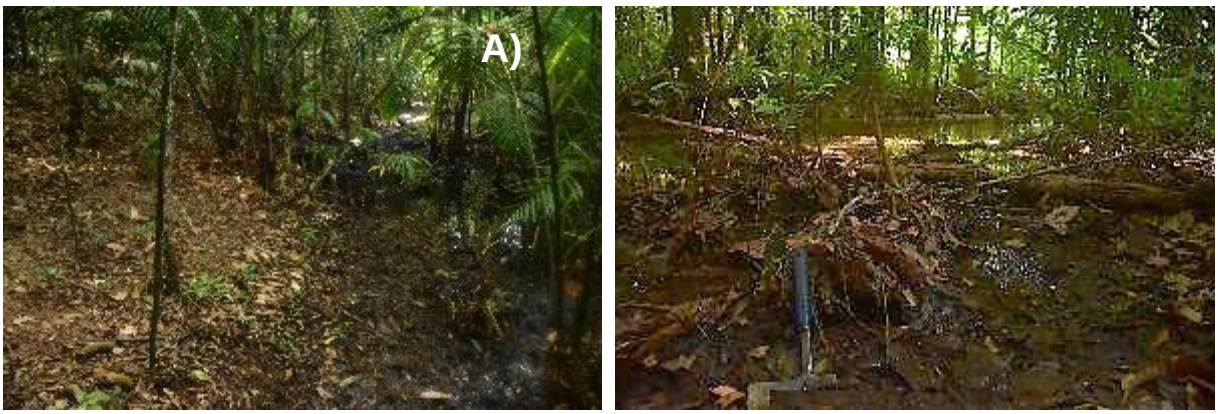


Figura 7.2-144. Solos da ordem dos Gleissolos ocorrem próximo a igarapés em locais com declividades inferiores a 6%, marcados por coloração acinzentada, cinzenta e com elevado conteúdo de matéria orgânica. A) Ponto MF-136 margem de igarapé. (Coord. UTM X: 529843; Y: 9806222); B) Ponto MF-66 planície aluvial do igarapé Jamari. (Coord. UTM X: 541660; Y: 9806401).

E) Avaliação da Capacidade de Uso das Terras e Aptidão Agrícola

No que tange a capacidade de uso das terras e em relação aptidão aos potenciais usos agronômicos das unidades pedológicas caracterizadas, importa uma análise expedita sobre o contexto de inserção AE dos meios Físico e Biótico no que se refere as normas estabelecidas para o uso do território protegido da Floresta Nacional de Saracá-Taquera, bem como sobre o uso e ocupação do solo da região e em relação as comunidades locais.

Conforme já anunciado, o PNM e uma parcela significativa da área de estudo dos meios físico e biótico são compreendidos pela citada Flona, definida como uma Unidade de Conservação (UC) de Uso Sustentável conforme Decreto Federal nº 98.704 de 1989.

As Unidades de Conservação da Natureza (UCs), segundo o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), Lei Federal nº 9.985 de 2000, são espaços territoriais, incluindo seus recursos ambientais, com características naturais relevantes, que têm a função de assegurar a representatividade de amostras significativas e ecologicamente viáveis das diferentes populações, habitats e ecossistemas do território nacional e das águas jurisdicionais, preservando o patrimônio biológico existente (MMA, 2019).

As UCs representam um dos principais instrumentos para a conservação, e são sujeitas a regras de uso especiais, as quais são estabelecidas no ato de sua criação, a partir de definições estabelecidas no SNUC, as quais são detalhadas e especificadas quando da elaboração e aprovação de instrumentos de gestão do território, como por exemplo, os Planos de Manejo.

Conforme art. 7º, parágrafo 2º, do capítulo III do SNUC, as UCs de uso sustentável têm como objetivo básico compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais. O art. 17º define Floresta Nacional como uma área com cobertura florestal de espécies predominantemente nativas e tem como objetivo básico o uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica, com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas nativas, sendo permitida em conformidade com o seu regulamento e com o respectivo Plano de Manejo a permanência de populações tradicionais que a habitam quando de sua criação. Ademais, cita-se ainda a visitação pública como um uso permitido neste espaço protegido.

A Flona de Saracá-Taquera, criada pelo Decreto No 98.704 de 1989, é uma unidade de conservação de uso direto, com cerca de 429.600 hectares e um grande potencial de recursos naturais renováveis (madeireiro e outros produtos não madeireiros), além de outros não renováveis (exploração da bauxita) e de importância ecológica significativa.

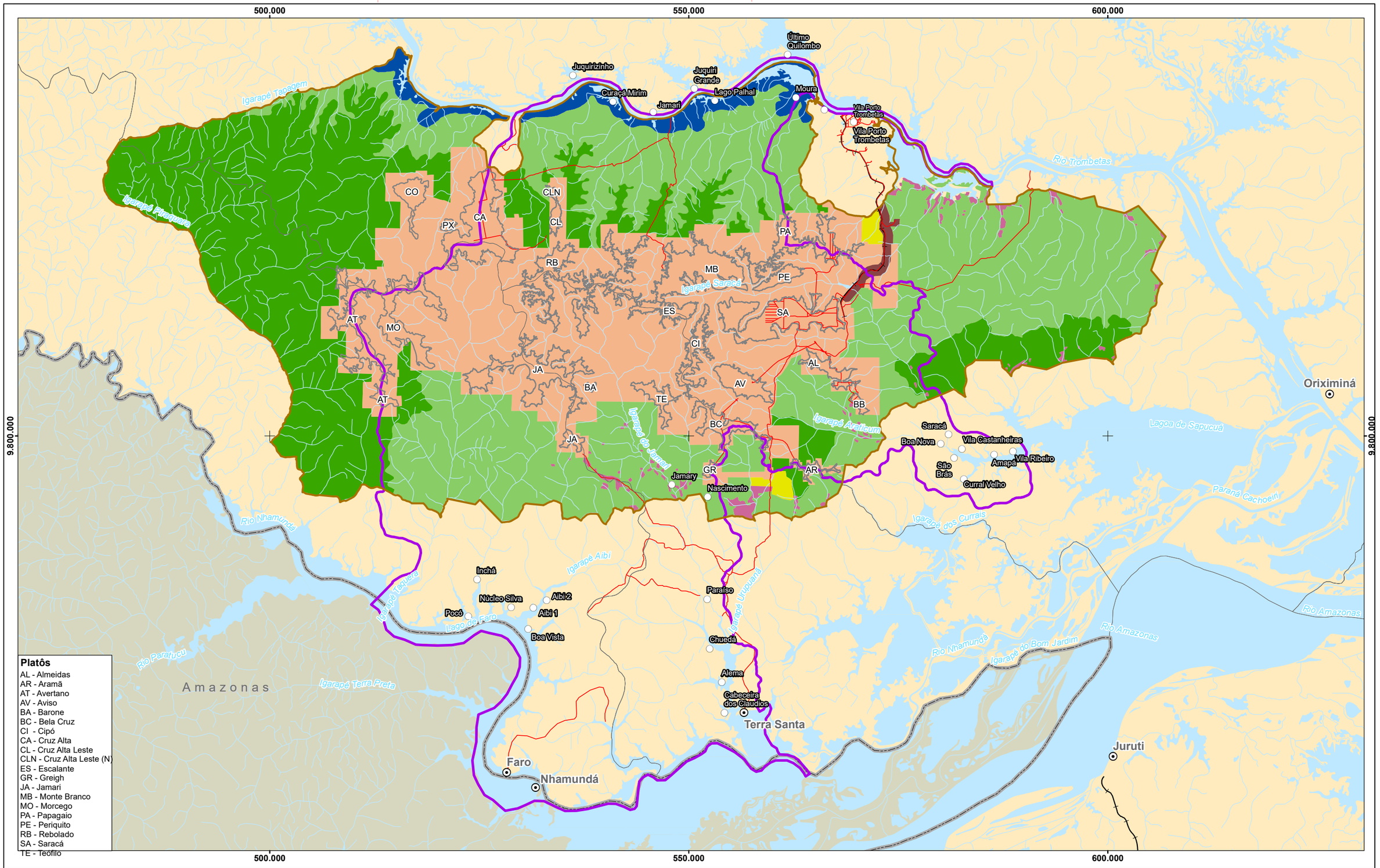
Cita-se, além da atividade minerária, o uso dos recursos naturais pelas populações locais (ribeirinhas e quilombolas) e extensas áreas projetadas às concessões de aproveitamento sustentável dos recursos florestais outorgadas a empresas especializadas, que somam cerca de 154 mil hectares (HATCH, 2019).

As zonas de uso instituídas no Plano de Manejo da Flona (ICMBio, 2001), são:

- Zona Primitiva;
- Zona de Produção Florestal;
- Zona de Mineração;
- Zona de Uso Especial;
- Zona de Recuperação;

- Zona Populacional; e
- Zona de Uso Intensivo.

A **Figura 7.2-145** apresenta a AE e as zonas de uso instituídas no Plano de Manejo, dentre as quais se destaca a extensa área formada pela Zona de Mineração, onde está projetada a exploração dos cincos platôs do PNM.



Platôs
AL - Almeidas
AR - Aramã
AT - Avertano
AV - Aviso
BA - Barone
BC - Bela Cruz
CI - Cipó
CA - Cruz Alta
CL - Cruz Alta Leste
CLN - Cruz Alta Leste (N)
ES - Escalante
GR - Greigh
JA - Jamari
MB - Monte Branco
MO - Morcego
PA - Papagaio
PE - Periquito
RB - Rebolado
SA - Saracá
TE - Teófilo

Referência Locacional
- Sede Municipal
- Comunidades
- Limite Municipal
- Limite Estadual
- Estado do Pará

Sistema de Transporte
- Rodoviário
- Ferroviário

Hidrografia
- Curso d'água
- Massa d'água

Área de Estudo
- Meios Físico e Biótico

Platôs
- Delimitação

Floresta Nacional Saracá-Taquera
- Delimitação

Zonas do Plano de Manejo
- Zona Populacional
- Zona Primitiva
- Zona de Mineração
- Zona de Produção Florestal
- Zona de Recuperação
- Zona de Uso Especial
- Zona de Uso Intensivo

REFERÊNCIAS

Fontes:
- IBGE, 2017.
- ARCADIS, 2021.

N
0 2 4 8 12 16 Km
Sistema de Coordenadas UTM SIRGAS2000 F21S

MACROLOCALIZAÇÃO

MRN Mineração Rio do Norte
ARCADIS

PROJETO: EIA - PNM

MAPA: Mapa das Zonas do Plano de Manejo na Área de Estudo Local do Meio Físico e Biótico

ELAB:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
ARCADIS S.A.	1:425.000	Única	13/08/2021

FORMATO: A3

Figura 7.2-145. Zoneamento do Plano de Manejo da Flona de Saracá-Taquera e AE.

O **Quadro 7.2-27** apresenta uma síntese das citadas zonas de uso, bem como seus objetivos (gerais e específicos) e as respectivas recomendações estabelecidas.

Quadro 7.2-27. Zonas de uso estabelecidas no Plano de Manejo da Flona de Saracá-Taquera.

Zona	Objetivo Geral	Objetivos Específicos	Descrição Resumida*	Recomendações
ZONA PRIMITIVA	Preservar os ambientes naturais e os recursos de fauna e flora, promovendo ao mesmo tempo as atividades de pesquisa científica, educação ambiental e formas primitivas de recreação.	• Promover a conservação das amostras representativas dos ecossistemas presentes na Flona;	É constituída por áreas representativas dos principais ambientes naturais identificados na UC, destinadas à conservação *in situ* de espécies características da fauna e flora local. Destaca-se inexistência de bens minerais que a coloque em situação de 'área minerável'.	• As atividades permitidas não poderão comprometer a integridade dos recursos naturais.
				• Deverá ser planejado e implantado um sistema de monitoramento ambiental.
				• A Administração deverá delegar responsabilidades para a criação e implantação do sistema de monitoramento ambiental.
		• Proporcionar temas de pesquisa científica, educação ambiental, formas primitivas de recreação e monitoramento ambiental, com mínima interferência ao meio.		• São permitidas atividades de coleta de sementes para formação de banco de germoplasma.
				• As atividades humanas permitidas nesta Zona são aquelas de fiscalização, monitoramento ambiental, pesquisa científica e formas primitivas de recreação, definidas nos respectivos programas.
				• Serão observadas as normas relacionadas às atividades desenvolvidas nesta Zona, descritas nos subprogramas e projetos quando aqui se aplicarem.
ZONA DE PRODUÇÃO FLORESTAL	Promover o uso múltiplo sustentável dos recursos naturais, através da geração de tecnologia e contribuir para a regulação de mercado.	• Promover a pesquisa aplicada ao desenvolvimento de produtos que possam gerar divisas para a Floresta Nacional;	Compreende as áreas com aptidão (potencial econômico) para o manejo sustentável de produtos florestais, excluídas as áreas tidas como vulneráveis.	• São permitidas pesquisas que visem a determinação do potencial de produção florestal, tanto dos produtos florestais madeiráveis como dos não-madeiráveis.
				• São permitidos Projetos de Manejo Florestal Sustentável, bem como de atividades necessárias ao manejo, tais como: inventário florestal, censo florestal, corte de cipós, demarcação da exploração florestal, abertura de estradas e pátios de estocagem, corte de árvores, arraste de toras, transporte das toras para a unidade de industrialização e práticas silviculturais.
				• O manejo da fauna deverá ter planos que caracterizem perfeitamente as atividades e técnicas a

Zona	Objetivo Geral	Objetivos Específicos	Descrição Resumida*	Recomendações
				serem implantadas, e deverão ser aprovados pelo IBAMA.
				• São permitidas atividades que visem o aumento da densidade populacional de espécies da flora e fauna nativa da região, das quais tenha-se interesse de aproveitamento econômico, ou interesse ecológico.
				• É permitida a instalação de infraestrutura básica de apoio às atividades dos projetos a serem desenvolvidos, como: guaritas, abrigos temporários, barracos, e infraestrutura básica de apoio a pequenas embarcações.
		• Promover o manejo sustentável da fauna e flora, contribuindo para a auto sustentabilidade econômica da Flona.		• São permitidas atividades de coleta de sementes para formação de banco de germoplasma.
				• As atividades a serem desenvolvidas nessa Zona deverão obedecer aos instrumentos legais que tratam do manejo florestal sustentável, da exploração florestal e da proteção à fauna.
				• A entrada de animais de carga somente será permitida se autorizada pela Administração, em número previsto nos projetos a serem implantados.
				• Deverá ser elaborado e implantado um sistema de monitoramento do fluxo de produção madeireira desde a extração até o processamento final e distribuição.
				• Deverá ser planejado e implantado um sistema de monitoramento ambiental.
				• A Administração deverá delegar responsabilidades para a criação e implantação do sistema de monitoramento ambiental previsto.

Zona	Objetivo Geral	Objetivos Específicos	Descrição Resumida*	Recomendações
				• Serão observadas as normas relacionadas às atividades desenvolvidas nesta Zona, descritas nos subprogramas e projetos quando aqui se aplicarem.
ZONA DE MINERAÇÃO	Propiciar a exploração de recursos minerais dentro de parâmetros ambientais aceitáveis.	Promover a exploração do minério de bauxita existente no interior da Flona, contribuindo para sua auto sustentabilidade econômico-financeira.	Foi definida pelas áreas com potencial mineral por vocação natural do meio físico, asseguradas pelos direitos minerários emitidos pelo antigo DNPM. Tem como objetivo a explotação de bauxita, e, em função do mercado nacional e internacional, tende a ser explorada até a exaustão. Em função das características do relevo e de jazimento do minério, a Zona de Mineração foi subdividida em Área de Lavra e Área de Uso Restrito.	• São permitidas pesquisas que visem a determinação do potencial de produtos florestais não-madeiráveis.
				• Os produtos vegetais extrativos e quantidades a serem extraídas, bem como as técnicas a serem utilizadas, deverão ser previstos em projetos analisados e aprovados pela Administração.
				• O manejo da fauna deverá ter planos que caracterizem perfeitamente as atividades e técnicas a serem implantadas, e deverão ser aprovados pela Administração.
				• Todas a atividades a serem desenvolvidas na Área de Uso Restrito deverão obedecer aos instrumentos legais que tratam do manejo florestal sustentável, da exploração florestal e da proteção à fauna.
				• São permitidas atividades de coleta de sementes para formação de banco de germoplasma.
				• É permitido o tráfego de veículos automotores de passeio, utilitários, de transporte coletivo, de carga e equipamentos, através das estradas existentes e daquelas que serão implantadas, desde que com objetivos compatíveis com as atividades permitidas, e desde que devidamente autorizado pela Administração.
				• Todas as atividades a serem desenvolvidas nesta Zona deverão ser planejadas com antecedência, analisadas e

Zona	Objetivo Geral	Objetivos Específicos	Descrição Resumida*	Recomendações
				aprovadas pela Administração da Floresta Nacional para sua realização.
				• A Administração deverá delegar responsabilidades para a criação e implantação do sistema de monitoramento ambiental previsto.
				• Deverá ser planejado e implantado um sistema de monitoramento ambiental.
				• São permitidas atividades que visem o aumento da densidade populacional de espécies da flora e fauna nativa da região, das quais tenha-se interesse de aproveitamento econômico, ou interesse ecológico.
				• Serão observadas as normas relacionadas às atividades desenvolvidas nesta Zona, descritas nos subprogramas e projetos quando aqui se aplicarem.
				• Todo lixo gerado nessa Zona deverá ser devidamente tratado para não alterar o ecossistema, através de coleta seletiva com aterramento do lixo orgânico e separação do lixo inorgânico.
ZONA DE USO ESPECIAL	Minimizar o impacto da implantação das infraestruturas e os efeitos das obras no ambiental natural da Floresta Nacional.	• Conter infraestruturas necessárias ao desempenho das atividades de administração, fiscalização, manutenção da Flona.	Essa zona contempla toda a infraestrutura de apoio e uso geral destinada a atender as atividades globais que serão desenvolvidas na Flona.	• Deverá ser planejado e implantado um sistema de comunicação que inclua sinalização de trânsito interno, sinalização informativa e/ou advertência e sinalização interpretativa.
				• Deverá ser formada uma equipe responsável pela fiscalização do tratamento de esgoto e água, bem como da coleta, tratamento e disposição final de resíduos sólidos desta Zona.
		• Possibilitar o desenvolvimento das atividades de produção, proteção,		• Todo lixo gerado nessa Zona deverá ser devidamente tratado para não alterar o ecossistema, através de coleta seletiva com aterramento do lixo orgânico e separação do lixo inorgânico.

Zona	Objetivo Geral	Objetivos Específicos	Descrição Resumida*	Recomendações
		recreação e pesquisa da Floresta Nacional.		
ZONA DE RECUPERAÇÃO	Deter a degradação dos recursos ou restaurar a área, podendo atender ainda, atividades de educação ambiental e interpretação ambiental.	• Cadastrar a população residente no interior da Flona (populações tradicionais e não-tradicionais).	É constituída pelas áreas ocupadas por populações não tradicionais da Flona, encontradas principalmente em áreas marginais ao sul, sudeste, leste, nordeste e norte da Floresta Nacional, às margens do lago Batata, igarapés e estradas. Os principais igarapés onde ocorre ocupação antrópica são: do Jamari e seus afluentes, Urupuanã e seu afluente, do Ixi, Araticum, Saracá, da Serra, do Sustento, do Lero, Ajará, do Jarazal, Samaúma, do Carimum, Sumaúma, Caranã e Inajatuba.	• Regularizar a situação fundiária das populações não tradicionais residentes na Floresta Nacional.
				• As atividades desenvolvidas deverão recuperar as áreas alteradas de maneira natural ou induzida.
		• Efetuar a regularização fundiária das áreas ocupadas por populações não tradicionais.		• A Administração deverá delegar responsabilidades para a criação e implantação de um sistema de monitoramento ambiental.
				• Serão observadas as normas relacionadas às atividades desenvolvidas nesta Zona, descritas nos subprogramas e projetos quando aqui se aplicarem.
		• Promover a recuperação desta Zona de maneira natural ou induzida.		• Todo lixo gerado nesta Zona deverá ser devidamente tratado para não alterar o ecossistema, através de coleta seletiva com aterramento do lixo orgânico e separação do lixo inorgânico.
				• Serão permitidas as atividades humanas relativas à produção extrativa, pesquisa, fiscalização e monitoramento ambiental, definidas nos respectivos subprogramas.
ZONA POPULACIONAL	Conciliar as necessidades das populações tradicionais residentes	• Cadastrar a população tradicional residente no interior da Flona.	É constituída pelas áreas ocupadas pelas populações tradicionais residentes no interior da Flona, em data anterior à criação da mesma. Essa zona foi delimitada por um buffer de 1000	• Todo lixo gerado nesta Zona deverá ser devidamente tratado para não alterar o ecossistema, através de coleta seletiva com aterramento do lixo orgânico e separação do lixo inorgânico.
				• São permitidas pesquisas que visem à determinação do potencial dos recursos naturais.

Zona	Objetivo Geral	Objetivos Específicos	Descrição Resumida*	Recomendações
	com a conservação da Unidade em conformidade com o estabelecido no Contrato de Concessão de Direito Real de Uso.	• Promover o manejo sustentável da fauna e da flora, contribuindo para a subsistência das populações tradicionais.	m a partir da margem direita do Rio Trombetas, dos lagos e igarapés da Tapagem, Água Fria, dos Apés, do Moura. Para as ocupações que não foram englobadas pelo buffer de 1000 m, foi acrescido um buffer de 500 m. As ocupações estão localizadas em áreas marginais ao norte da Floresta Nacional, às margens do rio Trombetas e lagos, nas comunidades da Tapagem, Mãe-Cué, Jamari, Moura e Boa Vista.	• Os produtos vegetais extrativos e quantidades a serem extraídas, bem como as técnicas a serem utilizadas, deverão ser previstos em projetos analisados e aprovados pela Administração.
				• O manejo da fauna, bem como as técnicas a serem utilizadas, deverão ser previstos em projetos analisados e aprovados pela Administração.
				• São permitidas atividades que visem o aumento da densidade populacional de espécies da flora e da fauna nativa, das quais tenha-se interesse de aproveitamento econômico ou interesse ecológico.
		• Promover a pesquisa aplicada ao desenvolvimento de produtos que possam gerar divisas para as populações tradicionais.		• Deverá ser implantado um Programa de Educação Ambiental para os moradores desta Zona, visando a correta utilização e a conservação dos recursos naturais.
				• Serão observadas as normas relacionadas às atividades desenvolvidas nessa Zona, descritas nos subprogramas e projetos quando aqui se aplicarem.
ZONA DE USO INTENSIVO	Promover a recreação intensiva e a educação ambiental, levando os visitantes a desfrutar de um contato mais direto com os recursos naturais da	• Conservar os recursos naturais da Flona, através da educação ambiental;	Está localizada em duas áreas uma localizada no limite da Flona com Porto Trombetas, limitada à leste pela rodovia que liga a Vila de Moradores até a Mina do Saracá, a oeste pelo igarapé Papagaio e ao sul pela Zona de Mineração e outra ao sul da Flona, limitada a oeste pelo igarapé Urupuanã, a leste por um afluente do igarapé Urupuanã (não identificado).	• Todas as obras e instalações deverão ter um mesmo padrão arquitetônico, devendo causar mínimo impacto visual e estar em harmonia com os objetivos de manejo desta Zona.
				• É permitido o aproveitamento econômico dos recursos florestais nos casos em que a supressão da cobertura vegetal seja indispensável para obras e instalações permitidas nesta Zona.
				• É permitida a visitação pública com baixo nível de intensidade, bem como o Turismo, de acordo com programas e projetos específicos, que deverão ser analisados e aprovados pela Administração.

Zona	Objetivo Geral	Objetivos Específicos	Descrição Resumida*	Recomendações
	Floresta Nacional, causando a estes o menor impacto negativo possível.			• As normas básicas e fundamentais do comportamento esperado dos visitantes desta Zona deverão ser informadas aos mesmos, desde a sua chegada e recepção, através de painel próprio e por folheto informativo.
				• Todas as áreas naturais a serem modificadas deverão receber tratamento paisagístico e de adequação de tráfego.
		• Proporcionar temas de recreação e lazer para os visitantes, em contato com os ecossistemas presentes na Flona.		• É permitido e incentivado o desenvolvimento de atividades interpretativas e de educação ambiental, especialmente para facilitar a apreciação e o conhecimento da Floresta Nacional.
				• As trilhas deverão ser sinalizadas com informações educativas, bem como sobre os cuidados a serem tomados pelos visitantes.
				• Serão observadas as normas relacionadas às atividades desenvolvidas nesta Zona, descritas nos subprogramas e projetos, quando aqui se aplicarem.
				• Deverá ser formada uma equipe responsável pela criação de folhetos, painéis e sinalização das trilhas.
				• Todo lixo gerado nesta Zona deverá ser devidamente tratado para não alterar o ecossistema, através de coleta seletiva com aterramento do lixo orgânico e separação do lixo inorgânico e coleta do lixo verde.

Fonte: ICMBio (2001). Elaboração: Arcadis, 2019.

Conforme nota-se, exceto pela Zona Populacional, não são esperados e previstos usos agronômicos no interior da Flona.

No que se refere ao uso e ocupação do solo atual da região do empreendimento e em relação a apropriação dos recursos pedológicos pelas comunidades locais, importa destacar, conforme detalhado no item **Uso e Ocupação do Solo na Área de Estudo Local** no âmbito do **Diagnóstico do Meio Socioeconômico e Cultural**, o amplo predomínio de cobertura vegetal nativa, áreas alagadas / brejosas, solo exposto /areias (associadas as drenagens e igarapés) e massas d'água perfazendo mais de 407 mil hectares.

Nota-se que as ocupações humanas e usos associados recobrem diminuta parcela e estas encontram-se dispersas no território, ocupando meros 91,22 hectares. As ocupações rurais da população quilombola estão concentradas nas margens do rio Trombetas, com pequenas áreas de pastagem, campo antrópico e área de queimada/degradada. Por sua vez, as ocupações rurais das populações ribeirinhas estão concentradas nas margens dos diversos igarapés, que têm a sua foz no rio Nhamundá. Os principais usos no entorno dessas populações ribeirinhas também se referem a campo antrópico, pastagem e áreas de queimada/degradadas.

De forma geral, esses usos estão relacionados ao desenvolvimento da agricultura e pecuária. Ressalta-se também a utilização e usos dos produtos florestais pelas comunidades locais no interior da Flona para subsistência e para venda. Os principais produtos florestais utilizados citados foram o tucumã, a castanha do Pará e o cumaru. Não foram indicados por essas comunidades usos dos produtos florestais diretamente nas áreas dos platôs.

Desta forma, as atividades relacionadas ao uso do recurso pedológico são incipientes, dispersas e têm como finalidade maior a subsistência das comunidades locais, com parco emprego de recursos tecnológicos, maquinários e técnicas de manejo.

Diante do exposto, optou-se por uma sucinta caracterização dos principais aspectos inerentes a capacidade uso das terras e em relação aptidão aos potenciais usos agronômicos das unidades pedológicas verificadas na AE definida para os Meios Físico e Biótico. As principais limitações e potencialidades são sintetizadas no **Quadro 7.2-28** abaixo.

Quadro 7.2-28. Aspectos gerais sobre o potencial de uso agronômico dos solos identificados.

Unidade do Mapeamento Pedológico	Solos Contemplados		Aptidão/Capacidade de Uso	Principais Fatores de Limitação Identificados	Plano de Manejo Flona de Saracá-Taquera e Uso e Ocupação do Solo	Síntese
	ICMBio (2001)	BRANDT Meio Ambiente (2007)				
Latossolo Amarelo	Latossolo Amarelo Distrófico típicos, textura muito argilosa, A moderado. Latossolo Amarelo Alumínico, textura muito argilosa, A moderado.	Latossolo Amarelo Coeso Típico, A moderado. Latossolo Amarelo Distrófico Petroplíntico, A moderado. Argissolo Amarelo Distrófico Abrúptico Petroplíntico, A moderado.	Os latossolos, em geral, são amplamente reconhecidos pela aptidão agrícola e potencial de usos agronômicos diversos associados a limitações pontuais nos diversos níveis de manejo.	Apesar de apresentar boa possibilidade de mecanização, bem como baixa suscetibilidade à erosão, destaca-se a baixa fertilidade natural destes, bem como a ocorrência de perfil alumínico Em geral são solos com propriedades físicas (profundidade, porosos, bem drenados e estruturados) favoráveis a agricultura, contudo foram verificados perfis petroplínticos ou coesos, os quais podem influenciar negativamente a mecanização, porosidade e drenagem destes. Por serem muito argilosos, pode ocorrer a compactação do horizonte superficial e ocorrer problemas de drenagem e empoçamentos. Nestes casos podem ocorrer também problemas relacionados ao enraizamento de plantas em geral.	Esta unidade pedológica encontra-se basicamente nos platôs, setores estes inseridos na Zona de Mineração, onde não são esperados usos agronômicos. Nestes ocorre o predomínio de cobertura vegetal nativa (platôs ainda não explorados) e usos voltados a mineração de bauxita (platôs já explorados ou em exploração).	São terrenos onde não são esperados usos agronômicos apesar da ocorrência de solos aptos e/ou com poucas restrições para estes usos. Destaca-se a ocorrência da bauxita nestas localidades, sendo a exploração desta sua maior vocação econômica.
Argissolo Vermelho-Amarelo e Amarelo	Argissolo Vermelho-Amarelo Alumínico típico, textura argilosa cascalhenta, concrecionário, A fraco e A moderado. Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico arênico, textura média, A fraco. Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, textura média e argilosa cascalhenta, concrecionário, A moderado.	Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico Plíntico, A moderado. Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico típico. Argissolo Amarelo Distrófico Arênico, A moderado.	Os argissolos devido à grande diversidade em relação as propriedades de interesse para o uso agrícola (teor variável de nutrientes, textura, profundidade, presença ou ausência de cascalhos, material rochoso, concreções, ocorrência em diferentes posições na paisagem, entre outras) é de difícil generalização em relação aos potenciais usos. Assim podem apresentar aptidões diversas associadas a limitações pontuais ou severas nos diversos níveis de manejo.	Estes terrenos não são mecanizáveis, bem como são bastante susceptíveis à erosão e aos processos de dinâmica superficial devido as altas declividades e ao contexto geomorfológico da unidade 'Encostas associadas aos Platôs. Destaca-se ainda que naturalmente os Argissolos são susceptíveis à erosão (devido ao incremento de argila no perfil associada a infiltração da água no perfil e descontinuidades que podem deflagrar escoamento lateral das águas infiltradas). Apresentam baixa fertilidade natural, bem como foi identificada a ocorrência de perfil alumínico (certa toxicidade). Ademais, vale ressaltar texturas variadas, bem como ocorrência de setores com cascalhos e traços concrecionários que influenciam diretamente na mecanização, porosidade, drenagem e enraizamento das plantas em geral.	Esta unidade pedológica encontra-se basicamente nas encostas associadas aos platôs, setores estes também inseridos na Zona de Mineração, onde não são esperados usos agronômicos desta tipologia de solo. Nestes ocorre a predomínio de cobertura vegetal nativa e usos voltados a mineração de bauxita (exceto áreas de lavra que ocorrem nos platôs).	São terrenos onde não são esperados usos agronômicos dada a inserção destes solos na Zona de Mineração, bem como em função da associação com o compartimento geomorfológico 'Encostas associadas aos Platôs' e demais fatores limitantes. Desta forma, a vocação principal são as atividades minerárias apesar de serem áreas sem a ocorrência de bauxita e a conservação e preservação da flora e fauna dados os fatores limitantes e contexto geomorfológico. Assim, são entendidos, de modo geral, como solos inaptos ou com severas restrições aos usos agronômicos.

Unidade do Mapeamento Pedológico	Solos Contemplados		Aptidão/Capacidade de Uso	Principais Fatores de Limitação Identificados	Plano de Manejo Flona de Saracá-Taquera e Uso e Ocupação do Solo	Síntese
	ICMBio (2001)	BRANDT Meio Ambiente (2007)				
Neossolo Quartzarênico	Neossolo Quartzarênico Órtico típico, A fraco. Neossolo Quartzarênico Órtico gleico, A fraco.	Neossolo Quartzarênico Órtico, A moderado. Espodossolo Cárbico Órtico Típico, A moderado.	Os neossolos quartzarênicos, em linhas gerais, apresentam baixa aptidão ao uso agrícola principalmente aos usos mais intensivos. Em relação a pastagens e silvicultura são solos que apresentam limitações pontuais a severas.	Apesar de apresentar boa possibilidade de mecanização, apresentam grande suscetibilidade à erosão e são de baixa fertilidade natural. Vale ressaltar setores de maior declividade associados a este tipo de solo, o que diminui o potencial de mecanização e confere maior suscetibilidade à erosão. Devida a textura essencialmente arenosa e sua elevada porosidade podem apresentam baixa disponibilidade de água e lixiviação de nutrientes e outros elementos. Quando de caráter glei podem apresentar problemas relacionados ao excesso de água e ambientes com escassez de oxigênio, limitando ainda mais os usos agronômicos e o potencial de mecanização. Importa notar ainda ocorrência de perfil relacionado aos Espodossolos, os quais apresentam limitações análogas ao Neossolos Quartzarênicos devido, principalmente, a textura arenosa. Destaca-se ainda a baixa fertilidade natural e traços de acidez dada a matéria orgânica existente.	Esta unidade pedológica encontra-se parcialmente inserida na Zona de Mineração, onde não são esperados usos agronômicos. Quando incluso na Zona de Mineração ocorre a predomínio de cobertura vegetal nativa e usos voltados a mineração de bauxita (exceto áreas de lavra que ocorrem nos platôs). Contudo, nota-se parcelas desta unidade fora da Zona de Mineração, porém incluídos nas Zonas de Produção Florestal, Primitiva e Populacional. Via de regra, nestas ocorre predomínio de cobertura vegetal nativa (seja com ou sem maneja florestal com vistas a produção madeireira ou não). Na Zona Populacional onde estão inseridas populações locais (quilombolas) às margens do rio Trombetas são verificados alguns usos agronômicos como pastagens e áreas de agricultura de sub existência com práticas rudimentares e arealmente pouco expressivas. Ao Sul da área de estudo, fora do território da Flona, em especial junto a Terra Santa e outras localidades, ocorrem usos agronômicos relacionados a pastagens e áreas de agricultura de sub existência com práticas rudimentares e arealmente mais expressiva comparativamente a Zona Populacional (comunidades localizadas próximo ao rio Trombetas)..	Dentro do limite da Flona, na Zona Populacional, ocorrem usos agronômicos, porém não são esperados usos agronômicos intensivos destes solos (estes estão relacionados essencialmente a sub existência das comunidades). Os solos parcialmente ocupados por usos agronômicos apresentam, em geral, limitações significativas para usos agrícolas (principalmente). E, secundariamente, às pastagens. As principais limitações são o alto potencial erosivo, baixa fertilidade natural, baixa disponibilidade de água e lixiviação de nutrientes e outros elementos. Nas demais Zonas, no interior da Flona, não são esperados usos agronômicos uma vez que estas regiões estão voltadas a conservação e preservação da flora e fauna, pesquisa científica, educação ambiental e visitação e manejo sustentável dos recursos naturais (madeireiros ou não). Ao Sul, apesar de maior utilização agronômica dos solos, são, em geral, usos também pouco intensivos e também voltados a sub existência. Vale notar que o PNM não apresenta potencial interferências nestes solos utilizados pelas comunidades sejam as comunidades quilombolas (ao Norte) ou demais comunidades (ao Sul).

Unidade do Mapeamento Pedológico	Solos Contemplados		Aptidão/Capacidade de Uso	Principais Fatores de Limitação Identificados	Plano de Manejo Flona de Saracá-Taquera e Uso e Ocupação do Solo	Síntese
	ICMBio (2001)	BRANDT Meio Ambiente (2007)				
Gleissolo Háplico	Neossolo Quartzarênico Hidromórfico, A moderado.	Gleissolo Háplico Tb Distrófico típico, textura arenosa, A húmico e A moderado.	Os Gleissolos Háplicos e/ou solos que apresentam hidromorfismo têm aptidão agrícola com limitações nos diversos níveis de manejo e pastagens, e, em geral, não são aptos à silvicultura.	São solos, em regra, em terrenos adjacentes aos Igarapés e rede de drenagem e desta forma estão situados em terrenos com baixa suscetibilidade à erosão mesmo que arenosos. O excesso de água no perfil (periódico ou permanente) e a escassez de oxigênio é o maior limitante aos usos agronômicos em geral. Destaca-se ainda a baixa fertilidade natural e traços de acidez dada a matéria orgânica existente.	Estes solos encontram-se em diversas Zonas estabelecidas no plano de manejo da Flona, as quais guardam objetivos e recomendações específicas, e não são esperados usos agronômicos no interior da Flona, exceto na Zona Populacional, às margens do rio Trombetas, onde são verificados alguns usos agronômicos como pastagens e áreas de agricultura de sub existência com práticas rudimentares e arealmente pouco expressivas. Ao Sul da área de estudo, fora do território da Flona, em especial junto a Terra Santa e outras localidades, ocorrem usos agronômicos relacionados a pastagens e áreas de agricultura de sub existência com práticas rudimentares e arealmente mais expressiva comparativamente as comunidades localizadas próximo ao rio Trombetas.	Dentro do limite da Flona, na Zona Populacional, não são esperados usos agronômicos intensivos destes solos, que apresentam, em geral, limitações significativas para usos agrícolas (principalmente). E, secundariamente, à silvicultura. A principal limitação é o excesso de água no perfil (periódico ou permanente) e a escassez de oxigênio. Nas demais Zonas, no interior da Flona, não são esperados usos agronômicos uma vez que estas regiões estão voltadas a conservação e preservação da flora e fauna, pesquisa científica, educação ambiental e visitação e manejo sustentável dos recursos naturais (madeireiros ou não). Ao Sul, apesar de maior utilização agronômica dos solos, são, em geral, usos são pouco intensivos e também voltados a sub existência. Vale notar que o PNM não apresenta potencial interferências nestes solos utilizados pelas comunidades sejam as comunidades quilombolas (ao Norte) ou demais comunidades (ao Sul).

Fonte: ICMBio (2001); BRANDT Meio Ambiente (2007); e Arcadis (2019).

Em suma, importa frisar que os solos identificados na AE aqui definida, apresentam fatores limitantes variados, sendo comum a baixa fertilidade natural, e, por vezes, associados a traços alumínicos ou com certo teor de acidez devida à ocorrência de matéria orgânica.

Os Latossolos Amarelos são os solos de melhor aptidão e capacidade ao uso agronômico, contudo inexistem quaisquer usos nesta tipologia pedológica, e sua maior vocação econômica é a exploração de bauxita, tal como já ocorre em alguns dos platôs da região. Ademais, conforme o Plano de Manejo da UC em tela não são previstos usos agronômicos nesta tipologia de solo. Ao passo, que os solos de menor aptidão são os Argissolos, os quais estão atrelados ao compartimento geomorfológico 'Encostas Associadas aos Platôs', onde verifica-se elevada suscetibilidade aos processos de dinâmica superficial e não são verificados quaisquer usos agronômicos.

Os solos que de fato são utilizados para fins agronômicos são os Neossolos Quartzarênicos e Gleissolos Háplicos e respectivas associações destacadas, porém nestes dão-se usos pouco intensivos e associados, via de regra, a culturas e pastagens, mesmo que com fatores limitantes significativos. Vale frisar que, espacialmente, as comunidades encontram-se relativamente distantes do PNM e respectivas estruturas, conforme demonstra o quadro (Distância das comunidades para os platôs mais próximos) apresentado no item **Uso e Ocupação do Solo na Área de Estudo Local**. A título de exemplificação, salienta-se a Comunidade Jamari (Sul) como a mais próxima do PNM, a qual dista aproximadamente 11,6 km do platô Jamari.

A implantação e operação do PNM implica em intervenções diretas de pequena expressão nestas tipologias pedológicas em comparação a abrangência territorial da AE e mesmo da Flona, as quais, em grande parte, estão inseridas na Zona de Mineração (ICMBio, 2001), onde não ocorrem atualmente e não são previstos usos como agricultura, pastagens e similares. Ademais, a tipologia 'mineração' e mais especificamente o PNM, a priori, não induz alterações significativas de uso e ocupação do solo e/ou novas ocupações na região que necessitem do recurso solo. Assim, não é esperada interferências significativas que possam trazer prejuízos ao uso produtivo atual e futuro ou previsto.

7.2.8. Suscetibilidade aos Processos de Dinâmica Superficial

Este item tem como cerne apresentar uma análise integrada para AE dos Meios Físico e Biótico, considerando os principais aspectos: geológicos, geomorfológicos, pedológicos, hidrográficos, bem como a cobertura vegetal e uso e ocupação do solo afim subsidiar a determinação dos níveis de suscetibilidade dos terrenos em relação aos processos de dinâmica superficial, incluindo eventuais riscos geotécnicos.

7.2.8.1. Considerações Metodológicas

Desta forma, trata-se de uma análise dos principais aspectos do meio físico supracitados à luz de uma abordagem integrada, objetivando uma leitura da dinâmica dos processos atuantes, possibilitando reconhecer os principais sistemas ambientais naturais (ou unidades geoambientais).

Conforme Grigoriev (1968) apud Ross (1990) os sistemas ambientais naturais, correspondem a "uma estreita faixa compreendida entre a parte superior da litosfera e a baixa atmosfera,

correspondendo ao ambiente que permite a existência do homem como ente biológico e social, bem como os demais elementos bióticos da natureza".

Segundo Ross (1994), os estudos integrados de um determinado território devem compreender o entendimento da dinâmica de funcionamento do ambiente natural à luz das ações humanas. Assim, a compartimentação e a caracterização das unidades geoambientais do presente estudo foca na compreensão das características e da dinâmica do ambiente natural associadas ao uso e ocupação do solo e cobertura vegetal predominante de forma a indicar a suscetibilidade aos dos terrenos e riscos geotécnicos tendo em vista a implantação e operação do PNM.

Neste sentido, determinar as unidades geoambientais corresponde a delimitação de zonas ou unidades de terreno de comportamento similar, para indicar suas fragilidades e orientar as diretrizes de uso e ocupação destes, bem como possibilitar a elaboração de prognósticos.

Além da caracterização dos aspectos regionais e locais das temáticas de interesse realizada nos itens anteriores do presente diagnóstico, foi realizada uma análise paramétrica dos principais aspectos geológicos, geomorfológicos, pedológicos, climatológicos e de uso e ocupação dos solos. As bases cartográficas digitais foram sobrepostas, em ambiente SIG, a fim de verificar as correlações espaciais entre estas. A delimitação das unidades geoambientais assumiu os limites estabelecidos pela correlação entre as unidades geomorfológicas locais e unidades pedológicas mapeadas, uma vez que estas apresentam forte correlação, conforme indicado no decorrer deste diagnóstico, bem como em ICMBio (2001) e BRANDT Meio Ambiente (2007). Ademais, foram espacialmente correlacionadas as informações geológicas e geotécnicas, hidrográficas e de uso e ocupação dos solos e da cobertura vegetal, as quais complementaram a qualificação das unidades morfopedológicas.

Adicionalmente, tal como demonstra os **Quadro 7.2-29** a **Quadro 7.2-32** (denominados ‘Legendas Expandidas’), elaborados para cada uma das unidades geoambientais identificadas, são apresentadas as características geológicas/geotécnicas, geomofológicas (morfológicas e morfométricas), pedológicas (características físicas e principais atributos), incluindo ainda notas sobre os aspectos climatológicos, hidrográficos e de uso e ocupação do solo que parametrizam e indicam as interações entre os componentes para definição dos níveis de suscetibilidade a dinamica superficial e riscos associados. Ademais, é apresentada a representatividade espacial destas unidades geoambientais na AE e ADA, bem como são indicadas e quantificadas as principais interferências do PNM em relação as unidades verificadas.

Este procedimento contou ainda com os dados coletados e observações de atividades de campo realizadas entre os dias 21 de agosto a 08 de setembro de 2019.

Assim, este item presta-se a:

- Caracterizar os diferentes terrenos e respectivos níveis de suscetibilidade aos processos de dinâmica superficial, que inclui eventuais riscos geotécnicos.
- Subsidiar a avaliação dos potenciais impactos ambientais, bem como propor medidas e programas ambientais pertinentes.

7.2.8.2. Unidades Geoambientais

A **Figura 7.2-146**, abaixo, a presenta a espacialização as unidades geoambientais identificadas e cartografadas para a AE dos Meios Físico e Biótico. Destaca-se que também são representados no mapa os setores com:

- Vertentes expressivas de geometria côncavas - tendência de convergência dos fluxos de água superficial, e maior criticidade para deflagrar processos de dinâmica superficial como erosões e movimentos de massa).
- Usos antrópicos que conferem baixa proteção aos terrenos, que potencializam o potencial de ocorrência dos processos de dinâmica superficial.

Ademais, também foi realizado o mapeamento geoambiental e de declividade para ADA e entono utilizando-se um levantamento topográfico de detalhe cedido pela MRN (em escala 1:10.000 com equidistância de 1 m entre as curvas de nível).

A seguir são descritas e caracterizadas cada uma das unidades geoambientais identificadas, a saber: ‘Topos dos Platôs Associados a Latossolos’; ‘Encostas dos Platôs Associados a Argissolos’; Terras Baixas ou Baixios Associados a Neossolos Quartzarênicos; e as ‘Superfícies Aluviais’. Entre o **Quadro 7.2-29** e **Quadro 7.2-32** são apresentadas as legendas expandidas de cada uma das unidades geoambientais, compreendendo uma síntese, pormenorizando suas principais características, os processos de dinâmica superficial mais atuantes, e a respectiva suscetibilidade a estes.

FORMATO: A3

520.000 560.000 9.840.000 9.800.000 9.760.000

Lagoa do Erepecu
Lagoa Erepecuru
Igarapé do Farias
Igarapé Tabuleiro Grande
Igarapé Caruaru
Rio Trombetas
Igarapé Terra Preta
Igarapé Pari
Lagoa do Moura
Lagoa do Moura
Lagoa Ajudante
Igarapé do Inferno
Igarapé Bacabal
Igarapé Água Fria
Igarapé Caraná
Igarapé Gracinha
Lagoa Batata
Lagoa Turumã
Lagoa Aracuã de Cima
Lagoa Araçá
Igarapé do Papagaio ou do Pinto
Igarapé Matapi
Igarapé dos Apés
Igarapé do Moura
Igarapé Ajara
Igarapé Taquera
Igarapé Saracá
Igarapé Araticum
Igarapé do Jamari
Igarapé Aibi
Igarapé Toeda
Igarapé do Socorro
Igarapé Daguari
Igarapé do Óleo
Igarape Uichi
Igarapé Mariapixi
Igarapé do Afonso
Igarapé do Capitão
Igarapé Urupuanã
Igarapé Curral Velho
Paraná do Aduacá
CA
CL
RB
MO
JA
BA
AT
TE
ES
CI
GR
PA
MB
PE
SA
AV
AL
BC
Terra Santa
Lago Algodoal
Faro
Nhamundá
Lago Ubim
LAGO URUÃ
LAGO PIRARUCÁ
Lagoa Açu
Lago Xixia Mirim
Lago do Macurricanã
Lagoa Açu/ Sapucuá
Amazonas

Suscetibilidade	Unidade Geoambiental
Baixa	Topos dos Platôs Associados a Latossolos
Moderada a Alta	Terras Baixas ou Baixios Associados a Neossolos Quartzarênicos
Muito Alta	Superfícies Aluviais
	Encostas dos Platôs Associadas a Argissolos

Referência Locacional
- Sede Municipal
- Limite Estadual

Hidrografia
- Cursos d'água
- Massa d'água

Sistema de Transporte
- Rodoviário
- Ferroviário

Área de Estudo
- Meio Físico e Biótico

- Áreas Antrópicas

Formas dos Platôs
- Côncavo

Estruturas Existentes
- Estradas SAMISE - Acessos
- Acessos existentes

Unidades Geoambientais
- Topos dos Platôs Associados a
- Encostas dos Platôs Associadas a
- Terras Baixas ou Baixios Associados a Neossolos Quartzarênicos
- Superfícies Aluviais

Platôs
AL - Almeidas
AR - Aramã
AT - Avertano
AV - Aviso
BA - Barone
BC - Bela Cruz
CI - Cipó
CA - Cruz Alta
CL - Cruz Alta Leste
ES - Escalante
GR - Greigh
JA - Jamari
MB - Monte Branco
MO - Morcego
PA - Papagaio
PE - Periquito
RB - Rebolado
SA - Saracá
TE - Teófilo

REFERÊNCIAS

Fontes:
- IBGE, 2017.
- ARCADIS, 2021.
- SRTM, 2000.

N

0 1,5 3 6 9 12 Km

Sistema de Coordenadas UTM SIRGAS2000 F21S

MACROLOCALIZAÇÃO

Mineração Rio do Norte
ARCADIS

PROJETO:
EIA - PNM

MAPA:
Mapa das Unidades Geoambientais da Área de Estudo

ELABORADO POR:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
ARCADIS S.A.	1:325.000	Única	15/08/2021

Figura 7.2-146. Mapa das Unidades Geoambientais da Área de Estudo.

A) Aspectos Climatológicos

Conforme demonstra o climatograma **(Figura 7.2-6)** - precipitação (mm) x temperatura (ºC) - para a estação Óbidos, a temperatura e a pluviosidade são inversamente proporcionais. À medida que o total de precipitação diminui a partir do mês de junho a temperatura se eleva, conforme a chuva aumenta a partir de outubro a temperatura entra em declínio. Desta forma corrobora cm a classificação do IBGE (2006) apresentando os 3 meses secos entre agosto e outubro e média de temperatura acima dos 18º C todos os meses.

Para a estação de Óbidos, o mês com maiores totais pluviométricos é março, com 338,11 mm, seguido por abril, com 299,18 mm e fevereiro, com 292,97 mm. Fica destacado, também, a concentração da pluviosidade no primeiro semestre. Para o segundo semestre temos os períodos mais secos, com o mês mais seco sendo o de agosto, com 33,13 mm, seguido por setembro, com 38,90 mm e outubro, com 43,49 mm. A média do total anual pluviométrica é 161 mm.

Já para a Estação Porto Trombetas, para os meses de maiores totais pluviométricos, temos abril, com 374,06 mm, seguido por março, com 360,34 mm e fevereiro, com 312,79 mm. Já para os meses mais secos, temos agosto, com 67,75 mm, setembro, com 73,26 mm e julho, com 94,81 mm. A média do total anual para Porto Trombetas é 197,40 mm.

Desta forma, o climatograma elaborado para a estação de Porto Trombetas **(Figura 7.2-7)** demonstra certa similaridade com climatograma da estação Óbidos no que diz respeito curva de temperatura e o padrão das barras de precipitação. A época com maior pluviosidade é entre dezembro e maio enquanto as temperaturas são menores, já os meses mais secos, entre junho e novembro apresentam temperaturas mais elevadas.

Assim, vale ressaltar que a região em análise apresenta totais mensais expressivos, sobretudo no período úmido, contudo os volumes totais no período menos úmido também são significativos, mesmo havendo um período denominado seco que perdura por 3 meses.

Importante denotar a ocorrência de eventos pluviométricos extremos, com elevados totais em 24hs, os quais podem ocorrer durante todo o ciclo hidrológico. No período menos úmido estes totais acumulados em 24hs, por vezes, ultrapassam as médias mensais destes meses. Estes eventos potencialmente podem contribuir para a ocorrência de movimentos de massa em compartimentos de geomorfológicos de maior suscetibilidade, bem como favorecem os processos erosivos. Além, disso podem implicar em inundações nas superfícies aluviais e terrenos adjacentes.

Conforme apontado no balanço hídrico climatológico apresentado **(Figura 7.2-16)** os meses entre janeiro e maio, apresentam excedente hídrico, ou seja, ocorre o armazenamento de água no solo, especialmente entre fevereiro e abril, que superam 150 mm de água armazenada. Neste sentido, no período assinalado, teoricamente, os solos apresentam uma tendência de saturar mais rapidamente na ocasião de eventos pluviométricos, propiciando assim o escoamento superficial em menor espaço de tempo.

Diante do exposto, pode-se inferir que o regime pluviométrico da região atua fortemente sobre os processos dinâmica superficial, acentuado, por vezes, a suscetibilidades dos terrenos à erosão, movimentos de massa e inundações.

B) Topos dos Platôs Associados a Latossolos

Estes terrenos ocorrem na faixa altimétrica de 150 a 220 m, e são representados por superfícies tabulares reliquiares, regionalmente aplainadas, de extensão e forma variáveis, sustentados por crostas lateríticas contendo bauxita.

A superfícies dos topos dos platôs são ligeiramente onduladas, com variações altimétricas entre 10 a 25 metros, onde predominam declividades amenas, variando entre 0 e 8%, não ultrapassando declives de 12%.

As variações altimétricas e de declividade presentes nessas unidades indicam a ocorrência de processos morfogenéticos incipientes na esculturação e modelagem do relevo, ocorrendo o predomínio de infiltração de águas pluviais no solo e o escoamento difuso de baixa velocidade. Pode-se afirmar que o processo pedogenético predomina em relação aos processos de esculturação do relevo, propiciando assim a formação de solos mais maduros e espessos representados por Latossolos Amarelos. Apesar do predomínio desta tipologia, pontualmente BRANDT MEIO AMBIENTE (2007) identificou nesta unidade a ocorrência de Argissolo Amarelo.

Os Latossolos Amarelos constatados têm baixa suscetibilidade à erosão, em geral, apresentam textura muito argilosa, podendo ocorrer perfis com traços petroplinticos (abrupticos ou não), ou seja, com caracteres concrecionário e/ou litoplíntico ou horizontes concrecionário e/ou litoplíntico em posição não diagnóstica para Plintossolos Pétricos, bem como, por vezes, mostram-se coesos.

Abaixo destes pacotes pedológicos, o perfil litoestratigráfico típico (bauxítico laterítico), verificado na presente unidade geoambiental, geralmente, apresenta os seguintes horizontes da base para o topo: argila variegada, bauxita, laterita (crosta ferruginosa) e bauxita nodular. O perfil bauxítico laterítico é coberto por uma argila de topo, material caulinítico, conhecido como Argila de Belterra.

Vale ressaltar que a cobertura pedológica, em geral muito argilosa, bem como as camadas de argila Belterra prestam-se para usos diversos nas operações da MRN, a exemplo da utilização destes materiais nos processos de recuperação de áreas degradadas (Plano Para Recuperação De Áreas Degradadas da MRN, 2021). O mesmo ocorre com as camadas mais resistentes de laterita e bauxita nodular, que podem ser utilizadas no revestimento de acessos e estradas.

Apesar da baixa suscetibilidade à erosão da presente unidade geoambiental, vale informar a tendência ocorrência de encrostamentos, quando a permeabilidade dos solos é reduzida, tanto pelo impacto direto das águas de chuva, como pela formação de camadas de menor permeabilidade pelo uso de máquinas, propiciando escoamento superficial e erosões em sulcos. Outra questão é o empoçamento ao longo das estradas e outras áreas provocada pela formação de camadas de menor permeabilidade, resultante do adensamento dos solos decorrente do tráfego de caminhões e equipamentos pesados.

Ademais, a cobertura laterítica confere coesão, resistência e estabilidade ao subsolo, porém as bordas dos platôs e taludes associados são suscetíveis, conforme descrito mais adiante na unidade geoambiental ‘Encostas dos Platôs Associadas a Argissolos’.

De modo geral, as associações entre as características morfológicas dos terrenos juntamente com a tipologia de solo existente nos platôs e substratos condicionam a unidade em tela como de Baixa suscetibilidade à erosão e alta capacidade de suporte.

Essa unidade ocupa 33.060,08 ha da AE (ou 8,70%) e representa 98,6% da ADA (ou 9.476,85 ha). O **Quadro 7.2-29.** apresenta a legenda expandida da presente unidade.

Quadro 7.2-29. Legenda Expandida da Unidade Geoambiental: Topos dos Platôs Associados a Latossolos.

Unidade Geoambientais	Climatologia	Geologia	Geomorfologia	Solos	Uso do Solo e Cobertura Vegetal	Recursos Hídricos	Processos de Dinâmica Superficial e Graus de Suscetibilidade	Área (ha) e % na AE	Intervenção Prevista
Topos dos Platôs Associados a Latossolos	A AE está inserida no clima Equatorial: temperaturas quentes com a média superior aos 18° C em todos os meses, de caráter predominantemente úmido e com 3 meses secos nos meses de inverno. Na estação Óbidos o mês de maior total pluviométrico é março (338,11 mm). Já o mês mais período seco, é agosto (33,13 mm). Na estação de Porto Trombetas o mês de maior total pluviométrico, é abril (374,06 mm). Já o mês mais seco é agosto (67,75 mm). A estação de Porto Trombetas registra 191,4 mm – total médio anual e a estação Óbidos registra 161 mm. Notam-se totais mensais expressivos, sobretudo no período úmido. Contudo os volumes totais no período seco são significativos. Nota-se ocorrência de eventos extremos com elevados totais em 24hs durante todo o ano. Estes potencialmente podem contribuir para a ocorrência de movimentos de massa, favorecem os processos erosivos, podem e ocasionar inundações. O balanço hídrico climatológico indica entre janeiro e maio excedente hídrico, especialmente entre fevereiro e abril, que superam 150 mm de água armazenada. Neste período os solos apresentam uma tendência de saturar mais rapidamente propiciando assim o escoamento superficial em menor espaço de tempo. Diante do exposto, pode-se inferir que o regime pluviométrico da	São sustentados pelos arenitos da Formação Alter do Chão de idade cretáceo-terciária, recobertos por concreções lateríticas contendo bauxita. O perfil litoestratigráfico típico (bauxítico laterítico), verificado na presente unidade geoambiental, geralmente, apresenta os seguintes horizontes da base para o topo: argila variegada, bauxita, laterita (crosta ferruginosa) e bauxita nodular. O perfil bauxítico laterítico é coberto por uma argila de topo, material caulinítico, conhecido como Argila de Belterra. As camadas de argila Belterra prestam-se para usos diversos nas operações da MRN, o mesmo ocorre com as camadas mais resistentes de laterita e bauxita nodular, que podem ser utilizadas no revestimentos de acessos e estradas.	Estes terrenos ocorrem na faixa altimétrica de 150 a 220 m, e são representados por superfícies tabulares reliquiares, regionalmente aplainadas, de extensão e forma variáveis, sustentados por crostas lateríticas contendo bauxita. A superfícies dos topos dos platôs são ligeiramente onduladas, com variações altimétricas entre 10 a 25 metros, onde predominam declividades amenas, variando entre 0 e 8%, não ultrapassando declives de 12%.	Os Latossolos Amarelos constatados têm baixa suscetibilidade à erosão, em geral, apresentam textura muito argilosa, podendo ocorrer perfis com traços petroplinticos (abrupticos ou não), ou seja, com caracteres concrecionário e/ou litoplíntico ou horizontes concrecionário e/ou litoplíntico em posição não diagnóstica para Plintossolos Pétricos, bem como, por vezes, mostram-se coesos. Apesar do predomínio desta tipologia, pontualmente BRANDT MEIO AMBIENTE (2007) identificou nesta unidade a ocorrência de Argissolo Amarelo.	Ocorre amplo predomínio de cobertura vegetal nativa. Ocorrendo também na AE alguns platôs com usos voltados à mineração, os quais apresentam sistemas de controle, bem como estruturas para disciplinamento do escoamento superficial.	De acordo com as cartas topográficas de Exército do Brasil, em escala 1:100.000 e mapeamento topográfico decido pela MRN em escala 1:10.000, nota-se a ausência rede de drenagem nos topos dos platôs.	Ocorrência de processos morfogenéticos incipientes na esculturação e modelagem do relevo, ocorrendo o predomínio de infiltração de águas pluviais no solo e o escoamento difuso de baixa velocidade. Pode-se afirmar que o processo pedogenético predomina em relação aos processos de esculturação do relevo, propiciando assim a formação de solos mais maduros e espessos representados por Latossolos Amarelos. Ademais, a cobertura laterítica confere coesão, resistência e estabilidade ao subsolo. Contudo, apresenta tendência, mesmo que de forma localizada, de ocorrência de encrostamentos, quando a permeabilidade dos solos é reduzida, tanto pelo impacto direto das águas de chuva, como pela formação de camadas de menor permeabilidade pelo uso de máquinas, propiciando escoamento superficial e erosões em sulcos. Outra questão, mesmo que de caráter pontual, é o empoçamento ao longo das estradas e outras áreas provocada pela formação de camadas de menor permeabilidade, resultante do adensamento dos solos decorrente do tráfego de caminhões e equipamentos pesados. Neste caso nos platôs onde há predominância de cobertura vegetal estes potenciais processos não são significativos, os quais passam ser averiguados em áreas com uso antrópico e sobretudo uso intensivo e contínuo de maquinários e equipamentos. Todavia importa esclarecer que	33.060,08 ha ou 8,70% da AE.	Implantação e operação das áreas de lavra e estruturas de apoio, permanentes e/ou temporárias relacionadas a implantação e operação do PNM. Prevista intervenção em 9.476,85 ha ou 98,6% da ADA.

Unidade Geoambientais	Climatologia	Geologia	Geomorfologia	Solos	Uso do Solo e Cobertura Vegetal	Recursos Hídricos	Processos de Dinâmica Superficial e Graus de Suscetibilidade	Área (ha) e % na AE	Intervenção Prevista
	região atua fortemente sobre os processos dinâmica superficial.						se tratam processos potenciais, e principalmente associados a acessos e estradas, que não minimizados através do disciplinamento das águas meteóricas, tal como já atualmente realizado pela MRN. De modo geral, as associações entre as características morfológicas dos terrenos juntamente com a tipologia de solo existente nos platôs e substratos condicionam a unidade em tela como de Baixa suscetibilidade à erosão, movimentos de massa e alta capacidade de suporte mesmo considerando as fragilidades já indicadas. <u>Suscetibilidade: Baixa</u>		

C) Encostas dos Platôs Associadas a Argissolos

Estes terrenos ocorrem ao longo do rebordo dos platôs, caracterizam-se, por encostas, em geral, ravinadas, situadas entre as cotas 175 e 125 m, imediatamente abaixo das bordas dos platôs até a interface com o compartimento geomorfológico denominado 'Terras Baixas ou Baixios'.

As referidas encostas, morfologicamente, conforme já detalhado em item específico, apresentam geometrias diversas variando entre convexas, côncavas e retilíneas, sendo a última a mais abundante. Este conjunto de formas apresenta forte relação entre sua morfologias e as camadas mais resistentes que compõe o pacote estratigráfico do platô, correspondente as camadas de crostas limoníticas ferruginosas e camadas de bauxitas nodulares, em que as rupturas de declive ocorrem associadas a locais onde as mesmas (principalmente a crosta limonítica) afloraram em superfície, conformando superfícies com diversas rupturas e escalonamentos.

São terrenos com declividade elevadas, variando entre 20% e 30%, com inúmeros setores ultrapassando os 30%, os comprimentos de rampa podem chegar à 150 metros, podendo em alguns locais serem superiores.

Desta forma, apresentam processos morfogenéticos bastante enérgicos, potencializando o escoamento superficial, uma vez que o processo de infiltração é diminuto. Via de regra, nestas condições a velocidade dos fluxos é acentuada e com grande potencial de retirada de materiais e de gerar instabilidades nos terrenos, podendo ocorrer na forma difusa e/ou concentrada.

Estes terrenos são recobertos por Argissolos, solos reconhecidos pela suscetibilidade aos processos erosivos, em função de acréscimo de argila no perfil, ocasionando descontinuidades no perfil que podem favorecer o escoamento lateral das águas pluviais. Nestes solos ocorrem também setores com cascalhos e traços concrecionários, que também podem ocasionar descontinuidades no perfil destes solos.

Deve-se destacar também a ampla ocorrência de materiais in situ ou mesmo na forma de colúvios, com resistências e graus de coesão diferentes, podem ser remobilizados vertentes abaixo, que indicam potenciais rolamentos de blocos e outros processos sob influência gravitacional. Estes materiais, quando no sopé das vertentes, também apresentam fragilidade diante dos processos de escoamento das águas e intervenções antrópicas sem o rigor técnico necessário.

As bordas dos platôs são feições reconhecidamente críticas, além da alta declividade, e transições para as encostas, abruptas ou não, devem ser ressaltadas as eventuais descontinuidades dos maciços associados aos platôs (falhas, fraturas) ligadas à neotectônica. Além disso, as encostas podem ser locais preferenciais para a surgência de águas subterrâneas, por apresentarem características típicas de aquíferos suspensos o que potencializa rupturas e movimentos de massa.

Conforme apontado por Frasa Engenheiros Consultores, a partir de estudos realizados para na Borda do Platô Bela Cruz, foram evidenciadas diversas feições de detalhe (em colher ou funil; bancos topográficos isolados nas encostas; nascentes alinhadas; terraços sopé; e erosão remontante) que potencialmente atuam na instabilização destas e encostas associadas. A

importância do reconhecimento destas feições veem sendo foco de estudos específicos pela MRN.

A cobertura vegetal assume neste compartimento uma função extremamente importante no escoamento superficial e controle da erosão pluvial e sua manutenção da cobertura vegetal significa maior estabilidade aos terrenos. Nestes ambientes, ocorrem diversas surgências, nascentes e drenagens de primeira ordem que formam a rede hídrica e igarapés da região. Ademais, a MRN tem como premissa adotar faixas ou zonas de segurança na borda dos platôs, onde é mantida a cobertura vegetal original e não são realizadas intervenções significativas.

De modo geral, as associações entre as características morfológicas dos terrenos juntamente com a tipologia de solo e demais caraterísticas citadas conferem Muito Alta suscetibilidade à erosão e movimentos de massa, apresentando baixa capacidade de suporte.

Essa unidade ocupa 26.120,81 ha da AE (ou 6,87%) e representa 0,54% da ADA (ou 52,25 ha). O **Quadro 7.2-30** apresenta a legenda expandida da presente unidade.

Quadro 7.2-30. Legenda Expandida da Unidade Geoambiental: Encostas dos Platôs Associadas a Argissolos.

Unidade Geoambientais	Climatologia	Geologia	Geomorfologia	Solos	Uso do Solo e Cobertura Vegetal	Recursos Hídricos	Processos de Dinâmica Superficial e Graus de Suscetibilidade	Área (ha) e % na AE	Intervenção Prevista
Encostas dos Platôs Associadas a Argissolos	A AE está inserida no clima Equatorial: temperaturas quentes com a média superior aos 18° C em todos os meses, de caráter predominantemente úmido e com 3 meses secos nos meses de inverno. Na estação Óbidos o mês de maior total pluviométrico é março (338,11 mm). Já o mês mais período seco, é agosto (33,13 mm). Na estação de Porto Trombetas o mês de maior total pluviométrico, é abril (374,06 mm). Já o mês mais seco é agosto (67,75 mm). A estação de Porto Trombetas registra 191,4 mm – total médio anual e a estação Óbidos registra 161 mm. Notam-se totais mensais expressivos, sobretudo no período úmido. Contudo os volumes totais no período seco são significativos. Nota-se ocorrência de eventos extremos com elevados totais em 24hs durante todo o ano. Estes potencialmente podem contribuir para a ocorrência de movimentos de massa, favorecem os processos erosivos, podem e ocasionar inundações. O balanço hídrico climatológico indica entre janeiro e maio excedente hídrico, especialmente entre fevereiro e abril, que superam 150 mm de água armazenada. Neste período os solos apresentam uma tendência de saturar mais rapidamente propiciando assim o escoamento superficial em menor espaço de tempo. Diante do exposto, pode-se inferir que o regime pluviométrico da região atua fortemente sobre os processos dinâmica superficial.	Ampla ocorrência de materiais in situ ou mesmo na forma de colúvios, com resistências e graus de coesão diferentes, podem ser remobilizados vertentes abaixo, que indicam potenciais rolamentos de blocos e outros processos sob influência gravitacional. Além da alta declividade nas transições topo e para as encostas, abruptas ou não, devem ser ressaltadas as eventuais descontinuidades dos maciços associados aos platôs (falhas, fraturas) ligadas à neotectônica. Além disso, as encostas podem ser locais preferenciais para a surgência de águas subterrâneas, por apresentarem características típicas de aquíferos suspensos.	Estes terrenos ocorrem ao longo do rebordo dos platôs, caracterizam-se, por encostas, em geral, ravinadas, situadas entre as cotas 175 e 125 m, imediatamente abaixo das bordas dos platôs até a interface com o compartimento geomorfológico denominado ‘Terras Baixas ou Baixios’. As referidas encostas, morfologicamente, conforme já detalhado em item específico, apresentam geometrias diversas variando entre convexas, côncavas e retilíneas, sendo a última a mais abundante. Este conjunto de formas apresenta forte relação entre sua morfologias e as camadas mais resistentes que compõe o pacote estratigráfico do platô, correspondente as camadas de crostas limoníticas ferruginosas e camadas de bauxitas nodulares, em que as rupturas de declive ocorrem associadas a locais onde as mesmas (principalmente a crosta limonítica) afloraram em superfície, conformando superfícies com diversas rupturas e escalonamentos. São terrenos com declividade elevadas, variando entre 20% e 30%, com inúmeros setores ultrapassando os 30%, os comprimentos de rampa podem chegar à 150 metros, podendo em alguns locais serem superiores. Potencialmente podem ocorrer diversas feições de	Estes terrenos são recobertos por Argissolos, solos reconhecidos pela suscetibilidade aos processos erosivos, em função de acréscimo de argila no perfil, ocasionando descontinuidades no perfil que podem favorecer o escoamento lateral das águas pluviais. Nestes solos ocorrem também setores com cascalhos e traços concrecionários, que também podem ocasionar descontinuidades no perfil destes solos.	Ocorre amplo predomínio de cobertura vegetal nativa. Ocorrendo também usos voltados à mineração, como estradas de acesso aos platôs em operação. Contudo, importa notar que estes são pontuais arealememnte. A cobertura vegetal assume neste compartimento uma função extremamente importante no escoamento superficial e controle da erosão pluvial e sua manutenção da cobertura vegetal significa maior estabilidade aos terrenos. Ademais, a MRN tem como premissa adotar faixas ou zonas de segurança na borda dos platôs, onde é mantida a cobertura vegetal original e não são realizadas intervenções significativas.	Ocorrência de surgências, nascentes e drenagens de primeira ordem que formam a rede hídrica e igarapés da região.	Os processos morfogenéticos bastante enérgicos, potencializando o escoamento superficial, uma vez que o processo de infiltração é diminuto. Via de regra, nestas condições a velocidade dos fluxos é acentuada e com grande potencial de retirada de materiais e de gerar instabilidades nos terrenos, podendo ocorrer na forma difusa e/ou concentrada. Ocorrência de materiais in situ ou mesmo na forma de colúvios, com resistências e graus de coesão diferentes, indicam potenciais rolamentos de blocos e outros processos sob influência gravitacional. Estes materiais, quando no sopé das vertentes, também apresentam fragilidade diante dos processos de escoamento das águas e intervenções antrópicas sem o rigor técnico necessário. Bordas dos platôs com caraterísticas diversas críticas em relação a processos erosivos e movimentos de massa. De modo geral, as associações entre as características morfológicas dos terrenos juntamente com a tipologia de solo e demais caraterísticas citadas conferem Muito Alta suscetibilidade à erosão e movimentos de massa, apresentando baixa capacidade de suporte. Conforme relatado a MRN tem como premissa adotar	26.786,68 ha ou 6,87% da AE	Implantação e Operação de estradas e acessos (provisórios e/ou permanentes). Prevista intervenção em 52,25 ha ou 0,54% da ADA.

Unidade Geoambientais	Climatologia	Geologia	Geomorfologia	Solos	Uso do Solo e Cobertura Vegetal	Recursos Hídricos	Processos de Dinâmica Superficial e Graus de Suscetibilidade	Área (ha) e % na AE	Intervenção Prevista
			detalhe (em colher ou funil; bancos topográficos isolados nas encostas; nascentes alinhadas; terraços sopé; e erosão remontante).				faixas ou zonas de segurança na borda dos platôs onde é mantida a cobertura vegetal original e não são realizadas intervenções significativas. Suscetibilidade: Muito Alta		

D) Terras Baixas ou Baixios Associados a Neossolos Quartzarênicos

Estes terrenos compreendem a transição entre o compartimento geomorfológico 'Encostas associados aos Platôs' e as 'Superfícies Aluviais', compreendendo o intervalo hipsométrico entre as cotas de 20 a 120 metros, e apresenta ampla distribuição na AE dos Meios Físico e Biótico.

Os dados hipsométricos demonstram que o setor Norte das Terras Baixas, sentido Rio Trombetas, apresenta variações altimétricas em relação ao Setor Sul. A Norte, os valores médios de altimetria se encontram entre 40 e 120 m, enquanto no setor Sul, ocorrem elevações entre 20 e 80 m.

A presente unidade geoambiental compreende superfícies pediplanadas onde foram esculpidas morfologias diversas em interflúvios com encostas ravinadas (inr), interflúvios tabulares (it), interflúvios tabulares com drenagem densa (itd), colinas e ravinas (cr), conforme preconizado em RADAM (1976). Nota-se, que o referido setor Norte desta unidade compreende padrões de relevo mais dissecados ao passo que no setor Sul predominam padrões de relevo menos enérgicos.

Os modelados verificados, via de regra, apresentam topos variando entre tabulares e convexos, com extensões variadas, onde predominam declives suaves, por vezes, até 4%, porém com variações até 12%. Devido a morfologia dos topos e as declividades associadas sugere-se processos de morfogenéticos de menor intensidade e a infiltração parcial da água pluvial.

No que tange as vertentes, ocorre o predomínio de geometrias variando entre retilínea e convexa, onde ocorrem, principalmente, declividades entre 6 e 12%. No setor Norte, a variação é sensivelmente maior, com setores de maior declividade (20%) perfazendo algumas cabeceiras de drenagem e terrenos mais entalhados pelo sistema de drenagem local, principalmente no terço inferior das vertentes. Localizadamente, alguns setores apresentam 30% ou mais. Ao passo que no setor Sul, as declividades predominantes encontram-se entre 6 e 12%, com setores localizados de até 20%, em geral, relacionados ao terço inferior de encostas.

Nas vertentes predominam o escoamento superficial difuso, cuja velocidade varia fundamentalmente em função da declividade. Em setores mais declivosos e cabeceiras de drenagens podem ocorrer fluxos superficiais concentrados de maior poder erosivo e potencial para gerar outras instabilidades nos terrenos.

Durante as atividades de campo verificou-se um talude, de cerca de 6 m de altura, constituído por saprolito (derivado da Formação Alter do Chão), caracterizado por um arenito fino a médio, com estratificação cruzada e laminações plano-paralelas ao longo dos estratos. Os setores laterizados apresentam elevada coesão, permitindo estabilidade ao talude, mesmo em corte subvertical. Já em setores onde o talude apresenta-se rompido e desprovido de couraça laterítica, observa-se sua elevada erodibilidade e ciclagem natural, esta última manifestada por empastilhamento dos níveis argilosos.

Neste sentido, deve-se frisar a suscetibilidade às rupturas e escorregamentos em taludes de corte, devido à sua baixa coesão, principalmente quando não laterizados ou desprovidos da

couraça laterítica, e à sua heterogeneidade litológica, que condiciona permeabilidades diferenciadas e propicia lençóis d'água empoleirados.

A sondagem a percussão denominada JMA-SPT-02, alocada na área da futura ponte sobre o igarapé Jamari, indica boa capacidade de suporte, apresentando valores de resistência à penetração em ensaios SPT superiores a 30 golpes a 10 m de profundidade.

Outro aspecto relevante, é que estes terrenos são recobertos predominantemente por Neossolos Quartzarênicos, que são reconhecidamente de elevada erodibilidade. Os Neossolos Quarzarênicos ou mesmo os saprolitos derivados da Formação Alter do Chão quando expostos ou com baixo grau de proteção, o potencial erosivo é bastante significativo e favorece o desenvolvimento de feições erosivas lineares, como sulcos, ravinas e até mesmo voçorocas, conforme verificado no reconhecimento de campo. Neste sentido, a cobertura vegetal tem uma função extremamente importante no escoamento superficial e controle da erosão pluvial e sua manutenção da cobertura vegetal significa maior estabilidade aos terrenos.

Desta forma, a presente unidade geoambiental apresenta Moderada a Alta suscetibilidade aos processos erosivos (laminares e lineares) e às rupturas e escorregamentos em taludes de corte.

Essa unidade ocupa 270.290,97 ha da AE (ou 71,09%) e representa 0,82% da ADA (ou 78,96 ha). O **Quadro 7.2-31** apresenta a legenda expandida da presente unidade.

Quadro 7.2-31. Legenda Expandida da Unidade Geoambiental: Terras baixas ou Baixios Associadas a Neossolos Quartzarênicos.

Unidade Geoambientais	Climatologia	Geologia	Geomorfologia	Solos	Uso do Solo e Cobertura Vegetal	Recursos Hídricos	Processos de Dinâmica Superficial e Graus de Suscetibilidade	Área (ha) e % na AE	Intervenção Prevista
Terras Baixas ou Baixios Associados a Neossolos Quartzarênicos	A AE está inserida no clima Equatorial: temperaturas quentes com a média superior aos 18° C em todos os meses, de caráter predominantemente úmido e com 3 meses secos nos meses de inverno. Na estação Óbidos o mês de maior total pluviométrico é março (338,11 mm). Já o mês mais período seco, é agosto (33,13 mm). Na estação de Porto Trombetas o mês de maior total pluviométrico, é abril (374,06 mm). Já o mês mais seco é agosto (67,75 mm). A estação de Porto Trombetas registra 191,4 mm – total médio anual e a estação Óbidos registra 161 mm. Notam-se totais mensais expressivos, sobretudo no período úmido. Contudo os volumes totais no período seco são significativos. Nota-se ocorrência de eventos extremos com elevados totais em 24hs durante todo o ano. Estes potencialmente podem contribuir para a ocorrência de movimentos de massa, favorecem os processos erosivos, podem e ocasionar inundações. O balanço hídrico climatológico indica entre janeiro e maio excedente hídrico, especialmente entre fevereiro e abril, que superam 150 mm de água armazenada. Neste período os solos apresentam uma tendência de saturar mais rapidamente propiciando assim o escoamento superficial em menor espaço de tempo. Diante do exposto, pode-se inferir que o regime pluviométrico da região atua fortemente sobre os processos dinâmica superficial.	Alter do Chão e respectivos saprolitos. Durante as atividades de campo verificou-se um talude, de cerca de 6 m de altura, constituído por saprolito de arenito fino a médio que exibe estratificação cruzada e laminações plano-paralelas ao longo dos estratos, estando o mesmo laterizado, o que lhe confere elevada coesão, permitindo estabilidade ao talude, mesmo em corte subvertical. Na escala do afloramento verificado em campo ocorrem laminações plano-paralelas de textura arenosa (fina a média) a areno-argilosa intercaladas com laminações argilosas. Geotécnicamente, os arenitos apresentam-se com elevados grau de alteração e de friabilidade, condicionadas pela baixa coesão dos grãos, mantendo-se estáveis nos taludes pela intensa laterização a que foram submetidos. Em locais onde o talude apresenta-se	Estes terrenos compreendem a transição entre o compartimento geomorfológico ‘Encostas associados aos Platôs’ e as ‘Superfícies Aluviais’, compreendendo o intervalo hipsométrico entre as cotas de 20 a 120 metros. Engloba superfícies pediplanadas onde foram esculpidas morfologias diversas em interflúvios com encostas ravinadas (inr), interflúvios tabulares (it), interflúvios tabulares com drenagem densa (itd), colinas e ravinas (cr), conforme preconizado em RADAM (1976). O setor Norte desta unidade compreende padrões de relevo mais dissecados ao passo que no setor Sul predominam padrões de relevo menos enérgicos. Os modelados verificados, via de regra, apresentam topos variando entre tabulares e convexos, com extensões variadas, onde predominam declives suaves, por vezes, até 4%, porém com variações até 12%. No que tange as vertentes, ocorre o predomínio de geometrias variando entre retilínea e convexa, onde ocorrem, principalmente, declividades entre 6 e 12%. No setor Norte, a variação é sensivelmente maior, com setores de maior declividade (20%) perfazendo algumas cabeceiras de drenagem e terrenos mais entalhados pelo sistema de drenagem	Outro aspecto relevante, é que estes terrenos são recobertos predominantemente por Neossolos Quartzarênicos, que são reconhecidamente de elevada erodibilidade.	Ocorre amplo predomínio de cobertura vegetal nativa. Ocorrendo também usos voltados à mineração, como estradas de acesso aos platôs em operação e outras estruturas associadas à operação do complexo minerário. Pontualmente, são verificados na AE usos antrópicos relacionados a agricultura, pastagens e outros devido a existência de comunidades locais. A cobertura vegetal assume neste compartimento uma função extremamente importante no escoamento superficial e controle da erosão pluvial e sua manutenção da cobertura vegetal significa maior estabilidade aos terrenos.	Ampla ocorrência de Igarapés e corpos hídricos, via de regra, de pequena profundidade.	Devido a morfologia dos topos e as declividades associadas sugere-se processos de morfogenéticos de menor intensidade e a infiltração parcial da água pluvial. Nas vertentes predominam o escoamento superficial difuso, cuja velocidade varia fundamentalmente em função da declividade. Em setores mais declivosos e cabeceiras de drenagens podem ocorrer fluxos superficiais concentrados de maior poder erosivo e potencial para gerar outras instabilidades nos terrenos. Dadas as caraterísticas geotécnicas dos saprolitos, deve-se frisar a suscetibilidade às rupturas e escorregamentos em taludes de corte, devido à sua baixa coesão, principalmente quando não laterizados ou desprovidos da couraça laterítica, e à sua heterogeneidade litológica, que condiciona permeabilidades diferenciadas e propicia lençóis d’água empoleirados. Os Neossolos Quarzarênicos ou mesmo os saprolitos derivados da Formação Alter do Chão quando expostos ou com baixo grau de proteção, o potencial erosivo é bastante significativo e favorece o desenvolvimento de feições erosivas lineares, como sulcos, ravinas e até mesmo voçorocas, conforme verificado no reconhecimento de campo. Desta forma, a presente unidade geoambiental apresenta Moderada suscetibilidade aos processos erosivos (laminares e lineares) e às rupturas e escorregamentos em taludes de corte quando recobertos por cobertura vegetal e alta em áreas desnudas ou com usos antrópicos. <u>Suscetibilidade: Moderada a Alta</u>	270.290,97 ha ou 71,09% da AE.	Implantação e Operação de estradas e acessos (provisórios e/ou permanentes) Prevista intervenção em 78,96 ha ou 0,82% da ADA.

Unidade Geoambientais	Climatologia	Geologia	Geomorfologia	Solos	Uso do Solo e Cobertura Vegetal	Recursos Hídricos	Processos de Dinâmica Superficial e Graus de Suscetibilidade	Área (ha) e % na AE	Intervenção Prevista
		rompido e desprovido de couraça laterítica, observa-se sua elevada erodibilidade e ciclagem natural, esta última manifestada por empastilhamento dos níveis argilosos.	local, principalmente no terço inferior das vertentes. Localizadamente, alguns setores apresentam 30% ou mais. No setor Sul, as declividades predominantes encontram-se entre 6 e 12%, com setores localizados de até 20%, em geral, relacionados ao terço inferior de encostas.						

E) Superfícies Aluviais

Estes terrenos, em regra, estão associados aos igarapés e rede de drenagem da AE, ocorrendo em diferentes faixas altimétricas, onde predominam terrenos rebaixados, com declividades, em geral, menores do que 4%, caracterizados por superfícies, predominantemente planas e amplitudes topográficas inexpressivas, resultando na predisposição de acumulação de sedimentos nesses ambientes.

Em geral, o substrato desta unidade é marcado por sedimentos aluvionares de depósitos recentes, do quaternário, inconsolidados, de espessuras e constituição diversa, compreendendo materiais arenosos com variação granulométrica entre areias finas a médias e média a grossas, também ocorrendo camadas de argila siltosa, conforme indicam as sondagens realizadas na área de implantação da futura ponte sobre o igarapé Jamari (JMA-SPT-01 e JMA-SPT-02). Conforme reconhecimento de campo, observa-se também a presença localizada de seixos e matacões. Potencialmente, nestas unidades, podem ocorrer níveis de argilas.

A unidade de mapeamento pedológico associada a estes ambientes foi definida como Gleissolos Háplicos, porém englobam também os Neossolos Quartzarênicos hidromórficos. Dada as condições topográficas estes solos apresentam baixa suscetibilidade à erosão mesmo que arenosos. O fator de maior limitação destes, é o excesso de água nestes pacotes (periódico ou permanente), consequentemente a escassez de oxigênio. Vale ressaltar que as superfícies aluviais têm como dinâmica inundações permanentes e/ou periódicas. Destaca-se ainda a baixa fertilidade natural e traços de acidez dada a matéria orgânica, por vezes, existente.

Estes terrenos são susceptíveis aos processos de assoreamento por materiais superficiais e sedimentos advindos de áreas fonte. Vale ressaltar a baixa profundidade em partes dos sistemas fluviais da área de estudo, caracterizados por igarapés. Assim, em última instância, em situações de processo de assoreamento mais avançados, potencialmente podem ocorrer modificações localizadas na dinâmica hídrica dos igarapés. Devido à inconsistência dos materiais detríticos, estes são sujeitos à erosão por enxurradas, podendo eventualmente ocorrer desbarrancamentos e solapamentos nas margens dos igarapés.

Em geral as superfícies aluviais possuem baixa capacidade de suporte, não se prestando a fundações e nem a aterros sanitários, lagoas de decantação e outros usos correlatos devido à facilidade de contaminação dos aquíferos por sua maior porosidade efetiva e maior permeabilidade.

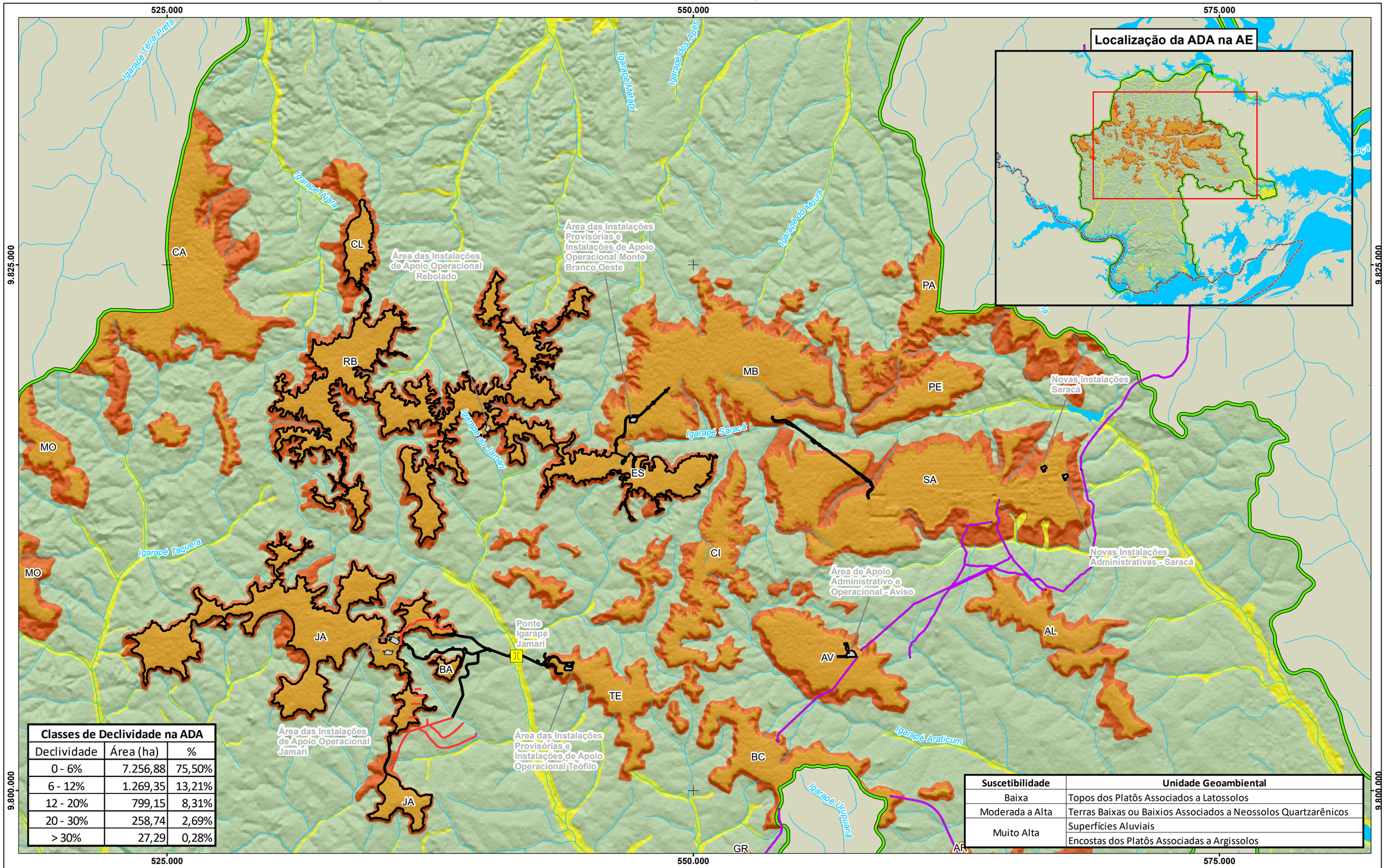
Desta forma, a presente unidade geoambiental apresenta Muita Alta suscetibilidade aos seguintes processos: assoreamento; inundação (permanentes e/ou periódicas); contaminação de aquíferos; e desbarrancamentos / solapamento das margens dos igarapés.

Essa unidade ocupa 50.739,15 ha da AE (ou 13,34%) e representa 0,03% da ADA (ou 3,36 ha). O **Quadro 7.2-32** a presenta a legenda expandida da presente unidade.

Quadro 7.2-32. Legenda Expandida da Unidade Geoambiental: Superfícies Aluviais.

Unidade Geoambientais	Climatologia	Geologia	Geomorfologia	Solos	Uso do Solo e Cobertura Vegetal	Recursos Hídricos	Processos de Dinâmica Superficial e Graus de Suscetibilidade	Área (ha) e % na AE	Intervenção Prevista
Superfícies Aluviais	A AE está inserida no clima Equatorial: temperaturas quentes com a média superior aos 18° C em todos os meses, de caráter predominantemente úmido e com 3 meses secos nos meses de inverno. Na estação Óbidos o mês de maior total pluviométrico é março (338,11 mm). Já o mês mais período seco, é agosto (33,13 mm). Na estação de Porto Trombetas o mês de maior total pluviométrico, é abril (374,06 mm). Já o mês mais seco é agosto (67,75 mm). A estação de Porto Trombetas registra 191,4 mm – total médio anual e a estação Óbidos registra 161 mm. Notam-se totais mensais expressivos, sobretudo no período úmido. Contudo os volumes totais no período seco são significativos. Nota-se ocorrência de eventos extremos com elevados totais em 24hs durante todo o ano. Estes potencialmente podem contribuir para a ocorrência de movimentos de massa, favorecem os processos erosivos, podem e ocasionar inundações. O balanço hídrico climatológico indica entre janeiro e maio excedente hídrico, especialmente entre fevereiro e abril, que superam 150 mm de água armazenada. Neste período os solos apresentam uma tendência de saturar mais rapidamente propiciando assim o escoamento superficial em menor espaço de tempo. Diante do exposto, pode-se inferir que o regime pluviométrico da região atua fortemente sobre os processos dinâmica superficial.	Em geral, o substrato desta unidade é marcado por sedimentos aluvionares de depósitos recentes, do quaternário, inconsolidados, de espessuras e constituição diversa, compreendendo materiais arenosos com variação granulométrica entre areias finas a médias e média a grossas, também ocorrendo camadas de argila siltosa, conforme indicam as sondagens realizadas na área de implantação da futura ponte sobre o igarapé Jamari (JMA-SPT-01 e JMA-SPT-02). Conforme reconhecimento de campo, observa-se também a presença localizada de seixos e matacões. Potencialmente, nestas unidades, podem ocorrer níveis de argilas.	Estes terrenos, em regra, estão associados aos igarapés e rede de drenagem da AE, ocorrendo em diferentes faixas altimétricas, onde predominam terrenos rebaixados, com declividades, em geral, menores do que 4%, caracterizados por superfícies, predominantemente planas e amplitudes topográficas inexpressivas, resultando na predisposição de acumulação de sedimentos nesses ambientes.	A unidade de mapeamento pedológico associada a estes ambientes foi definida como Gleissolos Háplicos, porém englobam também os Neossolos Quartzarênicos hidromórficos. Dada as condições topográficas estes solos apresentam baixa suscetibilidade à erosão mesmo que arenosos. O fator de maior limitação destes, é o excesso de água nestes pacotes (periódico ou permanente), consequentemente a escassez de oxigênio. Vale ressaltar que as superfícies aluviais têm como dinâmica inundações permanentes e/ou periódicas. Destaca-se ainda a baixa fertilidade natural e traços de acidez dada a matéria orgânica, por vezes, existente.	Ocorre amplo predomínio de cobertura vegetal nativa. Pontualmente, são verificados na AE usos antrópicos relacionados a agricultura, pastagens e outros devido a existência de comunidades locais. Ocorrendo também usos voltados à mineração, como estradas de acesso aos platôs em operação.	Esta unidade ocorre em associação com rios e igarapés de portes diversos.	Estes terrenos são susceptíveis aos processos de assoreamento por materiais superficiais e sedimentos advindos de áreas fonte. Vale ressaltar a baixa profundidade em partes dos sistemas fluviais da área de estudo, caracterizados por igarapés. Assim, em última instância, em situações de processo de assoreamento mais avançados, potencialmente podem ocorrer modificações localizadas na dinâmica hídrica dos igarapés. Devido à inconsistência dos materiais detríticos, estes são sujeitos à erosão por enxurradas, podendo eventualmente ocorrer desbarrancamentos e solapamentos nas margens dos igarapés. Em geral as superfícies aluviais possuem baixa capacidade de suporte, não se prestando a fundações e nem a aterros sanitários, lagoas de decantação e outros usos correlatos devido à facilidade de contaminação dos aquíferos por sua maior porosidade efetiva e maior permeabilidade. Desta forma, a presente unidade geoambiental apresenta Muita Alta suscetibilidade aos seguintes processos: assoreamento; inundação (permanentes e/ou periódicas); contaminação de aquíferos; e desbarrancamentos / solapamento das margens dos igarapés. <u>Suscetibilidade: Muito Alta</u>	50.739,15 ha ou 13,34% da AE.	Implantação e Operação de estradas e acessos (provisórios e/ou permanentes). Prevista intervenção em 3,36 ha ou 0,03% da ADA.

Adicionalmente, a **Figura 7.2-147** e **Figura 7.2-148** apresentam respectivamente, em escala de detalhe, as áreas objeto de licenciamento e estruturas definidas para o PNM (que compõe a ADA do mesmo) sobre o mapa de unidades geoambientais e sobre a carta de declividade, elaborada a partir dos dados topográficos cedidos pela MRN, em escala 1:10.000, com curvas equidistantes de 1 metro.



Classes de Declividade na ADA		
Declividade	Área (ha)	%
0 - 6%	7.256,88	75,50%
6 - 12%	1.269,35	13,21%
12 - 20%	799,15	8,31%
20 - 30%	258,74	2,69%
> 30%	27,29	0,28%

Suscetibilidade	Unidade Geoambiental
Baixa	Topos dos Platôs Associados a Latossolos
Moderada a Alta	Terras Baixas ou Baixios Associados a Neossolos Quartzarênicos
Muito Alta	Superfícies Aluviais
	Encostas dos Platôs Associadas a Argissolos

Área de Estudo
- Área de Estudo do Meio Físico (AE)
- Áreas Objeto do Licenciamento (ADA)

Estruturas Existentes
- Estradas SAMISE - Acessos Madereira
- Acessos existentes

Estruturas do Empreendimento
- Ponte
- Acessos do PNM
- Unidades de Apoio

Hidrografia
- Curso d'água
- Massa d'água

Unidades Geoambientais
- Topos dos Platôs Associados a Latossolos
- Encostas dos Platôs Associadas a Argissolos
- Terras Baixas ou Baixios Associados a Neossolos Quartzarênicos
- Superfícies Aluviais

Platôs do PNM
CL - Cruz Alta Leste
ES - Escalante
RB - Rebolado
BA - Barone

Em Operação
MB - Monte Branco
BC - Bela Cruz
SA - Saracá

Exauridos
PA - Papagaio
PE - Periquito
AL - Almeidas
AV - Aviso

Demais Platôs
CI - Cipó
AR - Aramã
CA - Cruz Alta
JA - Jamari
MO - Morcego
TE - Teófilo

REFERÊNCIAS

Fontes:
- IBGE, 2017.
- ARCADIS, 2021.

N

0 1 2 4 6 Km

Sistema de Coordenadas UTM SIRGAS2000 F21S

MACROLOCALIZAÇÃO

Mineração Rio do Norte

ARCADIS

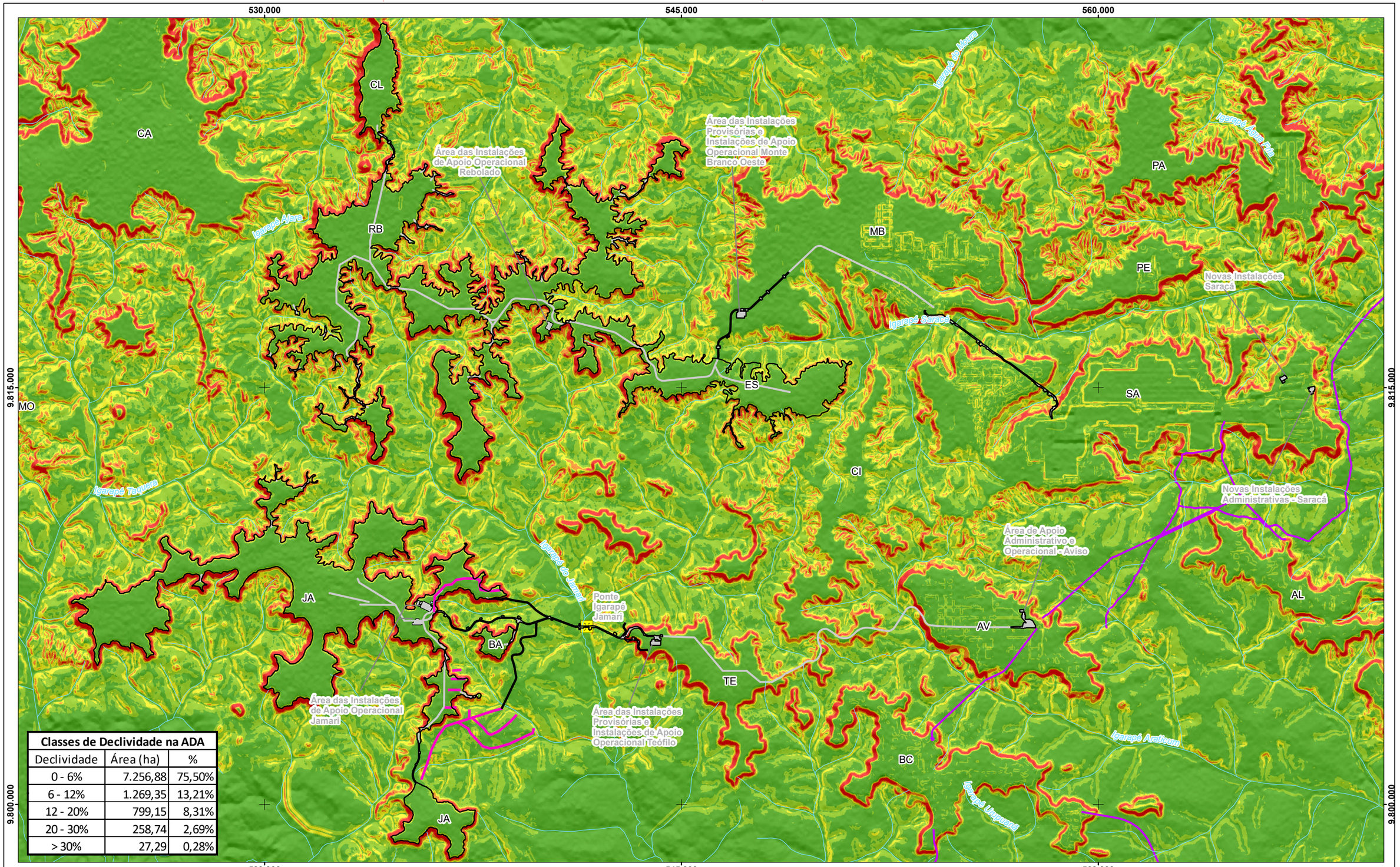
PROJETO: EIA - PNM

MAPA: Mapa das Unidades Geoambientais na ADA e Entorno

ELAB:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
ARCADIS S.A.	1:170.000	Única	16/08/2021

FORMATO: A3

Figura 7.2-147. Mapa das Unidades Geoambientais da ADA e entorno.



Classes de Declividade na ADA		
Declividade	Área (ha)	%
0 - 6%	7.256,88	75,50%
6 - 12%	1.269,35	13,21%
12 - 20%	799,15	8,31%
20 - 30%	258,74	2,69%
> 30%	27,29	0,28%

Hidrografia
- Cursos d'água

Estruturas Existentes
- Estradas SAMISE - Acessos Madereira
- Acessos existentes

Área de Influência
- ADA

Estruturas do Empreendimento - Objeto do PNM
- Ponte
- Acessos do PNM
- Unidades de Apoio

Declividade
- 0 - 6 %
- 6 - 12 %
- 12 - 20 %
- 20 - 30 %
- > 30 %

Platôs do PNM
CL - Cruz Alta Leste
ES - Escalante
RB - Rebolado
BA - Barone

Em Operação
MB - Monte Branco
BC - Bela Cruz
SA - Saracá

Exauridos
PA - Papagaio
PE - Periquito
AL - Almeidas
AV - Aviso

Demais Platôs
CI - Cipó
CA - Cruz Alta
JA - Jamari
MO - Morcego
TE - Teófilo

REFERÊNCIAS

Fontes:
- IBGE, 2017.
- ARCADIS, 2019.
- MRN , 2020 - Levantamento Topográfico com equidistância de cinco metros.

N

0 0,6 1,2 2,4 3,6 4,8 Km

Sistema de Coordenadas UTM SIRGAS2000 F21S

MACROLOCALIZAÇÃO

Mineração Rio do Norte

ARCADIS

PROJETO: EIA - PNM

MAPA: Mapa de Declividade da ADA e Entorno

ELAB:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
ARCADIS S.A.	1:130.000	Única	16/08/2021

FORMATO: A3

Figura 7.2-148. Mapa de declividade da ADA e entorno.

A **Tabela 7.2-2**, a seguir, sintetiza as unidades geoambientais e respectivas áreas na ADA definida para o empreendimento.

Tabela 7.2-2. Unidades Geoambientais na ADA do PNM.

Unidades Geoambientais	Suscetibilidade aos Processos de Dinâmica Superficial	Área (ha)	%
Topos dos Platôs Associados a Latossolos	Baixa	9.476,85	98,6
Encostas dos Platôs Associadas a Argissolos	Muito Alta	52,25	0,54
Terras Baixas ou Baixios Associados a Neossolos Quartzarênicos	Moderada a Alta	78,96	0,82
Superfícies Aluviais	Muito Alta	3,36	0,03
ADA		**10.426,1**	**9.611,42**

Conforme nota-se, a maior parte das intervenções programadas no PNM se darão na unidade 'Topos dos Platôs Associados a Latossolos' (9.476,85 ha ou 98,6%), onde predominam terrenos de baixa suscetibilidade e boa capacidade de suporte. Mesmo que de baixa suscetibilidade aos processos de dinâmica superficial (em especial os processos erosivos e movimentos de massa), devido a compactação e redução da permeabilidade das camadas superficiais, principalmente, relacionada a utilização de maquinários e equipamentos, podem ocorrer encostramentos, o que pode potencializar o escoamento superficial em alguns setores propiciando feições erosivas. Ademais, pode ocorrer ainda empoçamentos nas vias de acesso, principalmente, no período chuvoso.

As intervenções nesta unidade referem-se, principalmente, a implantação de unidades de apoio e acessos e as futuras áreas de lavra do PNM. Conforme pode-se observar na **Figura 7.2-148** predominam declividades entre 0 e 6%, corroborando com as informações apresentadas item **Geomorfologia - Caracterização Local** e ao longo do presente item conforme discorrido para a AE delimitada. Pontualmente, são observados setores com declividade variando entre 6 e 12%.

Apesar de serem projetadas intervenções de menor monta nas demais unidades geoambientais quando comparado às intervenções programadas na unidade 'Topos dos Platôs Associados a Latossolos', vale frisar que são intervenções relevantes realmente, conforme indicado no Quadro 7.2-29, bem como compreendem unidades de suscetibilidades variadas.

Na unidade geoambiental 'Encostas dos Platôs Associados a Argissolos' estima-se um total de 52,25 ha de intervenções (ou 0,54% da ADA), em regra, associadas a implantação dos acessos aos platôs. Esta unidade apresenta muito alta suscetibilidade, devido aos parâmetros morfométricos e morfológicos associados aos materiais superficiais existentes e a cobertura pedológica predominante (Argissolos). Os processos mofogenéticos são enérgicos e potencialmente podem ocorrer processos erosivos e movimentos de massa. Vale citar também a criticidade das bordas dos platôs conforme já apontado

Conforme pode-se observar na **Figura 7.2-148** predominam declividades, variando entre 20% e 30%, com inúmeros setores ultrapassando os 30%, também corroborando com as informações apresentadas anteriormente. As interferências programadas resumem-se a

implantação dos acessos (provisórios ou não), porém estes terrenos podem ser impactados na etapa de operação, em especial na ocasião das atividades de lavra.

No que tange a unidade 'Terras Baixas ou Baixios Associados a Neossolos Quarzarênicos', as intervenções totalizam cerca de 78,96 ha (ou 0,82% da ADA), basicamente relacionadas aos citados acessos. A suscetibilidade desta unidade varia entre média, onde a cobertura vegetal existente propicia certa estabilidade nos terrenos, e alta, onde a proteção dos terrenos é parca ou ocorrem usos antrópicos. Os principais processos de dinâmica superficial nesta unidade estão relacionados a rupturas em taludes de corte e eventuais processos erosivos. A morfologia nestes terrenos é variada e nos topos predominam declividades mais suaves (em geral até 4% com setores até 12%) comparando-se as vertentes, onde, via de regra, ocorrem declives entre 6 e 12% **(Figura 7.2-148)**.

Por fim, na unidade 'Superfícies Aluviais' é estimado cerca de 3,36 ha de interferências ou (0,03% da ADA), em geral, relacionadas a interseção dos acessos com rede hidrográfica e respectivas planícies aluviais. Nestas interseções são programadas obras de arte correntes, e especificamente sobre o igarapé Jamari uma ponte. A **Figura 7.2-148** com o descrito no item **Geomorfologia - Caracterização Local**, e a declividade nestes setores não superam 6%. Esta unidade geoambiental apresenta muita alta suscetibilidade a processos de assoreamento; inundação; contaminação de aquíferos; e desbarrancamentos / solapamento das margens dos igarapés. Destaca-se ainda a baixa capacidade de suporte dos terrenos.

Em suma, cabe notar e reforçar que o mapeamento geoambiental realizado para a AE é corroborado com o mapeamento específico realizado para a ADA e entono, e que as características essenciais das da ADA e entorno são análogas e aguardam correspondência às caraterísticas dos terrenos da AE.

7.2.9. Recursos Hídricos

No presente item, descreve-se os recursos hídricos da área de estudo estabelecida para o PNM, caracterizando a hidrografia e a hidrologia regional e local (**7.2.9.1**); qualidade das águas superficiais (**7.2.9.2**), sedimentos (**7.2.9.3**) e síntese da qualidade das águas superficiais e sedimentos (**7.2.9.4**); hidrogeologia e qualidade recursos hídricos subterrâneos (**7.2.9.5**) além do diagnóstico dos usos da água e disponibilidade hídrica (**7.2.9.6**).

Na elaboração do diagnóstico referente aos recursos hídricos e qualidade das águas e sedimentos utilizou-se: (i) compilação de dados secundários extraídos de estudos disponíveis nos órgãos públicos, bibliografia especializada, relatórios técnicos desenvolvidos para a caracterização do empreendimento, relatórios de monitoramento ambiental elaborados pela MRN (**Anexo XLIII**), (ii) das informações das fichas de campo (**Anexo XXXIX**) e do registro fotográfico (**Anexo XL**), (iii) resultados analíticos das análises das águas superficiais e sedimento na região de interesse (**Anexo XLI),** e (iv) resultados analíticos das análises mineralógicas dos sedimentos (**Anexo XLII**). A partir disso, foram descritas as principais características dos aspectos passíveis de sofrer interferências pelo empreendimento.

Para subsidiar o tópico da avaliação da qualidade das águas foram desenvolvidas duas campanhas de amostragem para análises físico-químicas-biológicas da água superficial, realizada em abril e outubro de 2019, contemplando a sazonalidade hídrica da região. Já as amostragens para caracterização geoquímica e mineralógica dos sedimentos ocorreram em outubro de 2019.

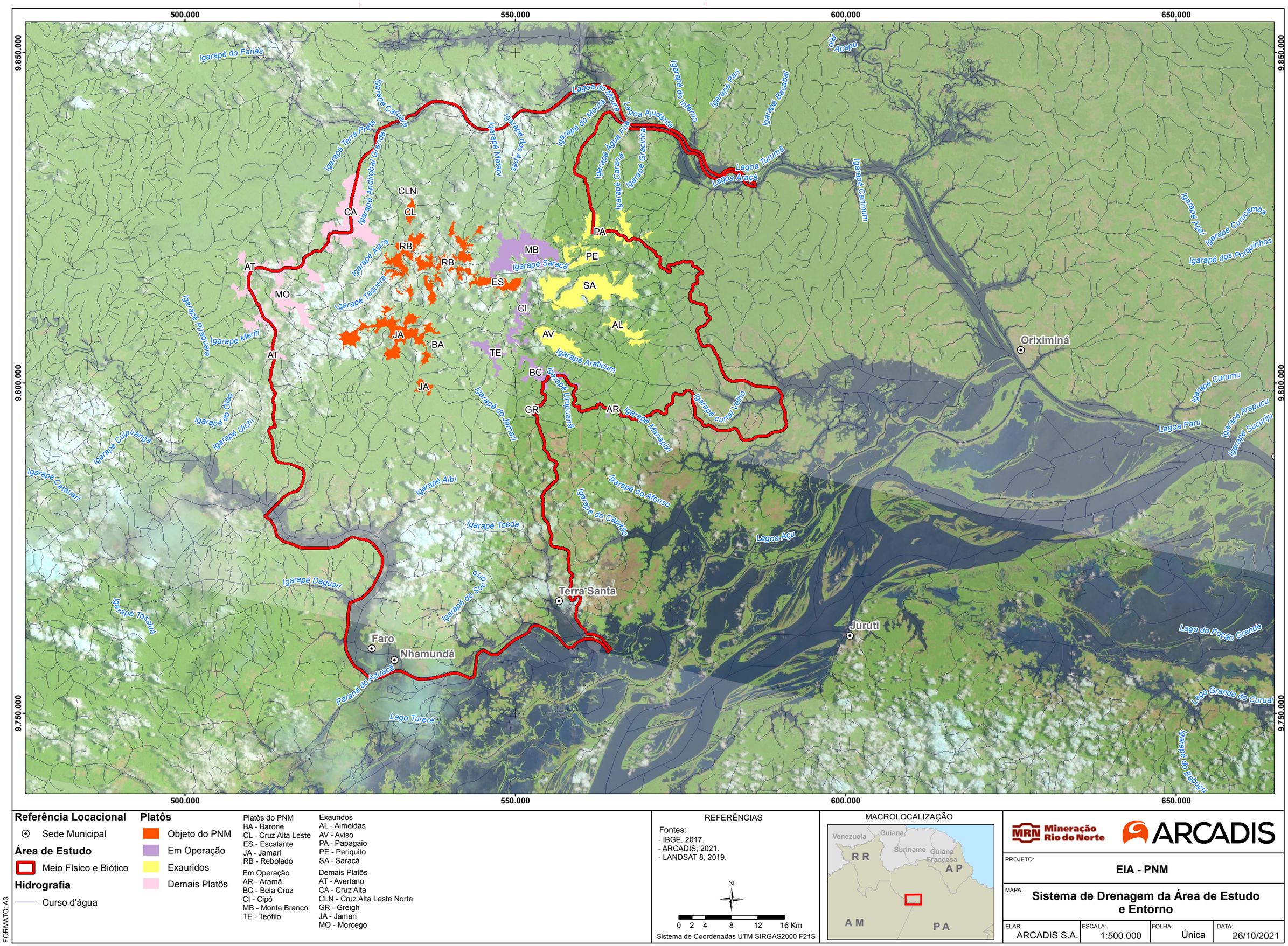
7.2.9.1. Caracterização Hidrográfica e Hidrológica

Este item tem como objetivo caracterizar a hidrografia e a hidrologia da Área de Estudo do PNM. Para tanto é apresentado um panorama da hidrologia regional, pautado em dados secundários. A caracterização da hidrologia e hidrogeologia local foi desenvolvida a partir de dados primários, além de relatórios técnicos desenvolvidos para a caracterização do empreendimento, relatórios de monitoramento ambiental elaborados pela MRN e estudos de cenários relacionados ao plano de expansão do Sistema de Deposição de Rejeitos do platô Saracá.

A) Caracterização Regional

Conforme comentado o presente item almeja apresentar sucintamente a inserção da AE definida para os meios físico e biótico no contexto hidrográfico e hidrológico regional a partir de dados secundários.

Neste sentido a referida AE situa-se na mesopotâmia dos rios Trombetas, Nhamundá e Amazonas, este último se fazendo presente em sua porção sudeste por grande quantidade de lagos, dentre os quais se destaca o lago de Sapucuá, exutório dos igarapés Saracá e Araticum que a drenam (**Figura 7.2-149**).



Referência Locacional

Sede Municipal

Área de Estudo

Meio Físico e Biótico

Hidrografia

Curso d'água

Platôs

Objeto do PNM

Em Operação

Exauridos

Demais Platôs

Platôs do PNM
BA - Barone
CL - Cruz Alta Leste
ES - Escalante
JA - Jamari
RB - Rebolado

Em Operação
AR - Aramã
BC - Bela Cruz
CI - Cipó
MB - Monte Branco
TE - Teófilo

Exauridos
AL - Almeidas
AV - Aviso
PA - Papagaio
PE - Periquito
SA - Saracá

Demais Platôs
AT - Avertano
CA - Cruz Alta
CLN - Cruz Alta Leste Norte
GR - Greigh
JA - Jamari
MO - Morcego

REFERÊNCIAS

Fontes:
- IBGE, 2017.
- ARCADIS, 2021.
- LANDSAT 8, 2019.

N

0 2 4 8 12 16 Km

Sistema de Coordenadas UTM SIRGAS2000 F21S

MACROLOCALIZAÇÃO

MRN Mineração Rio do Norte

ARCADIS

PROJETO: EIA - PNM

MAPA: Sistema de Drenagem da Área de Estudo e Entorno

ELAB:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
ARCADIS S.A.	1:500.000	Única	26/10/2021

FORMATO: A3

Figura 7.2-149. Mapa do Sistema de Drenagem da Área de Estudo e Entorno.

Esta AE, em nível regional, insere-se na Região Hidrográfica Amazônica, envolvendo as Unidades de Planejamento Hídrico Baixo Trombetas e Trombetas Uatumã (**Figura 7.2-150**). No âmbito desta Área de Estudo, a primeira possui uma área de contribuição de 83.229,50 km² e uma vazão de 283,80 m³/s, enquanto a segunda possui uma área de contribuição de 23.276,80 km² e uma vazão de 98,93 m³/s (ANA, 2019).

Figura 7.2-150. Unidades de Planejamento Hídrico Baixo Trombetas e Trombetas Uatumã e localização de estações da Rede Hidrometeorológica Nacional.

A bacia amazônica possui drenagem do tipo exorréica, ou seja, o escoamento de suas águas se faz de forma contínua até o mar.

O ciclo hidrológico regional exibe um período chuvoso entre dezembro e maio e um período seco entre junho e novembro (Pimenta de Ávila, 2021).

A bacia do rio Trombetas, unidade hidrográfica mais importante da região, situa-se na Mesorregião do Baixo Amazonas e abrange uma área de cerca de 136.000 km² pertencente aos Estados do Pará, Amazonas e Roraima, sendo predominante no território paraense, aí incluídos os municípios de Oriximiná, Terra Santa, Óbidos e Faro.

O rio Trombetas é afluente da margem esquerda do rio Amazonas, sendo formado pelos rios Poana e Anamu, que nascem na fronteira da Guiana e Suriname a 500 m de altitude. Possui como principais afluentes da margem direita o rio Mapuera e o rio Cachorro e como afluente da margem esquerda o rio Cuminá ou Erepecuru.

A montante de Cachoeira Porteira o rio drena terrenos do escudo cristalino e possui gradiente elevado, formando corredeiras e cachoeiras, enquanto a jusante deste local o rio corre sobre a bacia sedimentar e exibe baixo gradiente (0,04m/km), o que determina uma maior área de inundação durante o inverno (**Figura 7.2-151**).

O rio Nhamundá, de leito arenoso e águas claras, limita os estados do Pará e Amazonas e possui em seu curso superior várias cachoeiras. Na confluência com o rio Paracatu, seu afluente de margem direita, forma um lago com cerca de 40 km de extensão e 4 km de largura.

O rio Amazonas na Área de Estudo é formado por áreas submetidas diretamente ao seu controle, constituindo planície fluvial inundável que engloba “paranás”, “furos”, “igarapés”, “rias”, lagos, diques aluviais, canais e cordões, brejos e “igapós”.

B) Caracterização Local

As sub-bacias abrangidas na Área de Estudo em nível local, as quais tem por premissa “tocar” ou serem sobrepostas à Área Diretamente Afetada (ADA) do PNM são as dos (i) igarapés Saracá e Araticum, que drenam para o lago de Sapucuá, integrante do sistema flúvio-lagunar Amazonas Trombetas, do (ii) igarapé Jamari Sul, que drena para o Lago Algodoal e Uruã , dos igarapés (iii) Taquera, (iv) Faro e (V) Aibi que drenam para a bacia do rio Nhamundá, além dos igarapés (vi) Ajará, (vii) Jamari Norte e do (viii) Moura, que drenam para a bacia do rio Trombetas. A **Figura 7.2-151** identifica as sub-bacias integrantes da Área de Estudo e a **Figura 7.2-157** até a **Figura 7.2-164** exibem as sub-bacias individualizadas.

Conforme detalhado no capítulo de Área de Estudo, a delimitação da AE para o meio físico considerou a integralidade das sub-bacias dos igarapés Ajará, Jamari Norte e Moura inseridas na bacia hidrográfica do rio Trombetas; e a integralidade das sub-bacias dos igarapés Taquera, Faro, Aibi, Jamari (Sul) e que fazem parte de bacia do rio Nhamundá. Também foi integrada à AE a calha fluvial de trecho do rio Trombetas e trecho do rio Nhamundá.

Importante frisar que alguns cursos hídricos e sub-bacias de menor expressão, como os igarapés Água Fria, Matapi, Socorro, dentre outros, apesar de estarem inseridos nos limites da área de estudo, não foram inseridos neste diagnóstico do contexto hidrográfico e hidrológico local, uma vez que estas sub-bacias não guardam relação com os platôs e estruturas do PNM.

FORMATO: A3

520.000 560.000 9.840.000 9.800.000 9.760.000

Igarapé do Farias
Lagoa Erepecuru
Igarapé Tabuleiro Grande
Igarapé Cartuara
Lagoa Tapagonha
Lagoa do Curuca-Grande
Lagoa do Cabeçudo
Lagoa Iperema do Erepecu
Lagoa do Moura
Igarapé do Inferno
Igarapé Pari
Igarapé Bacabal
Lagoa Ajudante
Rio Trombetas
Igarapé Ajara
Igarapé Matapi
Igarapé dos Apés
Igarapé Caraná
Igarapé Gracinha
Lagoa Batata
Lagoa Turumã
Lagoa Araçá
Lagoa Araçá de Cima
Igarapé Inajatuba
Igarapé Água Fria
Igarapé do Papagaio ou do Pinto
Igarapé do Moura
Igarapé Terra Preta
Igarapé Saracá
Igarapé Meriti
Igarapé Araticum
Igarapé do Óleo
Igarapé Uichi
Igarapé Taquera
Igarapé Aibi
Igarapé do Jamari
Igarapé curral Velho
Igarapé Mariapixi
Igarapé do Afonso
Igarapé do Capitão
Igarapé Urupuana
Igarapé Toeda
Igarapé do Socorro
Igarapé Daguari
Igarapé Juruti Grande
Lago Algodoal
Lago Xiaca Grande
Lago Xixia Mirim
Lagoa Açu
Lago do Macuricanã
Lago Ubim
Lago do Maliperá
Lago Tureré
Parana do Aduacá
LAGO URUÁ
LAGO PIRARUACÁ
Rio Amazonas
Lagoa Açu/ Sapucuá

Ajará
Jamari (Norte)
Moura
Taquera
Jamari (Sul)
Saracá
Faro
Aibi
Terra Santa
Faro
Nhamundá

CLN CL CA RB RB MO MO AT AT AT AT JA BA JA TE MB ES CI PE SA AV AL BC GR AR PA

Referência Locacional
- Sede Municipal
- Limite Estadual

Hidrografia
- Curso d'água
- Massa d'água
- Sub-Bacias Hidrográficas

Área de Estudo
- Meio Físico

Platôs
- Objeto do PNM
- Em Operação
- Exauridos
- Demais Platôs

Platôs - Siglas
AL - Almeidas
AR - Aramã
AT - Avertano
AV - Aviso
BA - Barone
BC - Bela Cruz
CI - Cipó
CA - Cruz Alta
CL - Cruz Alta Leste
CLN - Cruz Alta Leste Norte
ES - Escalante
GR - Greigh
JA - Jamari
MB - Monte Branco
MO - Morcego
PA - Papagaio
PE - Periquito
RB - Rebolado
SA - Saracá
TE - Teófilo

REFERÊNCIAS

Fontes:
- IBGE, 2017.
- ARCADIS, 2019.

N

0 1,5 3 6 9 12 Km

Sistema de Coordenadas UTM SIRGAS2000 F21S

MACROLOCALIZAÇÃO

Mineração Rio do Norte

ARCADIS

PROJETO:
EIA - PNM

MAPA:
Rede de Drenagem e Sub-bacias Hidrográficas da Área de Estudo

ELABORADO POR:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
ARCADIS S.A.	1:325.000	Única	26/10/2021

Figura 7.2-151. Rede de drenagem e Sub-bacia hidrográfica da Área de Estudo.

a) Monitoramento Hídrico

O monitoramento hídrico do entorno dos platôs em exploração, descomissionados ou ainda não explorados, constante dos relatórios de monitoramento ambiental da Mineração Rio do Norte (MRN, 2021), compreendem fluviometria e qualidade da água e de sedimentos de igarapés e nascentes. Estes pontos de monitoramento dos igarapés foram definidos de acordo com sua origem, ou seja, quando os igarapés são formados a partir das nascentes oriundas dos platôs e/ou que passam pela área, cujo objetivo é mapear toda e qualquer influência proveniente das atividades nos platôs em atividade (Aviso, Saracá, Bela Cruz e Monte Branco), descomissionados (Papagaio, Periquito, Almeidas e Bacaba), assim como naqueles que ainda não foram explorados (Greigh e Aramã). Nesse processo também são monitorados pontos próximos e/ou no entorno das comunidades ribeirinhas e na área de Porto Trombetas.

Os pontos de monitoramento dos platôs Aviso, Saracá, Periquito, Almeidas, Monte Branco, Bacaba e Aramã situam-se na sub-bacia Saracá. Os pontos de monitoramento de Bela Cruz situam-se nas sub-bacias do Saracá e Jamari (Sul), enquanto os de Teófilo e Greigh situam-se na sub-bacia do Jamari (Sul), conforme ilustrado na **Figura 7.2-156**.

O monitoramento fluviométrico tem por objetivo o acompanhamento contínuo da variação do volume de água dos igarapés de uma sub-bacia hidrográfica, podendo-se através deste estimar o balanço hídrico, a produção de sedimentos em solução, suspensão e a carga do leito da sub-bacia hidrográfica, além de orientar a construção de reservatórios, travessias de curso d'água e medidas de prevenção ao assoreamento, erosão e poluição.

O programa de monitoramento fluviométrico executado pela MRN analisa as medições linimétricas nas estações de monitoramento dos igarapés Araticum, Saracá e Jamari, localizadas em áreas adjacentes aos platôs Saracá, Almeidas, Bacaba, Aviso, Monte Branco, Bela Cruz, Papagaio e Periquito, bem como no rio Trombetas nas proximidades da área de atracação dos navios para o embarque do minério.

O monitoramento fluviométrico apresenta os dados das medições linimétricas nas estações de monitoramento, onde são determinadas as cotas da lâmina da água nos igarapés ao redor dos platôs em exploração. A partir dessas leituras, os valores são comparados com o volume médio de chuva no período para a mina.

Os pontos de monitoramento fluviométrico foram alocados de acordo com a influência que os platôs exercem sobre os igarapés. A **Figura 7.2-152** até a **Figura 7.2-155** a seguir apresentam a descrição e o detalhamento dos pontos de monitoramento fluviométrico, tais como suas coordenadas UTM e a significância de cada ponto.

Os pontos de monitoramento fluviométrico constam dos mapas hipsométricos das sub-bacias hidrográficas apresentadas na **Figura 7.2-156** e detalhados da **Figura 7.2-157** até a **Figura 7.2-164**.

PONTO	CORPO HÍDRICO/ COORDENADA	DESCRIÇÃO DOS PONTOS	FOTO / COORDENADAS UTM (Zona 21S)
Rio Trombetas	Rio Trombetas 569018 E 9838542 N	Localizado no Rio Trombetas embaixo do *Shiploader*. Neste ponto está instalada a régua para medição do nível da cota de água a fim de controlar o calado do navio. Início do Monitoramento: Jan/2005.	
AT-2	Igarapé Araticum 562765 E 9802138 N	Localizado no Igarapé Araticum, 3.000 m a jusante da estrada de Terra Santa. Esse ponto monitora a influência da estrada sobre igarapé Araticum e a influência da lavra a sudeste do platô Aviso. Nesse ponto também está instalada uma régua fluviométrica e, através da curva-chave deste ponto, transformar as cotas em vazão deste corpo hídrico. Início do monitoramento: Mai/2005 (curva-chave: Vazão); Jul/2006 (régua).	
AV-4	Igarapé Aviso 562788 E 9802166 N	Localizado no Igarapé Aviso, 50 m a montante da foz para o Igarapé Araticum. Esse ponto tem por objetivo monitorar as contribuições da estrada de Terra Santa e da lavra que ocorre na face leste do platô Aviso. Ademais, nesse ponto está instalada uma régua fluviométrica, para medir o nível da cota de água e, através da curva-chave deste ponto, transformar as cotas em vazão deste corpo hídrico. Início do monitoramento: Maio/2005 (curva-chave: Vazão); Julho/2006 (régua).	

Figura 7.2-152. Descrição e detalhamento dos pontos de monitoramento fluviométrico.
Fonte: MRN, 2018a.

PONTO	CORPO HÍDRICO/ COORDENADA	DESCRIÇÃO DOS PONTOS	FOTO / COORDENADAS UTM (Zona 21S)
AT-4	Igarapé Araticum 574740 E 9799861 N	Régua fluviométrica localizada no Igarapé Araticum a 6 km da foz do lago Sapucuá para medir o nível da cota de água e, através da curva-chave deste ponto, transformar as cotas em vazão. Além disso, ele monitora a lavra na face sul do platô Bacaba. Início do monitoramento: Maio/2005 (curva-chave: Vazão); agosto/2006 (régua).	
SA-3	Igarapé Saracá 577845 E 9.805558 N	Régua fluviométrica localizada no Igarapé Saracá, 15 km a jusante da captação de água do km 25, utilizada para medições de cota de água e, através da curva-chave deste ponto, transformar as cotas em vazão. Esse ponto mede a influência das operações que ocorrem atualmente no platô Saracá e serve para monitorar as contribuições da face norte/nordeste do platô Almeidas. Início do monitoramento: Mai/2005 (curva-chave: Vazão); Out/2006 (régua).	
MB-1	Igarapé Saracá 554593 E 9817271 N	Régua fluviométrica localizada no Igarapé Saracá e recebe influências dos platôs Monte Branco, Escalante, Cipó e Saracá que visa monitorar cota de água do corpo hídrico. Início do monitoramento: Abril/2008.	
MB-2	Igarapé Saracá 558544 E 9817086 N	Régua fluviométrica localizada no Igarapé Saracá, a jusante do ponto MB-1 e após estrada que liga platôs Monte Branco e Saracá. Este ponto recebe influências dos platôs Monte Branco, Escalante, Cipó, Saracá, Papagaio e Periquito que visa monitorar a cota de água do corpo hídrico. Início do monitoramento: Maio/2012.	

Figura 7.2-153. Descrição e detalhamento dos pontos de monitoramento fluviométrico (continuação).
Fonte: MRN, 2018a.

PONTO	CORPO HÍDRICO/ COORDENADA	DESCRIÇÃO DOS PONTOS	FOTO / COORDENADAS UTM (Zona 21S)
PMV-1	Igarapé São João 563837 E 9798885 N	Régua fluviométrica instalada na margem esquerda do Igarapé São João e recebe influências dos platôs Aramã e Bela Cruz que visa monitorar a cota de água do corpo hídrico. Início do monitoramento: Abril/2010.	
PMV-2	Igarapé Bela Cruz 559832 E 9801194 N	Régua fluviométrica instalada na margem direita do Igarapé Bela Cruz e recebe influências do platô Bela Cruz que visa monitorar a cota de água do corpo hídrico. Início do monitoramento: Abril/2010.	
PMV-3	Igarapé Araticum 555487 E 9804399 N	Régua fluviométrica instalada na margem esquerda do Igarapé Araticum e recebe influências dos platôs Aviso, Bela Cruz e Cipó que visa monitorar a cota de água do corpo hídrico. Início do monitoramento: Abril/2010.	
PMV-5	Igarapé Araticum 552742 E 9805353 N	Régua fluviométrica instalada na margem esquerda do Igarapé Araticum e recebe influências do platô Cipó que visa monitorar a cota de água do corpo hídrico. Início do monitoramento: Abril/2010.	

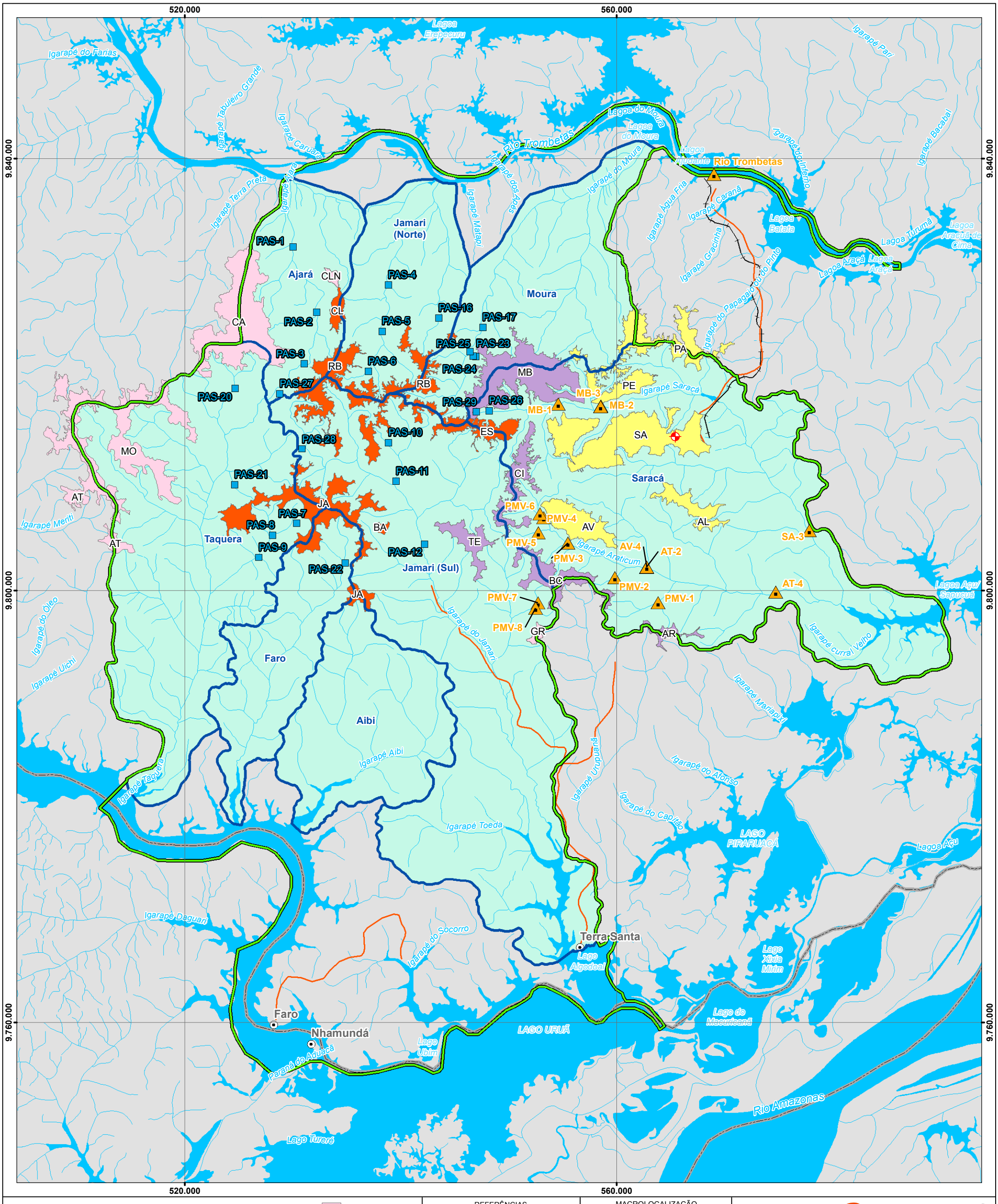
Figura 7.2-154. Descrição e detalhamento dos pontos de monitoramento fluviométrico (continuação).
Fonte: MRN, 2018a.

PONTO	CORPO HÍDRICO/ COORDENADA	DESCRIÇÃO DOS PONTOS	FOTO / COORDENADAS UTM (Zona 21S)
PMV-7	Igarapé Sem Nome 552713 E 9798870 N	Régua fluviométrica instalada num Igarapé Sem Nome, afluente à margem esquerda do Igarapé Jamari e recebe influências do platô Bela Cruz que visa monitorar a cota de água do corpo hídrico. Início do monitoramento: Abril/2010.	
PMV-8	Igarapé Sem Nome 552493 E 9798376 N	Régua fluviométrica instalada num Igarapé Sem Nome, afluente à margem esquerda do Igarapé Jamari e recebe influências do platô Bela Cruz que visa monitorar a cota de água do corpo hídrico. Início do monitoramento: Abril/2010.	

Figura 7.2-155. Descrição e detalhamento dos pontos de monitoramento fluviométrico.
Fonte: MRN, 2018a.

A localização dos pontos de monitoramento fluviométrico está detalhada na **Figura 7.2-156**.

FORMATO: A3



Referência Locacional
- Sede Municipal
- Limite Estadual

Hidrografia
- Curso d'água
- Massa d'água
- Sub Bacias Hidrográficas (Platôs)

Sistema de Transporte
- Rodoviário
- Ferroviário

Posto Pluviométrico
- Saracá

Monitoramento Fluviométrico
- Ponto

Área de Estudo
- Meio Físico e Biótico

Platôs
- Objeto do PNM
- Em Operação
- Exauridos
- Demais Platôs

AL - Almeidas
AR - Aramã
AT - Avertano
AV - Aviso
BA - Barone
BC - Bela Cruz
CI - Cipó
CA - Cruz Alta
CL - Cruz Alta Leste
CLN - Cruz Alta Leste Norte
ES - Escalante
GR - Greigh
JA - Jamari
MB - Monte Branco
MO - Morcego
PA - Papagaio
PE - Periquito
RB - Rebolado
SA - Saracá
TE - Teófilo

REFERÊNCIAS

Fontes:
- IBGE, 2017.
- ARCADIS, 2021.
- MRN, 2018.
- PIMENTA DE ÁVILA , 2019.

0 1,5 3 6 9 12 Km

Sistema de Coordenadas UTM SIRGAS2000 F21S

MACROLOCALIZAÇÃO

Mineração Rio do Norte — ARCADIS

PROJETO: **EIA - PNM**

MAPA: **Hidrografia e Localização dos Pontos de Medição de Descargas Líquidas**

ELABORADO POR:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
ARCADIS S.A.	1:325.000	Única	26/10/2021

Figura 7.2-156. Mapa com hidrografia e localização dos pontos de medição de descargas líquidas.

A partir dos dados disponibilizados pela MRN, a EnvEx Engenharia e Consultoria (2021) realizou a consolidação prévia das curvas-chave existentes. O processo de consolidação prévia consiste no comparativo dos dados de resumo de descarga líquida com as curvas-chaves. Para esta análise foram consideradas as curvas-chaves determinadas com dados mais recentes e que atualmente são utilizadas para o cálculo cota-vazão nas estações fluviométricas.

As medições de vazões utilizadas para a verificação da aplicabilidade das curvas-chaves atuais referem-se a medições de descargas líquidas realizadas a partir de 01/01/2012, visto que as curvas-chaves atuais foram consistidas até 31/12/2020.

Esta consolidação prévia consistiu na análise do desvio das medições de descarga líquida em relação às vazões determinadas a partir da curva-chave para a respectiva cota linimétrica. As medições cujo desvio foi inferior a 20% foram consideradas como aceitáveis no critério de avaliação.

A equação matemática das estações foi ajustada pelo método dos Mínimos Quadrados, sendo uma equação potencial do tipo:

$$Q = a \cdot (h - h_0)^b$$

Onde:

Q = vazão (m³/s);

h = cota linimétrica (m);

h_0 = cota linimétrica onde a vazão é nula (m);

a e b = parâmetros de ajuste da curva.

O **Quadro 7.2-33** sumariza os resultados de vazão dos igarapés monitorados, calculados a partir das curvas-chaves dos pontos de monitoramento fluviométrico. A integralidade dos dados do monitoramento fluviométrico é apresentada no **Anexo XLIII**.

Quadro 7.2-33. Dados de vazão dos pontos de monitoramento fluviométrico.

Pontos de Monitoramento Fluviométrico	Localização	Período Total de Monitoramento	Período para ajuste da curva-chave	Vazão Média Calculada* (m³/s)	Vazão Q_{95} Calculada* (m³/s)
AT-2	Igarapé Araticum 562.765 E 9.802.138 N	03/2003 a 12/2020	08/2014 a 12/2020	2,42	1,97
AT-4	Igarapé Araticum 574.710 E 9.799.811 N	08/2006 a 12/2019	07/2014 a 12/2020	4,77	2,22

Pontos de Monitoramento Fluviométrico	Localização	Período Total de Monitoramento	Período para ajuste da curva-chave	Vazão Média Calculada* (m^3/s)	Vazão Q_{95} Calculada* (m^3/s)
AV-4	Igarapé Aviso 562.853 E 9.802.618 N	03/2003 a 12/2019	04/2012 a 12/2020	1,18	0,86
SA-3	Igarapé Saracá 577.965 E 9.805.410 N	10/2006 a 12/2019	07/2014 a 12/2020	8,06	3,37
PMV-1	Igarapé São João 563.849 E 9.798.885 N	03/2010 a 12/2019	02/2012 a 12/2020	0,45	0,17
PMV-2	Igarapé Bela Cruz 555.492 E 9.804.401 N	03/2010 a 12/2019	01/2012 a 12/2020	0,18	0,08
PMV-3	Igarapé Araticum 555.487 E 9.804.399 N	03/2010 a 12/2019	01/2012 a 12/2020	1,24	0,66
PMV-4	Igarapé Araticum 553.242 E 9.806.753 N	08/2015 a 12/2019	08/2015 a 12/2020	0,60	0,40
PMV-5	Igarapé Araticum 552.747 E 9.805.344 N	03/2010 a 12/2019	02/2012 a 12/2020	0,20	0,14
PMV-6	Igarapé Araticum 552.900 E 9.807.111 N	08/2015 a 12/2019	08/2015 a 12/2020	0,53	0,37
PMV-7	Igarapé Sem Nome 552.700 E 9.798.876 N	08/2010 a 12/2019	02/2012 a 12/2020	0,23	0,13
PMV-8	Igarapé Sem Nome 552.502 E 9.798.383 N	03/2010 a 12/2019	02/2012 a 12/2020	0,14	0,05
MB-1	Igarapé Saracá 554.543 E	04/2008 a 12/2019	02/2012 a 12/2020	1,43	0,93

Pontos de Monitoramento Fluviométrico	Localização	Período Total de Monitoramento	Período para ajuste da curva-chave	Vazão Média Calculada* (m^3/s)	Vazão Q_{95} Calculada* (m^3/s)
	9.817.241 N				
MB-2	Igarapé Saracá 555.084 E 9.817.572 N	02/2012 a 12/2019	02/2012 a 12/2020	1,58	0,98
MB-3	Igarapé Saracá 558.511 E 9.817.035 N	08/2014 a 12/2019	08/2014 a 12/2020	2,11	1,37
(*) vazões calculadas considerando os valores obtidos no período de validade da curva-chave.					

Fonte: MRN, 2021.

b) Sub-bacias Hidrográficas da Área de Estudo

A seguir são apresentadas e descritas as sub-bacias hidrográficas que perfazem a AE em nível local.

Sub-bacias Hidrográficas com Exutório no Lago do Sarapuá, Lago Algodal e no Rio Amazonas

No âmbito da AE as sub-bacias hidrográficas com exutório no Lago do Sarapuá, Lago Algodal e no Rio Amazonas são as dos igarapés Saracá e Jamari, a seguir descritas.

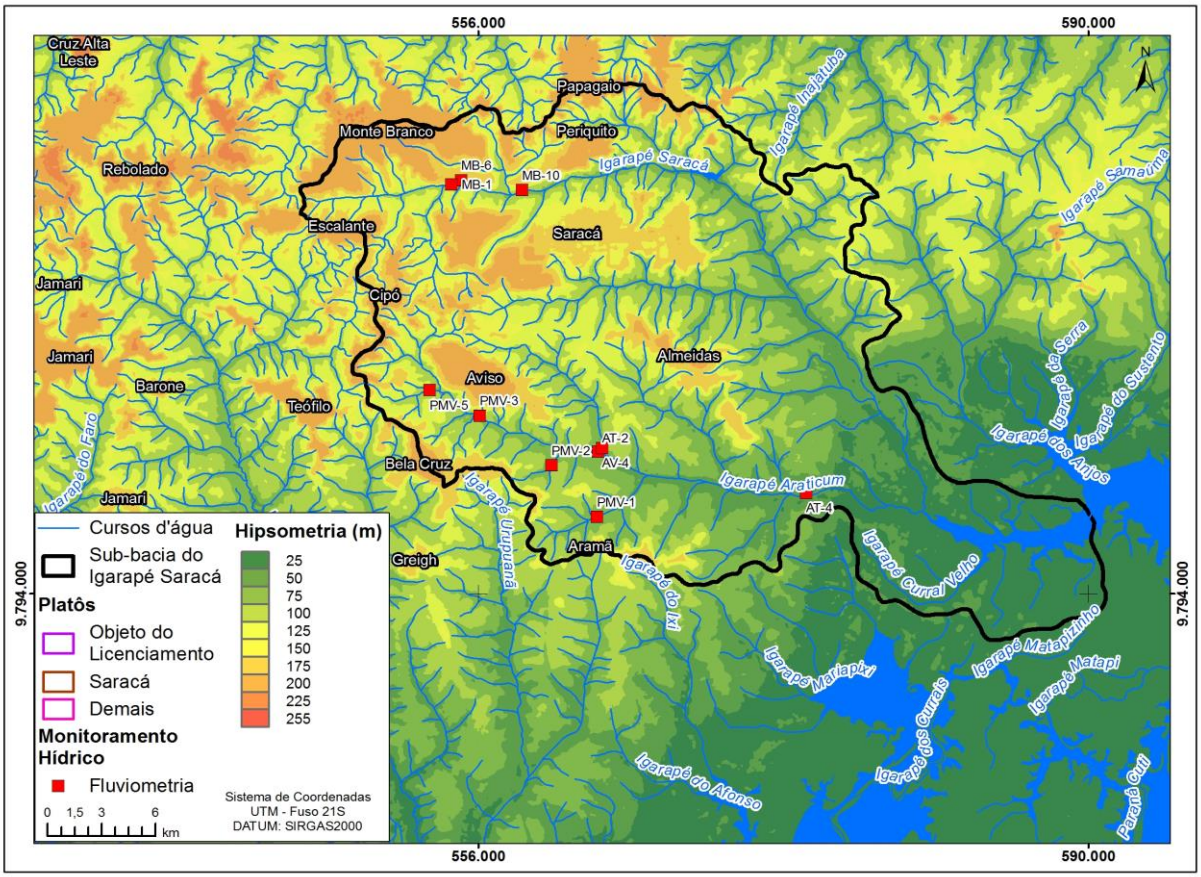


Figura 7.2-157. Sub-bacia hidrográfica do igarapé Saracá.

A sub-bacia hidrográfica do igarapé Saracá apresenta formato arredondado, alongada no sentido NW-SE, de cerca de 47 km de extensão, de amplitude altimétrica de cerca de 160 m, definida pelos interflúvios dos platôs Aramã, Bela Cruz, Cipó, Escalante, Rebolado, Monte Branco e Papagaio. Compreende os platôs Almeidas, Aviso, Saracá e Periquito. Sua área de drenagem é de 760,68 km². Ressalta-se que são parte do PNM, objeto deste estudo, o platô Escalante, a ser minerado, e os platô já antropizados pela exploração mineral, Saracá, Monte Branco e Aviso devido à instalação de áreas.

A densidade de drenagem é elevada, destacando-se drenagens de 1ª e 2ª ordem do tipo dendrítico a sub-retangular e drenagens de 3ª e 4ª ordem do tipo sub-retangular, subsequentes. As confluências em ângulo reto no padrão dendrítico são indicativas de fenômenos tectônicos. O igarapé Saracá em seu trecho de montante orienta-se na direção NW/SE.

Nesta sub-bacia há diversos pontos de monitoramento fluviométrico ao longo dos igarapés Saracá e Araticum, bem como em seus afluentes, sendo eles: AT-2, AT-4, AV-4, SA-3, MB-1, MB-2, MB-3, PMV-1, PMV-2, PMV-3, PMV-4, PMV-5 e PMV-6.

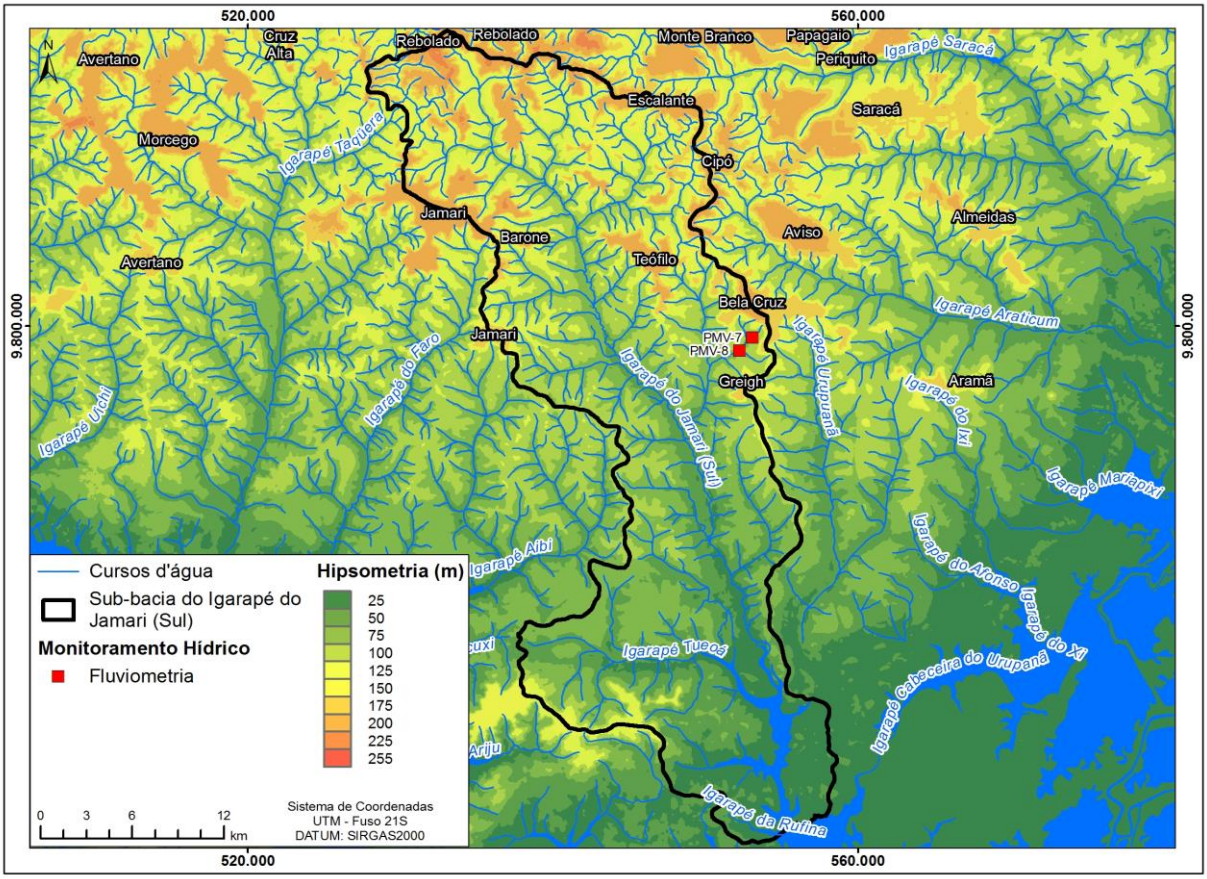


Figura 7.2-158. Sub-bacia hidrográfica do igarapé Jamari (Sul).

Sub-bacia hidrográfica do igarapé Jamari (Sul) de formato retangular, alongada no sentido NNW-SSE, de cerca de 57 km de extensão, de amplitude altimétrica de cerca de 160 m, definida pelos interflúvios dos platôs Jamari, Barone, Rebolado, Escalante, Cipó, Bela Cruz e Greigh. Sua área de drenagem é de 744,48 km². Ressalta-se que são parte do PNM, objeto deste estudo, os platôs Jamari, Barone, Rebolado e Escalante.

A densidade de drenagem é elevada, destacando-se drenagens de 1ª e 2ª ordem do tipo dendrítico a sub-retangular e drenagens de 3ª e 4ª ordem do tipo subretangular, subsequentes. As confluências em ângulo reto no padrão dendrítico são indicativas de fenômenos tectônicos.

Nesta sub-bacia há dois pontos de monitoramento fluviométrico ao sul do platô Bela Cruz: PMV-7 e PMV-8.

Sub-bacias Hidrográficas com Exutório no Rio Nhamundá

No âmbito da AE as sub-bacias hidrográficas com exutório no Rio Nhamundá são as dos igarapés Aibi, Taquera e do Faro, a seguir descritas.

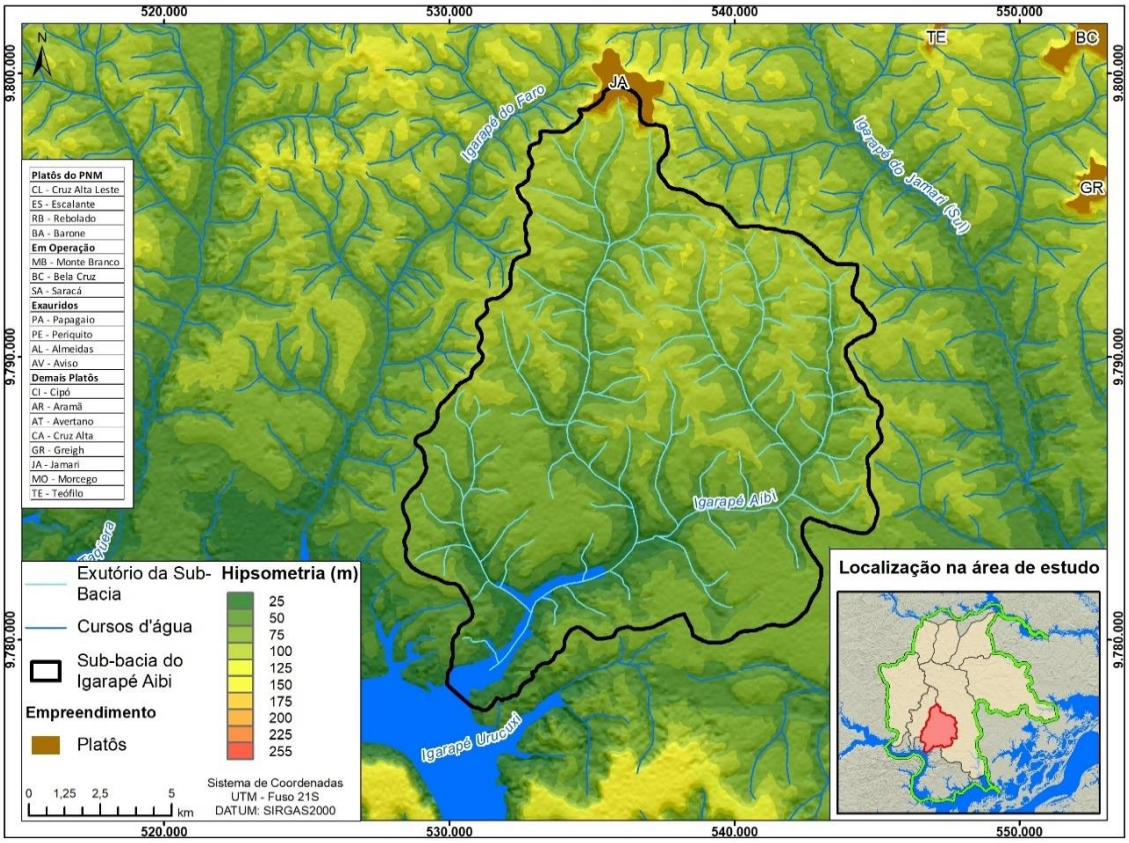


Figura 7.2-159. Sub-bacia hidrográfica do igarapé Aibi.

A sub-bacia hidrográfica do igarapé Aibi apresenta formato arredondado, alongada no sentido NNE-SSW, de cerca de 20 km de extensão, de amplitude altimétrica de cerca de 100 m, definida pelo interflúvio da porção extremo sul do platô Jamari. Sua área de drenagem é de 224,93 km². Ressalta-se que é parte do PNM, objeto deste estudo, o platô Jamari.

A densidade de drenagem é elevada, destacando-se drenagens de 1ª e 2ª ordem padrão dendrítico a sub-retangular e drenagens de 3ª e 4ª ordem do tipo sub-retangular, subsequentes. As confluências em ângulo reto no padrão dendrítico são indicativas de fenômenos tectônicos. O igarapé Aibi em seu trecho de montante orienta-se na direção NNE-SSW, sofrendo mudança abrupta de direção para NW-SE a jusante, alinhando-se com afluente de 2ª ordem.

Nesta sub-bacia não há pontos de monitoramento fluviométrico.

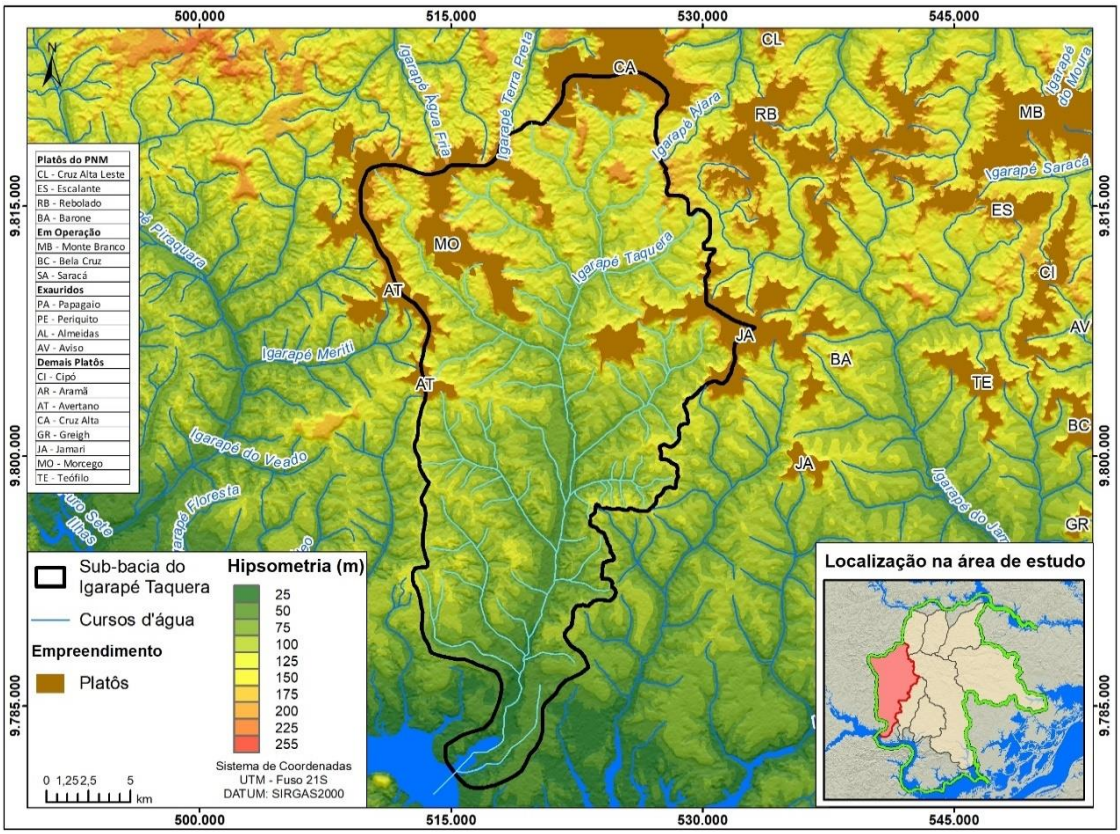


Figura 7.2-160. Sub-bacia hidrográfica do igarapé Taquera.

A sub-bacia hidrográfica do igarapé Taquera apresenta formato retangular, alongada no sentido NNE-SSW, de cerca de 41 km de extensão, de cerca de 145 m de amplitude altimétrica, definida pelo interflúvio dos platôs Avertano, Morcego, Cruz Alta e Jamari. Sua área de drenagem é de 523,52 km². Ressalta-se que é parte do PNM, objeto deste estudo, o platô Jamari.

A densidade de drenagem é elevada, destacando-se drenagens de 1ª e 2ª ordem padrão dendrítico a sub-retangular e drenagens de 3ª e 4ª ordem do tipo sub-retangular, subsequentes. As confluências em ângulo reto no padrão dendrítico são indicativas de fenômenos tectônicos. O igarapé Taquera orienta-se na direção NNE-SSW.

Nesta sub-bacia não há pontos de monitoramento fluviométrico.

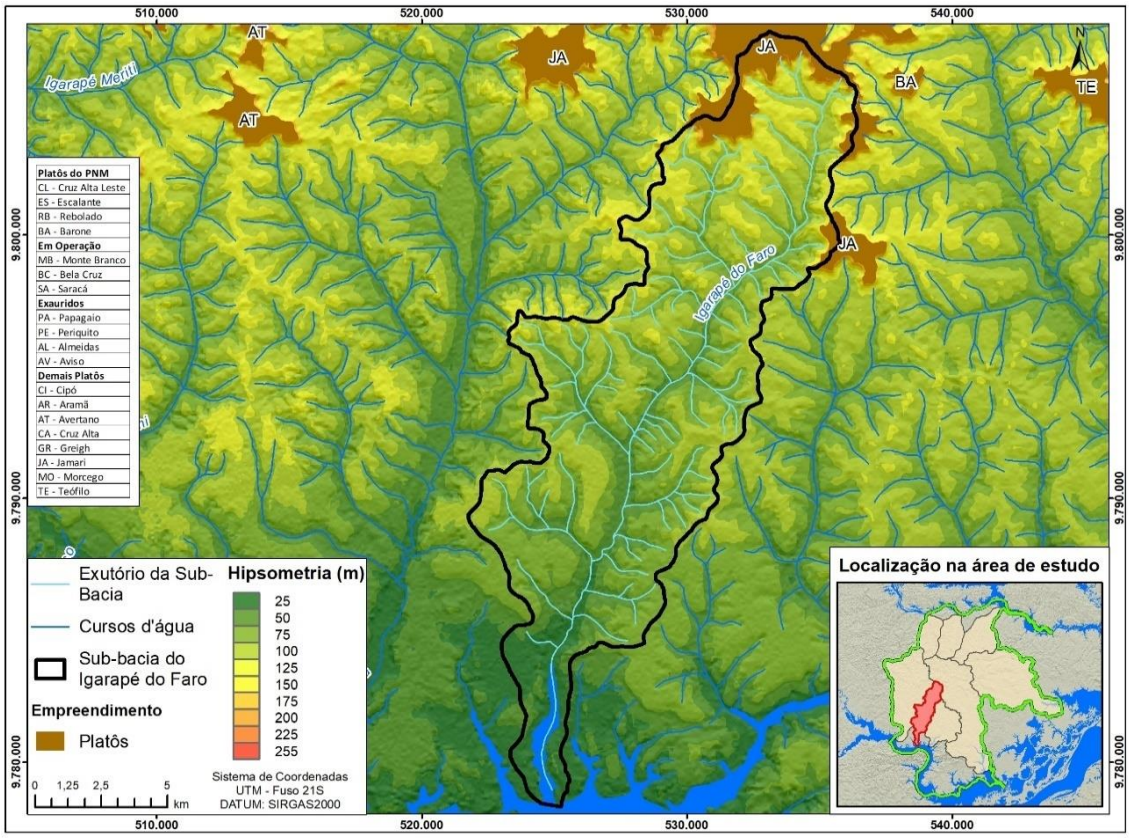


Figura 7.2-161. Sub-bacia hidrográfica do igarapé do Faro.

A sub-bacia hidrográfica do igarapé do Faro apresenta formato retangular, alongada no sentido NNE-SSW, de cerca de 30 km de extensão, de cerca de 155 m de amplitude altimétrica, definida pelo interflúvio dos platôs Jamari. Sua área de drenagem é de 166,41 km². Ressalta-se que são parte do PNM, objeto deste estudo, o platô Jamari.

A densidade de drenagem é elevada, destacando-se drenagens de 1ª e 2ª ordem padrão dendrítico a sub-retangular e drenagens de 3ª e 4ª ordem do tipo sub-retangular, subsequentes. As confluências em ângulo reto no padrão dendrítico são indicativas de fenômenos tectônicos. O igarapé Uinxá orienta-se na direção NNE-SSW.

Nesta sub-bacia não há pontos de monitoramento fluviométrico.

Sub-bacias Hidrográficas com Exutório no Rio Trombetas

No âmbito da AE as sub-bacias hidrográficas com exutório no Rio Trombetas são as dos igarapés Ajará, Jamari (Norte) e do Moura, a seguir descritas.

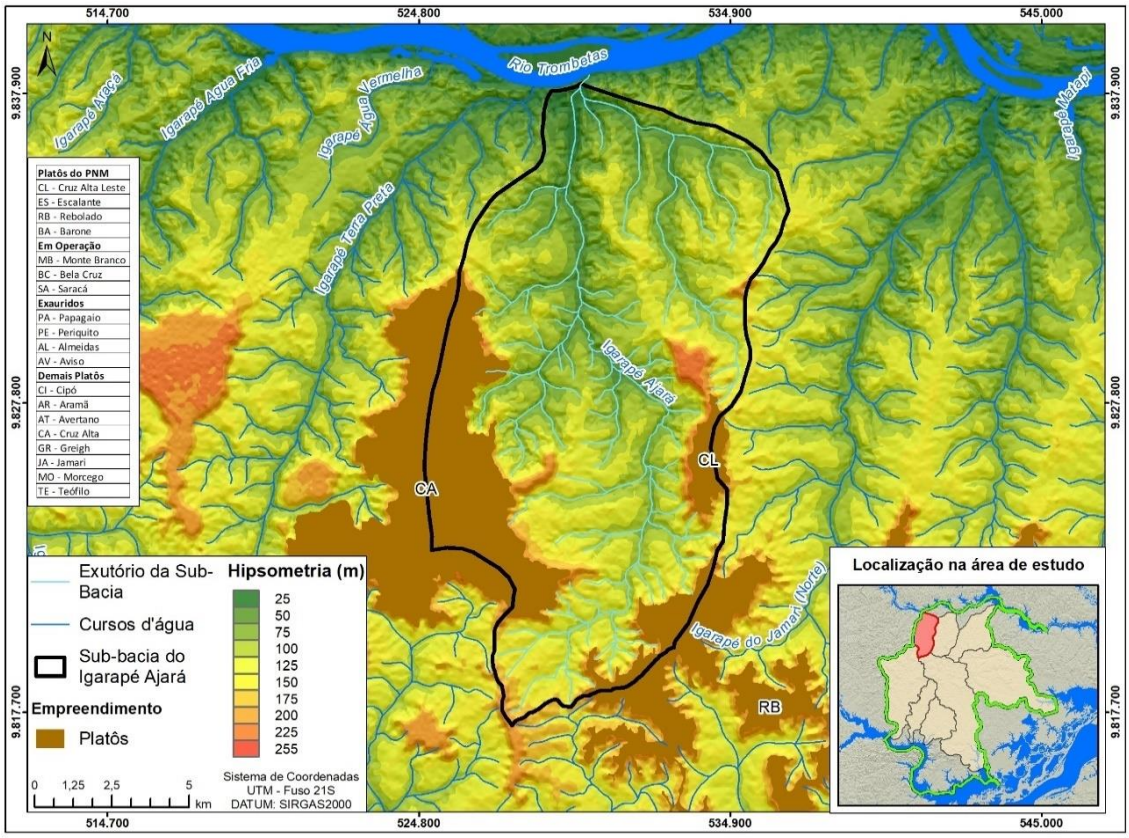


Figura 7.2-162. Sub-bacia hidrográfica do igarapé Ajará.

A sub-bacia hidrográfica do igarapé Ajará apresenta formato retangular, alongada no sentido N-S, de cerca de 21 km de extensão, de cerca de 200 m de amplitude altimétrica, definida pelo interflúvio dos platôs Cruz Alta, Rebolado e Cruz Alta Leste. Sua área de drenagem é de 162,11 km². Ressalta-se que são parte do PNM, objeto deste estudo, os platôs Rebolado e Cruz Alta Leste.

A densidade de drenagem é elevada, destacando-se drenagens de 1ª e 2ª ordem padrão dendrítico a sub-retangular e drenagens de 3ª e 4ª ordem do tipo sub-retangular, subsequentes. As confluências em ângulo reto no padrão dendrítico são indicativas de fenômenos tectônicos. O igarapé Ajará sofre inflexões abruptas de rumo, orientando-se nas direções NNE-SSW, NE-SW e NW-SE.

Nesta sub-bacia não há pontos de monitoramento fluviométrico.

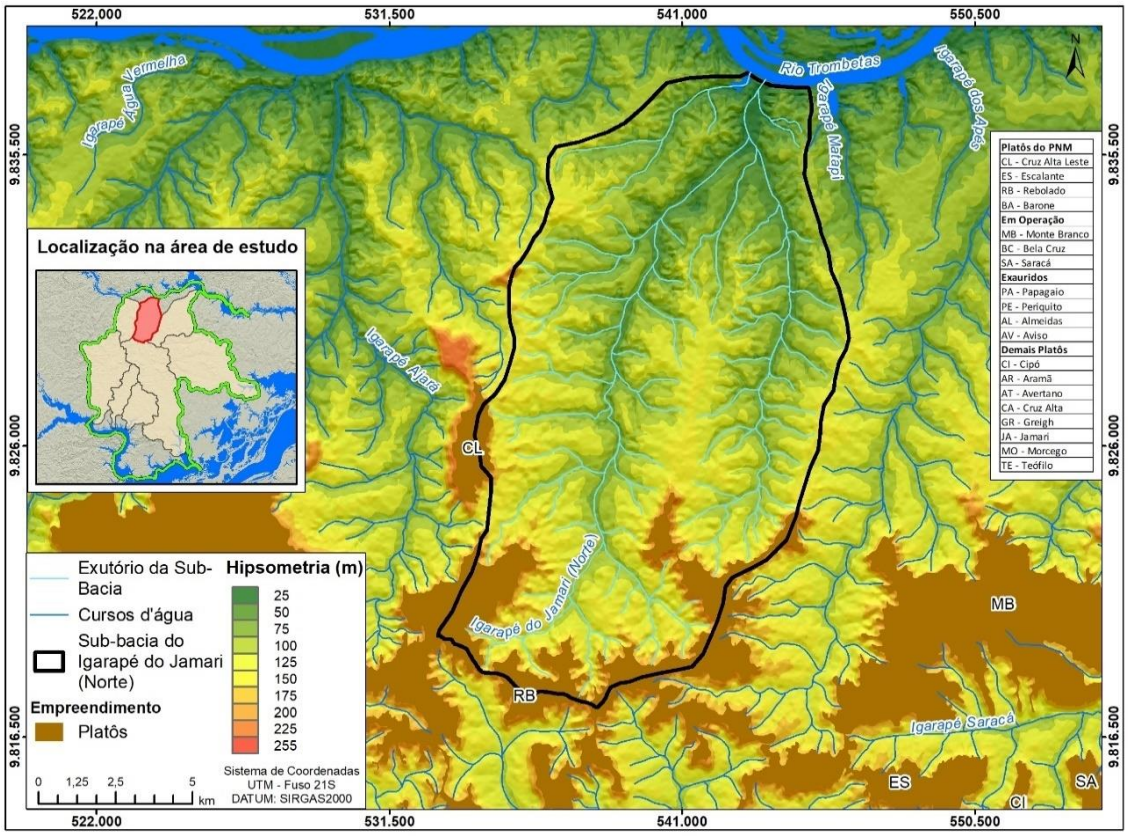


Figura 7.2-163. Sub-bacia hidrográfica do igarapé Jamari (Norte).

A sub-bacia hidrográfica do igarapé Jamari (Norte) apresenta formato retangular, alongada no sentido NNE-SSW, de cerca de 21 km de extensão, de cerca de 200 m de amplitude altimétrica, definida pelo interflúvio dos platôs Cruz Alta Leste e Rebolado. Sua área de drenagem é de 182,43 km². Ressalta-se que são parte do PNM, objeto deste estudo, os platôs Rebolado e Cruz Alta Leste. A densidade de drenagem é elevada, destacando-se drenagens de 1ª e 2ª ordem padrão dendrítico a sub-retangular e drenagens de 3ª e 4ª ordem do tipo sub-retangular, subsequentes. As confluências em ângulo reto no padrão dendrítico são indicativas de fenômenos tectônicos. O igarapé Jamari Norte orienta-se na direção NNE-SSW.

Nesta sub-bacia não há pontos de monitoramento fluviométrico.

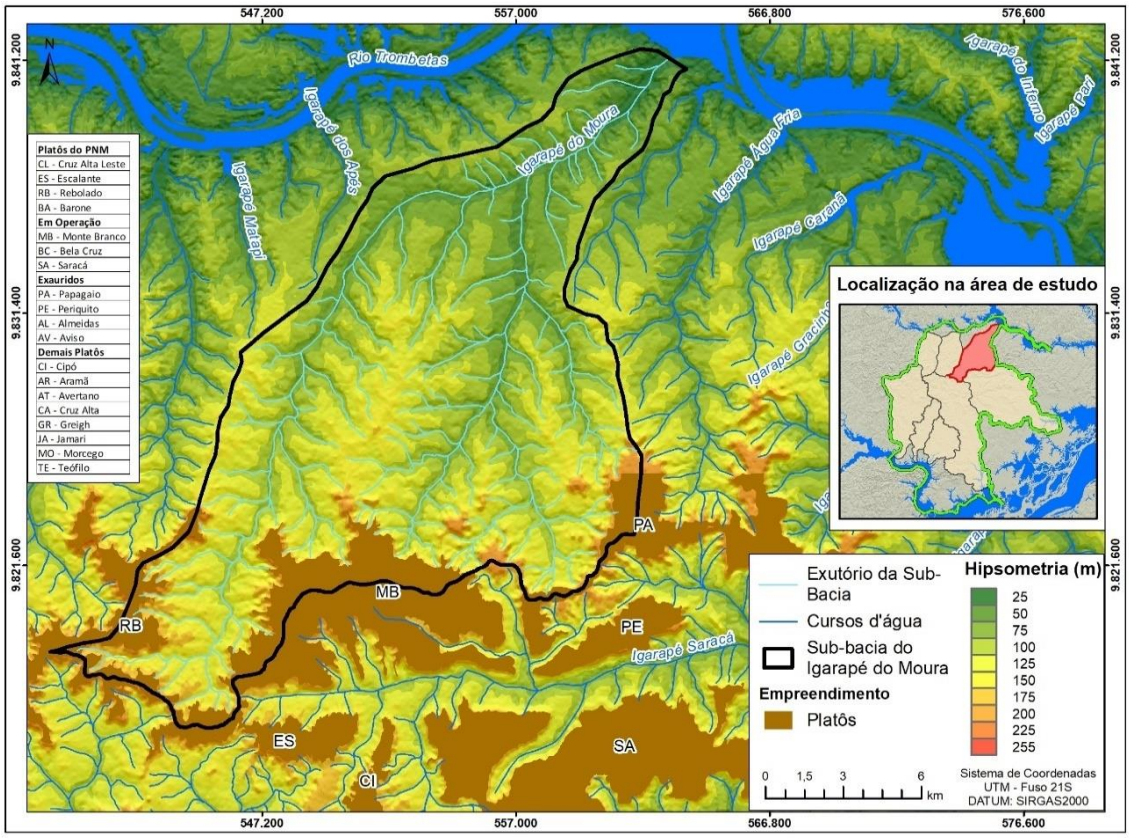


Figura 7.2-164. Sub-bacia hidrográfica do igarapé do Moura.

A sub-bacia hidrográfica do igarapé do Moura apresenta formato retangular, alongada no sentido NNE-SSW, de cerca de 21 km de extensão, de cerca de 200 m de amplitude altimétrica, definida pelo interflúvio dos platôs Rebolado, Monte Branco, Periquito e Papagaio. Sua área de drenagem é de 269,97 km². Ressalta-se que são parte do PNM, objeto deste estudo, os platôs Rebolado e Monte Branco (este último, devido à instalação de áreas de apoio provisórias e definitivas neste platô já antropizados pela exploração mineral).

A densidade de drenagem é elevada, destacando-se drenagens de 1ª e 2ª ordem padrão dendrítico a sub-retangular e drenagens de 3ª e 4ª ordem do tipo sub-retangular, subsequentes. As confluências em ângulo reto no padrão dendrítico são indicativas de fenômenos tectônicos. O igarapé do Moura orienta-se na direção NNE-SSW.

Nesta sub-bacia não há pontos de monitoramento fluviométrico.

c) Regime Hidrológico

As sub-bacias da área de estudo assentam-se sobre saprolitos de arenitos da Formação Alter do Chão, cobertos nas porções baixas por aluviões e nos topos por coberturas detrito-lateríticas que conformam os platôs de lavra do PNM. Todos os igarapés das sub-bacias que compõem a Área de Estudo têm em comum sua origem em nascentes de encostas dos platôs e de serem alimentadas pelo mesmo aquífero Alter do Chão, homônimo da Formação, que é explorado no topo dos platôs pela mineração, conforme detalhado no **Capítulo de Caracterização do Empreendimento**.

O regime hidrológico das sub-bacias caracteriza-se por altas precipitações pluviométricas que ocorrem no inverno e por baixas precipitações no estio, quando a vazão dos igarapés é basicamente alimentada pelo aquífero. A precipitação média anual, conforme estação do Platô Saracá, é 2.235 mm, sendo que a taxa de recarga do aquífero é estimada entre 10 e 30% desse valor; adotando-se 20%, a infiltração é estimada em 447 mm.

Os dados de vazão disponíveis dos igarapés se restringem às porções de cabeceiras das bacias, onde é feito monitoramento fluviométrico pela MRN no entorno dos platôs em exploração, e em dados de duas campanhas de determinação de descargas líquidas, descrita a seguir, que também se restringe às porções de cabeceira de drenagem. O único igarapé a ter um ponto de monitoramento de vazão em sua foz, que permitiria avaliar o balanço hídrico de sua microbacia é o igarapé Araticum, pertencente à sub-bacia do igarapé Saracá, que é monitorada pela MRN, sendo que para todas as outras sub-bacias este dado não é disponível, inclusive para o igarapé Saracá, que apresenta dois pontos de monitoramento também próximos ao platô. A **Figura 7.2-157** ressalta este aspecto.

A Envex Engenharia e Consultoria Ltda (2016) realizou a determinação da seção transversal dos igarapés na área de influência dos platôs em licenciamento e a medição de sua velocidade de escoamento para o cálculo da vazão líquida. Os pontos de medição são apresentados na **Figura 7.2-156**.

Segundo este estudo, para a determinação da descarga líquida nos igarapés foram utilizados dois métodos, segundo as características do igarapé: Método da Integração da Distribuição da Velocidade – utilizado na grande maioria dos pontos, e o Método do Flutuador – utilizado no PAS23.

Para a aplicação do Método da Integração da Distribuição da Velocidade, uma seção transversal ao corpo hídrico é definida e esta seção é segmentada de forma equidistante. Em cada ponto de segmentação é feita a medição da velocidade média do fluxo da água com molinete fluviométrico. Paralelamente às medições de vazão, é feito um levantamento batimétrico nos pontos de segmentação com o objetivo de se determinar as áreas equivalentes dos segmentos de medição da velocidade e determinar a área molhada total da seção transversal de medição.

O Método do Flutuador consiste na medição da vazão a partir das características de deslocamento de um corpo flutuante ao longo do curso de água de forma a possibilitar a determinação da velocidade superficial de escoamento da água, tendo sido utilizado nestes estudos uma bola de borracha de 5 centímetros de diâmetro.

Os resultados obtidos são exibidos na **Tabela 7.2-3**, que relaciona as descargas líquidas obtidas em duas medições (a primeira campanha entre 04/07/2016 e 09/08/2016 e a segunda campanha entre 20/09/2016 e 13/10/2016) e quantifica a variação de vazão entre elas em porcentagem.

Tabela 7.2-3. Pontos de medição de descargas líquidas.

Ponto	Bacia Hidrográfica / Sub Bacia Hidrográfica	Primeira campanha (m³/s)	Segunda campanha (m³/s)	Redução entre a primeira e segunda campanha (%)
PAS-01	Bacia do Rio Trombetas Sub Bacia do Igarapé Ajará	0,656	0,574	12,5
PAS-02	Bacia do Rio Trombetas Sub Bacia do Igarapé Ajará	0,899	0,791	12,01
PAS-03	Bacia do Rio Trombetas Sub Bacia do Igarapé Ajará	0,413	0,331	19,85
PAS-04	Bacia do Rio Trombetas Sub Bacia do Igarapé do Jamari	1,555	0,81	47,91
PAS-05	Bacia do Rio Trombetas Sub Bacia do Igarapé do Jamari	1,245	0,918	34,2
PAS-06	Bacia do Rio Trombetas Sub Bacia do Igarapé do Jamari	0,404	0,301	25,5
PAS-07	Bacia do Rio Nhamundá Sub Bacia do Igarapé Taquera	0,19	0,165	13,2
PAS-08	Bacia do Rio Nhamundá Sub Bacia do Igarapé Taquera	0,156	0,096	38,5
PAS-09	Bacia do Rio Nhamundá Sub Bacia do Igarapé Taquera	0,476	0,326	31,5
PAS-10	Bacia do Rio Nhamundá Sub Bacia do Igarapé do Jamari	0,134	0,085	36,6
PAS-11	Bacia do Rio Nhamundá Sub Bacia do Igarapé do Jamari	0,644	0,523	18,8
PAS-12	Bacia do Rio Nhamundá Sub Bacia do Igarapé do Jamari	4,047	2,495	38,3
PAS-16	Bacia do Rio Trombetas Sub Bacia do Igarapé do Jamari	0,326	0,267	18,1
PAS-17	Bacia do Rio Trombetas	0,9	1,05	*

Ponto	Bacia Hidrográfica / Sub Bacia Hidrográfica	Primeira campanha (m³/s)	Segunda campanha (m³/s)	Redução entre a primeira e segunda campanha (%)
	Sub Bacia do Igarapé do Moura			
PAS-20	Bacia do Rio Nhamundá Sub Bacia do Igarapé Taquera	0,43	0,37	13,9
PAS-21	Bacia do Rio Nhamundá Sub Bacia do Igarapé Taquera	0,15	0,066	56
PAS-22	Bacia do Rio Nhamundá Sub Bacia do Igarapé Faro	0,27	0,23	14,8
PAS-23	Bacia do Rio Trombetas Sub Bacia do Igarapé do Moura	0,057	0,054	5,3
PAS-24	Bacia do Rio Trombetas Sub Bacia do Igarapé do Moura	0,07	0,059	15,7
PAS-25	Bacia do Rio Trombetas Sub Bacia do Igarapé do Moura	0,707	0,561	26,6
PAS-26	Bacia Hidrográfica do Rio Nhamundá Sub Bacia do Igarapé Saracá	0,051	0,021	58,8
PAS-27	Bacia do Rio Trombetas Sub Bacia do Igarapé Ajará	0,018	0,014	22,2

** O PAS 17 apresentou descarga líquida maior na segunda campanha comparativamente à primeira, contrário aos demais pontos. Este aumento foi de 16,7%.*
Fonte: Envex Engenharia e Consultoria Ltda, 2016.

Observa-se na **Tabela 7.2-3** uma redução variável de 5,3% (PAS-23), relacionado ao ponto localizado muito próximo ao platô Monte Branco, a 58,8% (PAS-26), relacionado ao ponto situado a sudoeste do platô Monte Branco, entre as medições feitas ao final do período chuvoso e no início do período de estiagem.

As maiores vazões obtidas nas medições ao final do período chuvoso foram nos pontos PAS-12 (4,047 m³/s ou 14.569 m³/h) e PAS-4 (1,555 m³/s ou 5.580 m³/h) e as menores vazões foram nos pontos PAS-27 (0,018 m³/s ou 64,8 m³/h) e no PAS-26 (0,051 m³/s ou 183,6 m³/h). Esses resultados são esperados, uma vez que as maiores vazões foram observadas nos pontos mais a jusante em suas respectivas bacias, portanto com área de contribuição relativamente maior, enquanto as menores vazões foram registradas nos pontos próximos às nascentes e cabeceiras das bacias.

As maiores vazões obtidas nas medições ao início do período de estiagem foram nos pontos PAS-12 (2,495 m³/s ou 8.982 m³/h) e PAS-05 (0,918 m³/s ou 3.304 m³/h), visto a anomalia do ponto PAS-17, e as menores vazões foram nos pontos PAS-27 (0,014 m³/s ou 50,4 m³/h) e no PAS-26 (0,021 m³/s ou 75,6 m³/h).

Em termos de sub-bacias, a do igarapé Ajará teve vazões variando de 0,018 m³/s (PAS-27) a 0,899 m³/s (PAS-02) durante a campanha chuvosa, e 0,014 m³/s (PAS-27) a 0,791 m³/s (PAS-02). A redução média das vazões na sub-bacia foi de 15,93% entre o período chuvoso e o período seco. Na sub-bacia do igarapé Jamari Norte, durante a campanha chuvosa as vazões variam entre 0,33 m³/s (PAS-16) e 1,55 m³/s (PAS-04), e entre 0,27 m³/s (PAS-16) e 0,92 m³/s (PAS-05). Dessa forma, a redução média da vazão no igarapé Jamari (norte) entre a campanha chuvosa e estio foi de 36,7%.

Na sub-bacia do igarapé do Moura, as vazões variaram entre 0,057 m³/s (PAS-23) a 0,9 m³/s (PAS-17) durante a campanha chuvosa, e 0,054 m³/s (PAS-23) a 1,05 m³/s (PAS-17). Como pode ser observado, ocorreu uma anomalia no comportamento da vazão no ponto PAS-17, que diferente dos pontos mais a montante na sub-bacia, apresentou aumento da vazão na campanha seca se comparado com a campanha chuvosa (16,67%). Nos demais pontos, a redução média da vazão entre as campanhas foi de 15,83%.

Durante a campanha chuvosa, na sub-bacia do igarapé Taquera, as vazões variam de 0,15 m³/s (PAS-21) a 0,448 m³/s (PAS-09), e entre 0,066 m³/s (PAS-21) e 0,37 m³/s (PAS-20). Levando em conta PAS-07 e PAS-09, pontos mais a montante e a jusante na bacia, respectivamente, a redução média da vazão na sub-bacia, entre a campanha chuvosa e seca, foi de 22,35%.

Na sub-bacia do igarapé Faro há apenas um ponto de monitoramento de descarga líquida, o PAS-22, que apresentou vazão de 0,27 m³/s e 0,23 m³/s, nas campanhas chuvosa e seca, respectivamente, indicando uma redução de 14,8% na vazão entre as duas campanhas.

Na sub-bacia do igarapé do Jamari (Sul) durante a campanha chuvosa, a vazão variou de 0,134 m³/s (PAS-10) e 4,047 m³/s (PAS-12), já durante a campanha seca, a vazão variou de 0,085 m³/s (PAS-10) e 2,495 m³/s (PAS-12). Considerando estes dois pontos, mais a montante (PAS-10) e mais a jusante (PAS-12) na sub-bacia, as vazões reduziram em média 37,45% entre as campanhas.

Assim como na sub-bacia do igarapé Faro, a sub-bacia do igarapé Saracá há apenas um ponto de monitoramento de descarga líquida, o PAS-20, que apresentou vazão de 0,051 m³/s e 0,021 m³/s, nas campanhas chuvosa e seca, respectivamente, indicando uma redução de 58,8% na vazão entre as duas campanhas.

7.2.9.2. Qualidade das Águas Superficiais

O tema qualidade dos corpos d'água inclui a caracterização do sistema hídrico por meio da avaliação de variáveis físico-químicas e biológicas, bem como a situação dos principais corpos hídricos, com indicação das potenciais fontes poluidoras.

As informações levantadas fornecem os subsídios necessários à identificação e à avaliação dos impactos ambientais, dando suporte à definição de medidas mitigadoras e de programas ambientais.

Os levantamentos primários de qualidade da água foram realizados em duas campanhas de campo, nas estações de chuva e seca da região, caracterizando assim, um ciclo hidrológico completo, e foram comparados à Resolução Conama nº 357/05. Conforme detalhado no **item Clima e Meteorologia** deste documento e representado pelo climatograma, o período chuvoso na região ocorre entre os meses de dezembro e maio enquanto as temperaturas são menores, já os meses mais secos, entre junho e novembro, quando as temperaturas estão mais elevadas (IBGE, 2006).

Desta forma, a campanha da estação chuvosa foi realizada no período de 15 a 23 de abril de 2019, em 21 pontos de amostragens que circundam os cinco platôs do PNM. A campanha da estação seca ocorreu entre 7 e 24 de outubro de 2019.

A) Rede de Amostragem e Caracterização dos Pontos de Coleta

Para a seleção da rede de amostragem para qualidade das águas superficiais, foram priorizados os cursos d'água no entorno dos platôs do PNM, alinhados com os pontos selecionados para diagnóstico de ictiofauna e comunidades aquáticas.

Desta forma, a rede de amostragem adotada inicialmente para a avaliação da qualidade da água contava com 22 pontos de coleta, considerados na Abio Nº 1053/2019, conforme descrito no **Quadro 7.2-34** e apresentado na **Figura 7.2-165**. Contudo, entre a coleta de abril e outubro, foram realizados ajustes, como a exclusão do ponto PAS-29, que estava seco já durante a primeira amostragem realizada em abril, além inclusão de pontos para abranger a área do Saracá, em virtude da operação do sistema de rejeito existente (que não se configura como objetivo de licenciamento deste estudo ambiental).

Dessa forma, foram coletadas amostras em pontos da Bacia Hidrográfica do Rio Trombetas nas sub-bacias do Igarapé Ajará, do Igarapé do Jamari e do Igarapé do Moura. Já na Bacia Hidrográfica do Rio Nhamundá os pontos se localizavam nas sub-bacias do Igarapé Taquera, Igarapé do Jamari, Igarapé Faro e Igarapé Saracá.

Quadro 7.2-34. Rede de amostragem da qualidade das águas (Sirgas 2000).

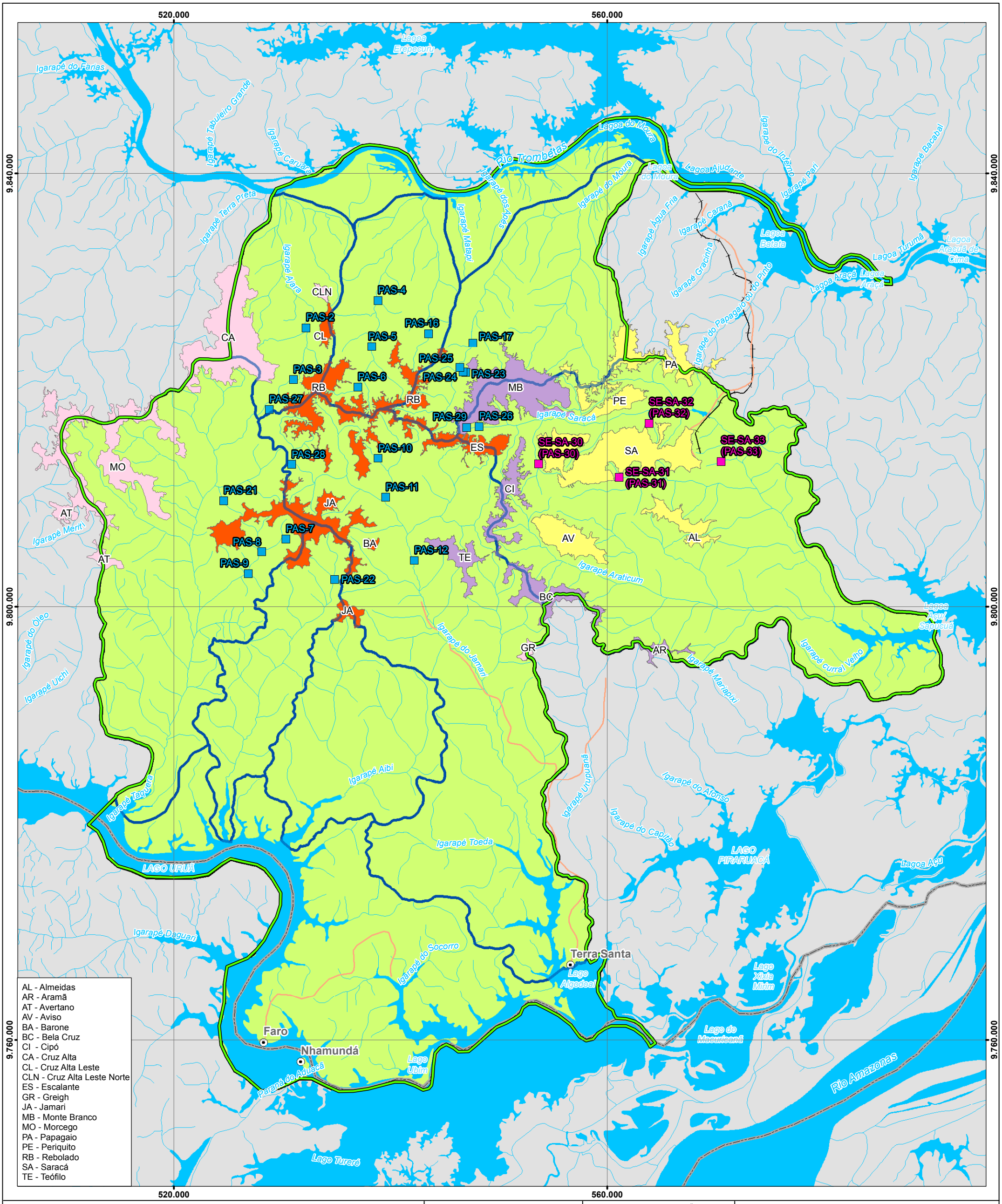
Nome do Ponto	Coordenadas (Zona 21 S)		Bacia Hidrográfica Sub Bacia Hidrográfica	Platô	Observação
	X/Leste (m)	Y/Norte (m)			
PAS-02	532.226,79	9.825.799,59	Bacia do Rio Trombetas Sub Bacia do Igarapé Ajará	Cruz Alta Leste	-
PAS-03	531.048,03	9.820.980,64	Bacia do Rio Trombetas Sub Bacia do Igarapé Ajará	Rebolado	-
PAS-04	538.844,32	9.828.308,84	Bacia do Rio Trombetas Sub Bacia do Igarapé do Jamari	Rebolado	-
PAS-05	538.279,79	9.824.027,63	Bacia do Rio Trombetas	Rebolado	-

Nome do Ponto	Coordenadas (Zona 21 S)		Bacia Hidrográfica Sub Bacia Hidrográfica	Platô	Observação
	X/Leste (m)	Y/Norte (m)			
			Sub Bacia do Igarapé do Jamari		
PAS-06	536.992,14	9.820.307,21	Bacia do Rio Trombetas Sub Bacia do Igarapé do Jamari	Rebolado	-
PAS-07	530.363,78	9.806.275,76	Bacia do Rio Nhamundá Sub Bacia do Igarapé Taquera	Jamari	Seco durante a segunda campanha
PAS-08	528.114,51	9.805.144,85	Bacia do Rio Nhamundá Sub Bacia do Igarapé Taquera	Jamari	-
PAS-09	526.862,37	9.803.077,67	Bacia do Rio Nhamundá Sub Bacia do Igarapé Taquera	Jamari	-
PAS-10	538.869,03	9.813.709,21	Bacia do Rio Nhamundá Sub Bacia do Igarapé do Jamari	Rebolado	-
PAS-11	539.570,89	9.810.129,48	Bacia do Rio Nhamundá Sub Bacia do Igarapé do Jamari	Rebolado	-
PAS-12	542.208,51	9.804.296,05	Bacia do Rio Nhamundá Sub Bacia do Igarapé do Jamari	Teófilo	-
PAS-16	543.529,92	9.825.244,43	Bacia do Rio Trombetas Sub Bacia do Igarapé do Jamari	Rebolado	-
PAS-17	547.603,41	9.824.385,99	Bacia do Rio Trombetas Sub Bacia do Igarapé do Moura	Monte Branco	-
PAS-21	524.616,49	9.809.819,36	Bacia do Rio Nhamundá Sub Bacia do Igarapé Taquera	Jamari	-
PAS-22	534.845,77	9.802.527,00	Bacia do Rio Nhamundá	Jamari	-

Nome do Ponto	Coordenadas (Zona 21 S)		Bacia Hidrográfica Sub Bacia Hidrográfica	Platô	Observação
	X/Leste (m)	Y/Norte (m)			
			Sub Bacia do Igarapé Faro		
PAS-23	546.943,24	9.821.648,13	Bacia do Rio Trombetas Sub Bacia do Igarapé do Moura	Monte Branco	-
PAS-24	546.716,17	9.821.702,76	Bacia do Rio Trombetas Sub Bacia do Igarapé do Moura	Monte Branco	-
PAS-25	546.419,12	9.822.103,74	Bacia do Rio Trombetas Sub Bacia do Igarapé do Moura	Monte Branco	-
PAS-26	548.174,94	9.816.674,59	Bacia Hidrográfica do Rio Nhamundá Sub Bacia do Igarapé Saracá	Monte Branco	-
PAS-27	528.803,93	9.818.237,92	Bacia do Rio Trombetas Sub Bacia do Igarapé Ajará	Rebolado	-
PAS-28	530.873,66	9.813.132,65	Bacia do Rio Nhamundá Sub Bacia do Igarapé do Jamari	Rebolado	Seco durante a segunda campanha
PAS-29	547.010,94	9.816.594,70	Bacia Hidrográfica do Rio Nhamundá Sub Bacia do Igarapé Saracá	Monte Branco	Ponto seco na primeira campanha foi excluído da malha amostral
SE-SA-30 (PAS-30)	553.656,85	9.813.199,92	Bacia Hidrográfica do Rio Nhamundá Sub Bacia do Igarapé Saracá	Saracá	Pontos inseridos na malha amostral após a realização da primeira campanha, para contemplar a região de Saracá
SE-SA-31 (PAS-31)	561.092,83	9.811.944,43	Bacia Hidrográfica do Rio Nhamundá Sub Bacia do Igarapé Saracá	Saracá	
SE-SA-32 (PAS-32)	563.853,30	9.816.931,37	Bacia Hidrográfica do Rio Nhamundá Sub Bacia do Igarapé Saracá	Saracá	
SE-SA-33 (PAS-33)	570.504,34	9.813.393,46	Bacia Hidrográfica do Rio Nhamundá	Saracá	

Nome do Ponto	Coordenadas (Zona 21 S)		Bacia Hidrográfica Sub Bacia Hidrográfica	Platô	Observação
	X/Leste (m)	Y/Norte (m)			
			Sub Bacia do Igarapé Saracá		

FORMATO: A3



AL - Almeidas
AR - Aramã
AT - Avertano
AV - Aviso
BA - Barone
BC - Bela Cruz
CI - Cipó
CA - Cruz Alta
CL - Cruz Alta Leste
CLN - Cruz Alta Leste Norte
ES - Escalante
GR - Greigh
JA - Jamari
MB - Monte Branco
MO - Morcego
PA - Papagaio
PE - Periquito
RB - Rebolado
SA - Saracá
TE - Teófilo

Referência Locacional
- Sede Municipal
- Limite Estadual

Hidrografia
- Cursos d'água
- Massa d'água

Sistema de Transporte
- Rodoviário
- Ferroviário

Qualidade da Água Superficial
- Pontos de Amostragem - Primeira e Segunda Campanha
- Pontos de Amostragem Adicionados na Segunda Campanha

Área de Estudo
- Meio Físico e Biótico

Platôs
- Objeto do PNM
- Em Operação
- Exauridos
- Demais Platôs

REFERÊNCIAS

Fontes:
- IBGE, 2017.
- ARCADIS, 2019.

0 1,5 3 6 9 12 Km

Sistema de Coordenadas UTM SIRGAS2000 F21S

MACROLOCALIZAÇÃO

Mineração Rio do Norte

ARCADIS

PROJETO: **EIA - PNM**

MAPA: **Mapa da Rede de Amostragem da Qualidade das Águas Superficiais**

ELABORADO POR:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
ARCADIS S.A.	1:325.000	Única	26/10/2021

Figura 7.2-165. Rede de amostragem da qualidade das águas superficiais.

B) Parâmetros Selecionados

Com o objetivo de caracterizar a qualidade das águas superficiais na área de estudo do empreendimento, selecionou-se um conjunto de parâmetros físicos, químicos e biológicos, tendo como base a Resolução Conama nº 357/05 e levando em conta as atividades desenvolvidas pela mineração.

No **Quadro 7.2-35**, consta a listagem dos parâmetros analisados, juntamente com a metodologia adotada, limite de quantificação e limites para corpos hídricos Classe 2, conforme definido na Resolução Conama nº 357/05. As fichas de campo/cadeias de custódia são apresentadas no **Anexo XXXIX**, e os laudos analíticos integram o **Anexo XLI.** O enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes, é um dos instrumentos das Políticas Nacional e Estadual de Recursos Hídricos, visando estabelecer metas de qualidade para os corpos hídricos, a fim de assegurar os usos preponderantes estabelecidos.

Segundo o relatório do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado do Pará (Sema, 2012), o Pará não possui suas águas enquadradas, em função principalmente da inexistência de uma rede de monitoramento oficial e, consequentemente, ausência de dados de qualidade das águas. A ausência de Comitês de Bacia e a pouca organização intermunicipal também dificultam o processo de enquadramento dos cursos d'água.

Portanto, as águas do Estado do Pará são consideradas como classe 2, conforme determina a Resolução Conama nº 357 de 17 março de 2005, em seu art. 42º: "*Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2"*.

Esta resolução estabelece ainda que águas classificadas como "Classe 2" podem ser destinadas ao abastecimento humano após tratamento convencional, à proteção das comunidades aquáticas, à recreação de contato primário e à irrigação de hortaliças, frutas e parques.

Quadro 7.2-35. Variáveis selecionadas e metodologia utilizada para a análise da qualidade das águas superficiais.

Parâmetro	Unidade	LQ	Limite Classe 2 [1]	Método Analítico
1,1-Dicloroeteno	µg/L	1	3	EPA 8260 C
1,2-Dicloroetano	µg/L	1	10	EPA 8260 C
2,4,5-T	µg/L	0,005	2	EPA 8270D, SMEWW 6410B
2,4,5-TP	µg/L	0,005	10	EPA 8270D, SMEWW 6410B
2,4,6-Triclorofenol	mg/L	0,003	0,01	EPA 8270D, SMEWW 6410B
2,4-D	µg/L	0,005	4	EPA 8270D, SMEWW 6410B
2,4-Diclorofenol	µg/L	0,1	0,3	EPA 8270D, SMEWW 6410B
2-Clorofenol	µg/L	0,005	0,1	EPA 8270D, SMEWW 6410B
Acrilamida	µg/L	0,1	0,5	POP PA 188 (LC/MS/MS)
Alaclor	µg/L	0,005	20	EPA 8270D, SMEWW 6410B
Aldrin + Dieldrin	µg/L	0,003	0,005	EPA 8270D, SMEWW 6410B

Parâmetro	Unidade	LQ	Limite Classe 2 [1]	Método Analítico
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,001	0,1	SMWW 3125 B
Antimônio	mg/L	0,001	0,005	SMWW 3125 B
Arsênio	mg/L	0,001	0,01	SMWW 3125 B
Atrazina	µg/L	0,01	2	EPA 8270D, SMEWW 6410B
Gution	µg/L	0,004	0,005	EPA 8270D, SMEWW 6410B
Bário	mg/L	0,001	0,7	SMWW 3125 B
Benzeno	µg/L	0,5	5	EPA 8260 C
Benzidina	µg/L	0,0001	0,001	POP PA 160
Benzo(a)antraceno	µg/L	0,01	0,05	EPA 8270D, SMEWW 6410B
Benzo(a)pireno	µg/L	0,01	0,05	EPA 8270D, SMEWW 6410B
Benzo(b)fluoranteno	µg/L	0,01	0,05	EPA 8270D, SMEWW 6410B
Benzo(k)fluoranteno	µg/L	0,01	0,05	EPA 8270D, SMEWW 6410B
Berílio	mg/L	0,001	0,04	SMWW 3125 B
Boro	mg/L	0,001	0,5	SMWW 3125 B
Cádmio	mg/L	0,001	0,001	SMWW 3125 B
Carbaril	µg/L	0,02	0,02	EPA 8270D, SMEWW 6410B
Chumbo	mg/L	0,001	0,01	SMWW 3125 B
Clordano (cis e trans)	µg/L	0,003	-	EPA 8270D, SMEWW 6410B
Cianeto Livre	mg/L	0,001	0,005	ASTM D 7237
Cloreto	mg/L	0,5	250	EPA 300.0, 300.1
Cloro Residual	mg/L	0,01	-	POP PA 010
Clorofila A	µg/L	1	30	SMWW 10200 H
Cobalto	mg/L	0,001	0,05	SMWW 3125 B
Cobre Dissolvido	mg/L	0,001	0,009	SMWW 3125 B
Coliformes Termotolerantes (*E. coli*)	NMP/100mL	10 - 24420	1000	SMEWW 9223 A e B
Coliformes Totais	NMP/100mL	10 - 24420	1000	SMEWW 9223 A e B
Contagem de Cianobactérias	cel/mL	3	-	SMWW 10200
Cor Verdadeira	CU	5		SMWW 2120 C
Corantes Artificiais	---	---	-	SMWW 2110
Criseno	µg/L	0,01	0,05	EPA 8270D, SMEWW 6410B
Cromo	mg/L	0,001	0,05	SMWW 3125 B
DBO	mg/L	2	5	SMWW 5210 B

Parâmetro	Unidade	LQ	Limite Classe 2 [1]	Método Analítico
Demeton (Demeton-O e Demeton-S)	µg/L	0,03	0,1	EPA 8270D, SMEWW 6410B
Dibenzo (a, h) antraceno	µg/L	0,01	0,05	EPA 8270D, SMEWW 6410B
Diclorometano	µg/L	1	20	EPA 8260 C
Dodecacloropentaciclodecano	µg/L	0,001	0,001	EPA 8270D, SMEWW 6410B
DQO	mg/L	5	-	SMWW 5220 D
Endossulfan (a, b e sulfato)	µg/L	0,003	0,056	EPA 8270D, SMEWW 6410B
Endrin	µg/L	0,001	0,004	EPA 8270D, SMEWW 6410B
Estireno	µg/L	1	20	EPA 8260 C
Etilbenzeno	mg/L	0,001	0,09	EPA 8260 C
Ferro Dissolvido	mg/L	0,001	0,3	SMWW 3125 B
Fluoreto	mg/L	0,05	1,4	EPA 300.0, 300.1
Fósforo Total	µg/L	1	30	SMWW 3125 B
Glifosato	mg/L	0,005	0,065	EPA 300.0, 300.1
Heptacloro e Heptacloro Epóxido	µg/L	0,002	0,01	EPA 8270D, SMEWW 6410B
Hexaclorobenzeno	µg/L	0,005	0,0065	EPA 8270D, SMEWW 6410B
Indeno (1,2,3, cd) pireno	µg/L	0,01	0,05	EPA 8270D, SMEWW 6410B
Índice de Fenóis	mg/L	0,001	0,003	ISO 14402
Lindano (g-HCH)	µg/L	0,001	0,02	EPA 8270D, SMEWW 6410B
Lítio	mg/L	0,001	2,5	SMWW 3125 B
Malation	µg/L	0,01	0,1	EPA 8270D, SMEWW 6410B
Manganês	mg/L	0,001	0,1	SMWW 3125 B
Materiais Flutuantes	---	---	-	SMWW 2110
Mercúrio	mg/L	0,0001	0,0002	SMWW 3125 B
Metolacloro	µg/L	0,05	10	EPA 8270D, SMEWW 6410B
Metoxicloro	µg/L	0,001	0,03	EPA 8270D, SMEWW 6410B
Níquel	mg/L	0,001	0,025	SMWW 3125 B
Nitrato (como N)	mg/l		10	
Nitrito (como N)	mg/l		1	
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	0,1	-	SMWW 4500 NH3 - E/F
Óleos e Graxas Visíveis	---	---	-	SMWW 2110

Parâmetro	Unidade	LQ	Limite Classe 2 [1]	Método Analítico
Oxigênio Dissolvido	mg/L	0,1	> 5	SMEWW 4500 O G
p,p'-DDT + p,p'-DDD + p,p'-DDE	µg/L	0,002	0,002	EPA 8270D, SMEWW 6410B
Paration	µg/L	0,04	0,04	EPA 8270D, SMEWW 6410B
PCB´s - Bifenilas Policloradas	µg/L	0,001	-	EPA 8270D, SMEWW 6410B
Pentaclorofenol	mg/L	1,00E-05	0,009	EPA 8270D, SMEWW 6410B
pH (a 25°C)	---	2 a 13	6 a 9	SMEWW 4500 H B
Prata	mg/L	0,001	0,01	SMWW 3125 B
Resíduos Sólidos Objetáveis	---	---	-	SMWW 2110
Selênio	mg/L	0,001	0,01	SMWW 3125 B
Simazina	µg/L	0,05	2	EPA 8270D, SMEWW 6410B
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	5	500	SMWW 2540 C e E
Substâncias que Comunicam Odor	---	---	-	SMWW 2110
Sulfato	mg/L	0,5	250	EPA 300.0, 300.1
Sulfetos (como H2S não dissociado)	mg/L	0,002	0,002	SMWW 4500 S H
Surfactantes (como LAS)	mg/L	0,2	0,5	SMEWW 5540 C
Temperatura	°C	---	-	SMWW 2550 B
Tetracloreto de Carbono	µg/L	0,5	2	EPA 8260 C
Tetracloroeteno	µg/L	0,5	10	EPA 8260 C
Tolueno	mg/L	0,001	0,002	EPA 8260 C
Toxafeno	µg/L	0,01	0,01	EPA 8081 B
Tributilestanho	µg/L	0,005	0,063	POP PA 167
Triclorobenzenos	µg/L	3	20	EPA 8260 C
Tricloroeteno	µg/L	1	30	EPA 8260 C
Trifluralina	µg/L	0,05	0,2	EPA 8270D, SMEWW 6410B
Turbidez	UNT	0,1	100	SMWW 2130 B
Urânio	mg/L	0,001	0,02	SMWW 3125 B
Vanádio	mg/L	0,001	0,1	SMWW 3125 B
Xilenos	mg/L	0,003	0,3	EPA 8260 C
Zinco	mg/L	0,001	0,18	SMWW 3125 B

[1] Limites para corpos hídricos Classe 2, conforme definido na Resolução Conama nº 357/05.

C) Metodologias de Amostragem e Análise

O laboratório Bioagri, responsável pela coleta das amostras de água superficial, possui acreditação ISO 17025 (Requisitos Gerais para Competência de Laboratórios de Ensaio e Calibração) pela Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro, para o escopo de ensaios em atividades de amostragem ambientais sob o n° CRL 0677 para esta matriz.

Em cada ponto amostral, a coleta foi realizada com auxílio de frasco de inox, mergulhados entre 15 a 30 cm abaixo da superfície da água. Após a coleta, os frascos foram refrigerados assim que possível e mantidos a temperatura inferior a 6ºC durante o período de transporte até o laboratório da Bioagri Ambiental Ltda., em São Paulo/SP, para contagem de cianobactérias e, em Piracicaba/SP para os demais parâmetros. Todas as amostras foram acompanhadas pela ficha de campo e cadeias de custódia devidamente preenchidas e assinadas. Além disso, ao chegar no laboratório, as condições dos frascos (integridade, identificação) foram checadas.

Ressalta-se que, em virtude da localização remota do empreendimento e consequente complexidade da logística de acesso e saída do local, que inclui viagens por barco, avião e automóvel, não foi possível atendimento ao holding time (tempo de validade) dos parâmetros inferiores a 48 horas. Dessa forma, ficaram comprometidas as análises de Clorofila A, Cor Verdadeira, DBO, Nitrato, Nitrito e Surfactantes, cujo holding time é de 48 horas, e de Coliformes Totais e Termotolerantes com validade da amostra de 24 horas.

Previamente à amostragem, foram anotadas, em cada ponto de coleta, informações relevantes sobre os cursos d'água avaliados e do entorno imediato, visando dar subsídios à interpretação dos resultados analíticos. Essas informações foram consolidadas em fichas de campo (**Anexo XXXIX)**, contendo as seguintes informações: identificação do ponto de coleta, curso d'água, data e hora de coleta, condição predominante do tempo e do entorno, ocorrência de chuva nas últimas 24 horas, odor e aspecto da amostra.

Os trabalhos de campo incluíram medições diretas, com sonda multiparâmetros, para determinação dos seguintes parâmetros: temperatura da água, pH, oxigênio dissolvido e cloro residual.

Os métodos analíticos utilizados se basearam em normas estabelecidas, descritas em *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (SMEWW, 2005), conforme detalhado no **Quadro 7.2-35.**

Para avaliar a qualidade dos resultados analíticos, utilizaram-se ferramentas que aplicadas de forma sistemática, verificam a qualidade e veracidade dos dados, tornando-os representativos e confiáveis, são elas: análise de Limite de Quantificação (LQ) e Valores Orientadores, Branco do Método, Amostras de Controle de Laboratório (LCS).

Ao analisar os valores adotados de LQ em relação aos VOR definidos na Resolução Conama nº 357/2005 para corpos hídricos classe 2, constatou-se que todos os parâmetros analisados possuem valores de LQ inferiores aos respectivos VOR, garantindo a representatividade dos resultados publicados.

Ademais, a qualidade dos resultados analíticos foi verificada pelo Quadro Surrogates, Branco do Método e LCS. Compostos traçadores (surrogates), ou compostos de monitoramento do sistema, são substâncias normalmente sintéticas, deuteradas ou não encontradas facilmente

na natureza, que são incorporadas às amostras. Estes analitos têm características similares aos analitos de interesse, portanto a análise dos compostos surrogates é usada como uma medida de exatidão para julgar o efeito da matriz da amostra na recuperação dos analitos de interesse. Sua determinação é feita juntamente com os demais parâmetros e o resultado é expresso em porcentagem de recuperação da quantidade inicial.

O Branco do Método é usado para determinar a contribuição dos reagentes e das etapas de preparação analítica para a incerteza de medição, verificando se os analitos ou interferentes estão presentes dentro do processo ou sistema analítico. Para isso são utilizadas amostras de água deionizada, nas quais são adicionados, no mesmo volume e proporção, reagentes e preservantes inerentes ao método testado. Essas amostras passam por todas as etapas analíticas desde o preparo até a análise.

O LCS ou branco fortificado é um branco do método, contendo os mesmos reagentes e preservantes, no qual uma concentração conhecida do analito de interesse é adicionado com intuito de avaliar a qualidade do procedimento analítico e sua exatidão. Sua avaliação é feita juntamente com os demais parâmetros e o resultado é expresso em porcentagem de recuperação da quantidade esperada.

D) Resultados

Um resumo das principais anotações de campo obtidas nas duas campanhas realizadas entre 15 e 23 de abril e entre 7 e 24 de outubro de 2019 é apresentado a seguir (**Quadro 7.2-36**). O registro fotográfico é apresentado no **Anexo XL**.

Quadro 7.2-36. Registros de campo dos pontos de coleta.

Campanha	Ponto	Data da Coleta	Hora da Coleta	Chuva nas Últimas 24h	Condições Climáticas	Condições de Entorno	Odor da Amostra	Aspecto da Amostra
1ªC (chuvosa)	PAS-02	15/04/2019	10:40:00	Não	Céu claro	Mata ciliar	Característico	Turva
	PAS-03	19/04/2019	10:00:00	Não	Céu claro	Mata ciliar	Característico	Límpida
	PAS-04	19/04/2019	09:35:00	Sim	-	Mata ciliar	Característico	Límpida
	PAS-05	19/04/2019	12:40:00	Sim	-	Mata ciliar	Característico	Límpida
	PAS-06	19/04/2019	12:45:00	Não	Céu claro	Mata ciliar	Característico	Límpida
	PAS-07	23/04/2019	13:11:00	Sim	-	Mata ciliar	Característico	Límpida
	PAS-08	23/04/2019	11:50:00	Sim	-	Mata ciliar	Característico	Límpida
	PAS-09	23/04/2019	09:10:00	Sim	-	Mata ciliar	Característico	Límpida
	PAS-10	17/04/2019	08:40:00	Sim	-	Mata ciliar e presença de animais	Característico	Límpida
	PAS-11	17/04/2019	10:55:00	Sim	-	Mata ciliar	Característico	Límpida
	PAS-12	18/04/2019	12:50:00	Sim	Chuvoso	Mata ciliar	Característico	Límpida
	PAS-16	20/04/2019	09:00:00	Sim	-	Mata ciliar	Característico	Límpida
	PAS-17	16/04/2019	11:10:00	Não	Céu nublado	Mata ciliar	Característico	Límpida
	PAS-21	23/04/2019	09:20:00	Sim	Céu claro	Mata ciliar	Característico	Límpida
	PAS-22	22/04/2019	13:35:00	Não	Céu claro	Mata ciliar	Característico	Límpida
	PAS-23	16/04/2019	09:20:00	Sim	-	Mata ciliar	Característico	Límpida
	PAS-24	16/04/2019	09:00:00	Não	Céu nublado	Mata ciliar	Característico	Límpida
	PAS-25	16/04/2019	08:30:00	Não	Céu nublado	Mata ciliar	Característico	Límpida
	PAS-26	16/04/2019	12:20:00	Sim	Chuvoso	Mata ciliar	Característico	Límpida
	PAS-27	19/04/2019	11:17:00	Não	Céu claro	Mata ciliar	Característico	Límpida

Campanha	Ponto	Data da Coleta	Hora da Coleta	Chuva nas Últimas 24h	Condições Climáticas	Condições de Entorno	Odor da Amostra	Aspecto da Amostra
	PAS-28	22/04/2019	12:00:00	Sim	-	Mata ciliar	Característico	Límpida
	PAS-29	18/04/2019	13:00:00	Ponto seco não amostrado				
2ªC (seca)	PAS-02	14/10/2019	11:30:00	Não	Céu claro	Mata ciliar e presença de animais	Característico	Límpida
	PAS-03	16/10/2019	11:32:00	Não	Céu claro	Mata ciliar e presença de animais	Característico	Límpida
	PAS-04	11/10/2019	10:33:00	Não	Céu claro	Mata ciliar e presença de animais	Característico	Límpida
	PAS-04	24/10/2019	10:39:00	Não	Céu claro	Mata ciliar e presença de animais	Característico	Límpida
	PAS-05	11/10/2019	13:35:00	Não	Céu claro	Mata ciliar e presença de animais	Característico	Límpida
	PAS-06	16/10/2019	13:21:00	Não	Céu nublado	Mata ciliar e presença de animais	Característico	Límpida
	PAS-08	22/10/2019	11:10:00	Não	Céu claro	Mata ciliar e presença de animais	Característico	Límpida
	PAS-09	22/10/2019	08:26:00	Não	Céu claro	Mata ciliar e presença de animais	Característico	Límpida
	PAS-10	16/10/2019	14:00:00	Não	Céu claro	Mata ciliar e presença de animais	Característico	Límpida
	PAS-11	17/10/2019	11:00:00	Sim	Céu claro	Mata ciliar e presença de animais	Característico	Límpida
	PAS-12	18/10/2019	11:41:00	Sim	Céu claro	Mata ciliar e presença de animais	Característico	Límpida
	PAS-16	16/10/2019	10:23:00	Não	Céu nublado	Mata ciliar e presença de animais	Característico	Turva
	PAS-17	10/10/2019	09:33:00	Não	Céu claro	Mata ciliar e presença de animais	Característico	Límpida
	PAS-21	21/10/2019	13:42:00	Sim	Céu claro	Mata ciliar e presença de animais	Característico	Límpida
	PAS-22	21/10/2019	15:30:00	Sim	Céu claro	Mata ciliar e presença de animais	Característico	Límpida
	PAS-23	10/10/2019	12:02:00	Não	Céu claro	Mata ciliar e presença de animais	Característico	Límpida
	PAS-24	10/10/2019	12:43:00	Não	Céu claro	Mata ciliar e presença de animais	Característico	Límpida
	PAS-25	10/10/2019	11:17:00	Não	Céu claro	Mata ciliar e presença de animais	Característico	Límpida
	PAS-26	10/10/2019	14:06:00	Não	Céu claro	Mata ciliar e presença de animais	Característico	Límpida

Campanha	Ponto	Data da Coleta	Hora da Coleta	Chuva nas Últimas 24h	Condições Climáticas	Condições de Entorno	Odor da Amostra	Aspecto da Amostra
	PAS-27	16/10/2019	10:11:00	Não	Céu nublado	Mata ciliar e presença de animais	Característico	Límpida
	SE-SA-30 (PAS-30)	07/10/2019	10:15:00	Não	Céu claro	Mata ciliar e presença de animais	Característico	Límpida
	SE-SA-31 (PAS-31)	07/10/2019	12:44:00	Não	-	Mata ciliar e presença de animais	Característico	Límpida
	SE-SA-32 (PAS-32)	07/10/2019	07:40:00	Não	Céu claro	Mata ciliar e presença de animais	Característico	Límpida
	SE-SA-33 (PAS-33)	07/10/2019	14:42:00	Não	Céu claro	Mata ciliar e presença de animais	Característico	Límpida

Legenda: 1ªC: primeira campanha (chuvosa) e 2ªC: segunda campanha (seca).

Conforme indicado, no entorno dos locais dos pontos amostrados, constatou-se mata ciliar, em geral preservada, além da presença de animais (**Anexo XL).** Todas as amostras apresentaram odor característico. De maneira geral estavam límpidas, com exceção da amostra da primeira campanha (chuvosa) do PAS-02 e da segunda campanha (seca) do PAS-16.

Para avaliar a qualidade dos resultados analíticos, foram analisados os Limites de Quantificação em relação aos valores orientadores definidos na Resolução Conama nº 357/05, todos os compostos apresentaram concentrações inferiores aos limites definidos pela resolução, garantindo a representatividade dos resultados publicados.

No **Quadro 7.2-37** constam os resultados dos parâmetros físico-químicos das medições realizadas em campo nos pontos de monitoramento. Do **Quadro 7.2-38** ao **Quadro 7.2-40** a seguir, são apresentados os resultados das análises de laboratório dos parâmetros físicos, químicos e biológicos obtidos nas duas campanhas de amostragens realizadas para este estudo. No **Anexo XLI** constam os laudos analíticos de laboratório, que subsidiaram a análise da qualidade da água dos pontos coletados.

A localização dos pontos que apresentaram parâmetros quantificados acima dos valores orientadores da Resolução Conama nº 357 para a primeira e segunda campanha, são apresentados na **Figura 7.2-166** e **Figura 7.2-167**, respectivamente.

Quadro 7.2-37. Resultados dos parâmetros físico-químicos das medições realizadas em campo nos pontos de monitoramento.

Campanha	Ponto	Temperatura (ºC)	Oxigênio dissolvido (mg/L)	pH	Turbidez (NTU)
			> 5 mg/L	6,0 a 9,0	100
1ªC (chuvosa)	PAS-02	26,3	6,5	6,42	4,24
	PAS-03	25,4	5,15	5,09	0,77
	PAS-04	25,47	6,61	4,64	3,9
	PAS-05	25,64	6,88	4,21	3,59
	PAS-06	25,6	5,4	5,24	2,65
	PAS-07	25,31	6,31	5,17	4,07
	PAS-08	25,61	6,68	5,27	1,1
	PAS-09	25,39	6,11	6,78	2,19
	PAS-10	24,9	6,67	7,58	1,19
	PAS-11	24,9	6,88	7,63	1,5
	PAS-12	24,6	6,29	6,54	1,16
	PAS-16	25,09	7,08	6,85	1,3
	PAS-17	25,4	2,17	4,64	1,54
	PAS-21	24,8	6,5	5,47	3,83
	PAS-22	25,7	6,89	7,15	1,01
	PAS-23	26,9	5,26	6,48	0,84
	PAS-24	25,7	6	6,39	0,87

Campanha	Ponto	Temperatura (ºC)	Oxigênio dissolvido (mg/L)	pH	Turbidez (NTU)
			> 5 mg/L	6,0 a 9,0	100
	PAS-25	26,4	6,26	6,72	0,81
	PAS-26	26,9	5,26	6,48	1,55
	PAS-27	25,4	6,11	4,35	1,3
	PAS-28	25,31	7,42	6,83	0,66
2ªC (seca)	PAS-02	26,35	4,36	4,76	0,61
	PAS-03	25,34	6,33	3,99	<0,1
	PAS-04	26,4	4,37	6,16	
	PAS-04	26,14	4,07	4,96	2,29
	PAS-05	27,62	4,37	5,76	0,5
	PAS-06	26,49	4,05	4,93	0,36
	PAS-08	25,01	5,8	4,3	4,17
	PAS-09	25,23	3,85	5,1	2,99
	PAS-10	25,53	6,51	4,06	<0,1
	PAS-11	25,06	4,99	4,65	2,52
	PAS-12	26,16	3,76	4,85	1,28
	PAS-16	25,64	4,14	4,89	1,17
	PAS-17	25,72	4,13	5,31	1,53
	PAS-21	26,49	4,05	4,95	2,67
	PAS-22	25,16	6,15	4,53	4,63
	PAS-23	27,03	4,02	4,32	0,82
	PAS-24	27,09	4,84	4,57	0,22
	PAS-25	26,64	3,85	4,77	<0,1
	PAS-26	26,75	3,4	4,33	0,54
	PAS-27	25,07	4,35	3,91	0,71
	SE-SA-30 (PAS-30)	26,18	3,77	5,45	1,8
	SE-SA-31 (PAS-31)	25,97	4,41	4,77	0,98
	SE-SA-32 (PAS-32)	25,86	4,02	5,81	0,4
	SE-SA-33 (PAS-33)	27,48	3,6	5,05	1,33

Legenda: Em laranja são indicados valores em discordância com os limites estabelecidos pela Resolução Conama no 357/05 para águas doces classe 2.

Quadro 7.2-38. Resultados analíticos das amostras coletadas nos pontos de monitoramento.

Parâmetro	Limite Conama nº 357/05	PAS-02	PAS-02	PAS-03	PAS-03	PAS-04	PAS-04	PAS-05	PAS-05	PAS-06	PAS-06	PAS-07[1]	PAS-08	PAS-08	PAS-09	PAS-09
		1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C
Fósforo total (µg/l)	100	< 1	< 10	< 5	< 10	< 1	< 10	< 1	< 10	< 1	< 10	9,89	< 1	< 10	5,35	< 10
Cianeto livre (mg/l)	0,005	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Cloreto (mg/l)	250	1,26	0,85	0,84	0,69	0,61	0,77	0,8	0,78	0,8	0,93	1,08	0,7	1,12	0,76	0,96
Fluoreto (mg/l)	1,4	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,31	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Sulfato (mg/l)	250	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Coliformes Totais (NMP/100ml)	-	24200	2098	11199	379	355	860	8164	631	594	2014	3448	738	1726	3448	1670
Densidade de Cianobactérias (ceL/ml)	-	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	17	< 3	25	< 3	< 3	10	19	111	36
Escherichia coli (NMP/100ml)	1000	61	173	10	31	20	169	85	20	52	62	74	75	121	10	97
Cloro residual (mg/l)	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Corantes Artificiais (-)	-	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Cor verdadeira (CU)	-	14,3	25,4	17	< 5	7,3	< 5	19,4	8,7	8,6	< 5	33,5	18,1	16,6	35,2	18,2
DBO (mg/l)	5	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
DQO (mg/l)	-	14,6	9,2	7,2	33,1	9,7	< 5	12	< 5	10,1	< 5	10,1	7,7	7,1	11,3	7,1
Índice de fenóis (mg/l)	0,003	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Materiais Flutuantes (-)	-	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Nitrato (como N) (mg/l)	10	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,17	< 0,1	0,12	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,33	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Nitrito (como N) (mg/l)	1	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Nitrogênio amoniacal (mg/l)	-	0,1	0,15	1,35	0,11	< 0,1	< 0,1	0,1	0,1	0,14	0,3	< 0,1	< 0,1	0,22	< 0,1	< 0,1
Odor (-)	-	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Óleos e graxas visíveis (-)	-	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Resíduos Sólidos Objetáveis (-)	-	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Sólidos dissolvidos totais (mg/l)	500	33	14	< 5	< 5	7	23	6	23	< 5	< 5	< 5	< 5	13	< 5	11
Sulfetos como H2S não dissociado (mg/l)	0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Surfactantes (mg/l)	0,5	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Alumínio dissolvido (mg/l)	0,1	0,0157	0,0416	< 0,001	0,0264	0,0155	0,0224	0,0212	0,0416	< 0,001	0,0856	0,0207	0,0198	0,0781	0,0437	0,0603
Cobre dissolvido (mg/l)	0,009	0,00444	0,0016	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,0011	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,0012	< 0,001	< 0,001
Ferro dissolvido (mg/l)	0,3	0,54	0,0504	0,0102	0,0074	0,0185	0,127	< 0,001	0,0278	< 0,001	0,0149	0,212	0,052	0,0721	0,159	0,0868
Antimônio total (mg/l)	0,005	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Arsênio total (mg/l)	0,01	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,0011
Bário total (mg/l)	0,7	0,00213	0,0032	0,00121	0,0041	0,00264	0,0055	0,0051	0,0052	0,00145	< 0,001	0,00582	0,00476	0,006	< 0,001	0,0057
Berílio total (mg/l)	0,04	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Boro total (mg/l)	0,5	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,00231	< 0,001	0,0109	< 0,001	0,00274	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,0438
Cádmio total (mg/l)	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Parâmetro	Limite Conama nº 357/05	PAS-02	PAS-02	PAS-03	PAS-03	PAS-04	PAS-04	PAS-05	PAS-05	PAS-06	PAS-06	PAS-07[1]	PAS-08	PAS-08	PAS-09	PAS-09
		1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C
Chumbo total (mg/l)	0,01	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Cobalto total (mg/l)	0,05	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Cromo total (mg/l)	0,05	0,00143	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Lítio total (mg/l)	2,5	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Manganês total (mg/l)	0,1	0,00605	0,0022	0,00281	0,0055	0,00261	0,0022	0,00421	0,0011	0,0034	0,0059	0,00423	0,00469	0,0021	0,00296	0,0015
Mercúrio total (mg/l)	0,0002	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Níquel total (mg/l)	0,025	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Prata total (mg/l)	0,01	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Selênio total (mg/l)	0,01	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Urânio total (mg/l)	0,02	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Vanádio total (mg/l)	0,1	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Zinco total (mg/l)	0,18	0,0243	0,0078	< 0,001	0,0141	0,00573	0,0047	0,0094	0,0154	0,0365	< 0,001	0,0252	< 0,001	< 0,001	0,0237	0,002
2,4,5-T (Ácido 2,4,5-Triclorofenoxiacético) (µg/l)	2	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
2,4,5-TP (Ácido 2-(2,4,5-Triclorofenoxi) propanoico) (µg/l)	10	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
2,4-D (Ácido (2,4-diclolorofenoxi) acético) (µg/l)	4	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Acrilamida (µg/l)	0,5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Clorofila-a (µg/l)	30	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Glifosato (mg/l)	0,065	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Tributilestanho (µg/l)	0,063	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PCB Total (µg/l)	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
(Cis+Trans) Clordano (µg/l)	-	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Alacloro (µg/l)	20	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Aldrin + Dieldrin (µg/l)	0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Atrazina (µg/l)	2	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Azinfós Metil (µg/l)	0,005	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Benzidina (µg/l)	0,001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Carbaril (µg/l)	0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
DDT + DDE + DDD (µg/l)	0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Demeton (Demeton-O + Demeton-S) (µg/l)	0,1	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
Dodecacloro pentaciclodecano (µg/l)	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Endosulfan (alfa + beta + sulfato) (µg/l)	0,056	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
Endrin (µg/l)	0,004	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
g-HCH (µg/l)	0,02	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Parâmetro	Limite Conama nº 357/05	PAS-02	PAS-02	PAS-03	PAS-03	PAS-04	PAS-04	PAS-05	PAS-05	PAS-06	PAS-06	PAS-07[1]	PAS-08	PAS-08	PAS-09	PAS-09
		1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C
Heptacloro e heptacloro epóxido (µg/l)	0,01	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Malationa (µg/l)	0,1	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Metolacloro (µg/l)	10	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Metoxicloro (µg/l)	0,03	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Parationa (µg/l)	0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04
Simazina (µg/l)	2	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Toxafeno (µg/l)	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Trifluralina (µg/l)	0,2	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
2,4,6-Triclorofenol (mg/l)	0,01	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003
2,4-Diclorofenol (µg/l)	0,3	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
2-Clorofenol (µg/l)	0,1	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Benzo(a)antraceno (µg/l)	0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Benzo(a)pireno (µg/l)	0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Benzo(b)fluoranteno (µg/l)	0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Benzo(k)fluoranteno (µg/l)	0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Criseno (µg/l)	0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Dibenzo(a,h)antraceno (µg/l)	0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Hexaclorobenzeno (µg/l)	0,0065	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Indeno(1,2,3-cd) pireno (µg/l)	0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Pentaclorofenol (mg/l)	0,009	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
1,1-Dicloroeteno (µg/l)	3	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
1,2-Dicloroetano (µg/l)	10	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Benzeno (µg/l)	5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Diclorometano (µg/l)	20	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Estireno (µg/l)	20	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Etilbenzeno (mg/l)	0,09	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Tetracloreto de carbono (µg/l)	2	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Tetracloroeteno (µg/l)	10	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Tolueno (mg/l)	0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Triclorobenzenos totais (µg/l)	20	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
Tricloroeteno (µg/l)	30	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Xilenos (mg/l)	0,3	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003

Legenda: Em laranja são indicados valores em discordância com os limites estabelecidos pela Resolução Conama no 357/05 para águas doces classe 2, e em cinza valores abaixo do limite de quantificação do método analítico.

[1] Durante a campanha realizada em outubro de 2019 (seca), o ponto PAS-07 estava seco, razão pela qual não foi possível realizar a amostragem.

Quadro 7.2-39. Resultados analíticos das amostras coletadas nos pontos de monitoramento.

Parâmetro	Limite Conama 357	PAS-10	PAS-10	PAS-11	PAS-11	PAS-12	PAS-12	PAS-16	PAS-16	PAS-17	PAS-17	PAS-21	PAS-21	PAS-22	PAS-22
		1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C
Fósforo total (µg/l)	100	< 1	< 10	< 1	139	< 1	< 10	< 1	< 10	163	1820	36,1	< 10	< 1	< 10
Cianeto livre (mg/l)	0,005	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Cloreto (mg/l)	250	1,41	0,91	0,7	1,09	0,84	1,11	0,83	0,83	0,9	0,79	0,67	0,93	0,83	1,25
Fluoreto (mg/l)	1,4	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,21	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,22
Sulfato (mg/l)	250	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	6,43	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,83
Coliformes Totais (NMP/100ml)	-	860	488	2909	15531	473	6488	24190	2014	2481	1106	1119	1616	439	2489
Densidade de Cianobactérias (ceL/ml)	-	< 3	< 3	63	81	< 3	58	< 3	< 3	< 3	98	< 3	98	170	< 3
Escherichia coli (NMP/100ml)	1000	41	52	10	820	< 10	332	96	85	31	< 10	10	75	< 10	148
Cloro residual (mg/l)	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Corantes Artificiais (-)	-	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Cor verdadeira (CU)	-	8,5	< 5	10,7	17,1	16	16,1	9,6	< 5	20,4	9,5	21,3	16,3	19,7	27,8
DBO (mg/l)	5	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
DQO (mg/l)	-	5,6	< 5	6	11,7	9,6	10,8	13,1	< 5	< 5	< 5	8,9	7,8	6	13,9
Índice de fenóis (mg/l)	0,003	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Materiais Flutuantes (-)	-	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Nitrato (como N) (mg/l)	10	< 0,1	< 0,1	0,11	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,12	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Nitrito (como N) (mg/l)	1	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Nitrogênio amoniacal (mg/l)	-	0,15	< 0,1	0,16	0,19	0,11	0,42	0,1	0,24	0,11	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,24
Odor (-)	-	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Óleos e graxas visíveis (-)	-	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Resíduos Sólidos Objetáveis (-)	-	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Sólidos dissolvidos totais (mg/l)	500	< 5	< 5	6	< 5	< 5	< 5	21	30	8	5	< 5	13	12	7
Sulfetos como H2S não dissociado (mg/l)	0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Surfactantes (mg/l)	0,5	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Alumínio dissolvido (mg/l)	0,1	0,0634	0,0357	0,0526	0,128	0,0767	0,0784	0,0108	0,0248	0,0456	0,106	0,03	0,0603	0,0189	0,14
Cobre dissolvido (mg/l)	0,009	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,0017
Ferro dissolvido (mg/l)	0,3	0,0623	0,0121	0,0329	0,0668	0,0319	0,0462	0,0128	0,011	0,0334	0,0175	0,0814	0,0436	0,0436	0,0764
Antimônio total (mg/l)	0,005	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Arsênio total (mg/l)	0,01	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Parâmetro	Limite Conama 357	PAS-10	PAS-10	PAS-11	PAS-11	PAS-12	PAS-12	PAS-16	PAS-16	PAS-17	PAS-17	PAS-21	PAS-21	PAS-22	PAS-22
		1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C
Bário total (mg/l)	0,7	0,0025	0,0035	0,00242	0,0056	0,006	0,0036	< 0,001	0,0036	0,00216	0,0013	< 0,001	0,0034	< 0,001	0,0525
Berílio total (mg/l)	0,04	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Boro total (mg/l)	0,5	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,0025	< 0,001	< 0,001	0,0055
Cádmio total (mg/l)	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Chumbo total (mg/l)	0,01	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,0049
Cobalto total (mg/l)	0,05	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,004	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Cromo total (mg/l)	0,05	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Lítio total (mg/l)	2,5	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,0012	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,002
Manganês total (mg/l)	0,1	0,00158	0,0029	0,00259	0,0223	0,00205	< 0,001	< 0,001	0,0039	0,00238	0,0015	0,00365	< 0,001	0,00197	0,143
Mercúrio total (mg/l)	0,0002	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Níquel total (mg/l)	0,025	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,0018	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,00145	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Prata total (mg/l)	0,01	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Selênio total (mg/l)	0,01	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Urânio total (mg/l)	0,02	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Vanádio total (mg/l)	0,1	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,00195	0,0272	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Zinco total (mg/l)	0,18	0,0557	< 0,001	0,00334	< 0,001	0,0456	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,011	< 0,001	< 0,001	0,0054
2,4,5-T (Ácido 2,4,5-Triclorofenoxiacético) (µg/l)	2	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
2,4,5-TP (Ácido 2-(2,4,5-Triclorofenoxi) propanoico) (µg/l)	10	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
2,4-D (Ácido (2,4-diclolorofenoxi) acético) (µg/l)	4	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Acrilamida (µg/l)	0,5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Clorofila-a (µg/l)	30	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Glifosato (mg/l)	0,065	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Tributilestanho (µg/l)	0,063	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PCB Total (µg/l)	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
(Cis+Trans) Clordano (µg/l)	-	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Alacloro (µg/l)	20	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Aldrin + Dieldrin (µg/l)	0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Atrazina (µg/l)	2	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Azinfós Metil (µg/l)	0,005	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Benzidina (µg/l)	0,001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001

Parâmetro	Limite Conama 357	PAS-10	PAS-10	PAS-11	PAS-11	PAS-12	PAS-12	PAS-16	PAS-16	PAS-17	PAS-17	PAS-21	PAS-21	PAS-22	PAS-22
		1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C
Carbaril (µg/l)	0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
DDT + DDE + DDD (µg/l)	0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Demeton (Demeton-O + Demeton-S) (µg/l)	0,1	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
Dodecacloro pentaciclodecano (µg/l)	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Endosulfan (alfa + beta + sulfato) (µg/l)	0,056	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
Endrin (µg/l)	0,004	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
g-HCH (µg/l)	0,02	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Heptacloro e heptacloro epóxido (µg/l)	0,01	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Malationa (µg/l)	0,1	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Metolacloro (µg/l)	10	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Metoxicloro (µg/l)	0,03	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Parationa (µg/l)	0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04
Simazina (µg/l)	2	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Toxafeno (µg/l)	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Trifluralina (µg/l)	0,2	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
2,4,6-Triclorofenol (mg/l)	0,01	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003
2,4-Diclorofenol (µg/l)	0,3	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
2-Clorofenol (µg/l)	0,1	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Benzo(a)antraceno (µg/l)	0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Benzo(a)pireno (µg/l)	0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Benzo(b)fluoranteno (µg/l)	0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Benzo(k)fluoranteno (µg/l)	0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Criseno (µg/l)	0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Dibenzo(a,h)antraceno (µg/l)	0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Hexaclorobenzeno (µg/l)	0,0065	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Indeno(1,2,3-cd)pireno (µg/l)	0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Pentaclorofenol (mg/l)	0,009	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
1,1-Dicloroeteno (µg/l)	3	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
1,2-Dicloroetano (µg/l)	10	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Benzeno (µg/l)	5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5

Parâmetro	Limite Conama 357	PAS-10	PAS-10	PAS-11	PAS-11	PAS-12	PAS-12	PAS-16	PAS-16	PAS-17	PAS-17	PAS-21	PAS-21	PAS-22	PAS-22
		1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C
Diclorometano (µg/l)	20	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Estireno (µg/l)	20	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Etilbenzeno (mg/l)	0,09	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Tetracloreto de carbono (µg/l)	2	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Tetracloroeteno (µg/l)	10	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Tolueno (mg/l)	0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Triclorobenzenos totais (µg/l)	20	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
Tricloroeteno (µg/l)	30	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Xilenos (mg/l)	0,3	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003

Legenda: Em laranja são indicados valores em discordância com os limites estabelecidos pela Resolução Conama no 357/05 para águas doces classe 2, e em cinza valores abaixo do limite de quantificação do método analítico.

Quadro 7.2-40. Resultados analíticos das amostras coletadas nos pontos de monitoramento.

Parâmetro	Conama 357 Art. 15	PAS-23	PAS-23	PAS-24	PAS-24	PAS-25	PAS-25	PAS-26	PAS-26	PAS-27	PAS-27	PAS-28[1]	SE-SA-30 (PAS-30)	SE-SA-31 (PAS-31)	SE-SA-32 (PAS-32)	SE-SA-33 (PAS-33)
		1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	2ª C	2ª C	2ª C
Fósforo total (µg/l)	100	26,6	1130	1,22	1190	< 1	737	2,15	947	< 1	< 10	< 1	< 10	< 10	< 10	< 10
Cianeto livre (mg/l)	0,005	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Cloreto (mg/l)	250	1,04	0,87	0,99	0,89	0,91	0,9	0,99	0,76	0,63	0,88	0,72	1,27	1,03	0,93	1,22
Fluoreto (mg/l)	1,4	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Sulfato (mg/l)	250	0,52	< 0,5	0,74	0,72	0,53	< 0,5	0,61	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Coliformes Totais (NMP/100ml)	-	546	909	624	52	677	393	2909	909	173	627	2909	1296	228	471	1421
Densidade de Cianobactérias (ceL/ml)	-	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	23	< 3	190	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
Escherichia coli (NMP/100ml)	1000	52	10	52	< 10	20	20	960	97	10	52	158	31	20	135	52
Cloro residual (mg/l)	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Corantes Artificiais (-)	-	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Cor verdadeira (CU)	-	6,6	< 5	10,8	< 5	16,8	< 5	11,9	< 5	10,6	< 5	< 5	< 5	< 5	6,3	< 5
DBO (mg/l)	5	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
DQO (mg/l)	-	< 5	< 5	5,1	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	6,2	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Índice de fenóis (mg/l)	0,003	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Parâmetro	Conama 357 Art. 15	PAS-23	PAS-23	PAS-24	PAS-24	PAS-25	PAS-25	PAS-26	PAS-26	PAS-27	PAS-27	PAS-28[1]	SE-SA-30 (PAS-30)	SE-SA-31 (PAS-31)	SE-SA-32 (PAS-32)	SE-SA-33 (PAS-33)
		1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	2ª C	2ª C	2ª C
Materiais Flutuantes (-)	-	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Nitrato (como N) (mg/l)	10	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,21	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,13	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Nitrito (como N) (mg/l)	1	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Nitrogênio amoniacal (mg/l)	-	< 0,1	0,24	< 0,1	0,14	< 0,1	< 0,1	0,21	0,15	0,1	0,12	0,16	< 0,1	< 0,1	0,16	< 0,1
Odor (-)	-	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Óleos e graxas visíveis (-)	-	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Resíduos Sólidos Objetáveis (-)	-	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Sólidos dissolvidos totais (mg/l)	500	8	6	5	5	7	6	7	6	33	21	29	17	18	16	18
Sulfetos como H2S não dissociado (mg/l)	0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Surfactantes (mg/l)	0,5	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Alumínio dissolvido (mg/l)	0,1	0,0128	0,0197	0,0801	0,116	0,0373	0,0505	0,02	0,113	0,00753	0,036	0,0267	0,0455	0,0267	0,0418	0,0401
Cobre dissolvido (mg/l)	0,009	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,00231	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Ferro dissolvido (mg/l)	0,3	< 0,001	0,0142	0,0155	0,0032	0,0326	0,0152	< 0,001	0,031	0,00598	0,0233	0,0189	< 0,001	0,039	< 0,001	0,0418
Antimônio total (mg/l)	0,005	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Arsênio total (mg/l)	0,01	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Bário total (mg/l)	0,7	0,00124	< 0,001	0,00161	0,0024	0,00158	0,0018	< 0,001	0,0037	< 0,001	0,0017	< 0,001	0,0021	0,0017	< 0,001	0,0033
Berílio total (mg/l)	0,04	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Boro total (mg/l)	0,5	< 0,001	< 0,001	0,00126	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,024	< 0,001	0,0281	0,0199
Cádmio total (mg/l)	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Chumbo total (mg/l)	0,01	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Cobalto total (mg/l)	0,05	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Cromo total (mg/l)	0,05	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,0017	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Lítio total (mg/l)	2,5	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Manganês total (mg/l)	0,1	0,00163	0,005	0,0355	0,0019	0,0024	0,0054	0,00194	0,0027	< 0,001	0,0018	< 0,001	0,0013	0,0014	0,0011	0,0017
Mercúrio total (mg/l)	0,0002	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Níquel total (mg/l)	0,025	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,00233	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Prata total (mg/l)	0,01	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Parâmetro	Conama 357 Art. 15	PAS-23	PAS-23	PAS-24	PAS-24	PAS-25	PAS-25	PAS-26	PAS-26	PAS-27	PAS-27	PAS-28[1]	SE-SA-30 (PAS-30)	SE-SA-31 (PAS-31)	SE-SA-32 (PAS-32)	SE-SA-33 (PAS-33)
		1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	2ª C	2ª C	2ª C
Selênio total (mg/l)	0,01	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Urânio total (mg/l)	0,02	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Vanádio total (mg/l)	0,1	< 0,001	0,0214	< 0,001	0,0515	< 0,001	0,0116	0,00178	0,0213	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Zinco total (mg/l)	0,18	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,006	< 0,001	< 0,001	0,00313	0,0145	< 0,001	< 0,001	0,00389	0,0111	0,007	0,0012	< 0,001
2,4,5-T (Ácido 2,4,5-Triclorofenoxiacético) (µg/l)	2	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
2,4,5-TP (Ácido 2-(2,4,5-Triclorofenoxi) propanoico) (µg/l)	10	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
2,4-D (Ácido (2,4-diclolorofenoxi) acético) (µg/l)	4	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Acrilamida (µg/l)	0,5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Clorofila-a (µg/l)	30	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Glifosato (mg/l)	0,065	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Tributilestanho (µg/l)	0,063	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PCB Total (µg/l)	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
(Cis+Trans) Clordano (µg/l)	-	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,005	< 0,002	< 0,002
Alacloro (µg/l)	20	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Aldrin + Dieldrin (µg/l)	0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Atrazina (µg/l)	2	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Azinfós Metil (µg/l)	0,005	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Benzidina (µg/l)	0,001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Carbaril (µg/l)	0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
DDT + DDE + DDD (µg/l)	0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Demeton (Demeton-O + Demeton-S) (µg/l)	0,1	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
Dodecacloro pentaciclodecano (µg/l)	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Endosulfan (alfa + beta + sulfato) (µg/l)	0,056	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
Endrin (µg/l)	0,004	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
g-HCH (µg/l)	0,02	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Parâmetro	Conama 357 Art. 15	PAS-23	PAS-23	PAS-24	PAS-24	PAS-25	PAS-25	PAS-26	PAS-26	PAS-27	PAS-27	PAS-28[1]	SE-SA-30 (PAS-30)	SE-SA-31 (PAS-31)	SE-SA-32 (PAS-32)	SE-SA-33 (PAS-33)
		1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	2ª C	2ª C	2ª C
Heptacloro e heptacloro epóxido (µg/l)	0,01	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Malationa (µg/l)	0,1	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Metolacloro (µg/l)	10	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Metoxicloro (µg/l)	0,03	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Parationa (µg/l)	0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04
Simazina (µg/l)	2	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Toxafeno (µg/l)	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Trifluralina (µg/l)	0,2	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
2,4,6-Triclorofenol (mg/l)	0,01	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003
2,4-Diclorofenol (µg/l)	0,3	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
2-Clorofenol (µg/l)	0,1	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Benzo(a)antraceno (µg/l)	0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Benzo(a)pireno (µg/l)	0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Benzo(b)fluoranteno (µg/l)	0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,0103	< 0,01	< 0,01
Benzo(k)fluoranteno (µg/l)	0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Criseno (µg/l)	0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Dibenzo(a,h)antraceno (µg/l)	0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Hexaclorobenzeno (µg/l)	0,0065	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Indeno(1,2,3-cd)pireno (µg/l)	0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Pentaclorofenol (mg/l)	0,009	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
1,1-Dicloroeteno (µg/l)	3	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
1,2-Dicloroetano (µg/l)	10	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Benzeno (µg/l)	5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Diclorometano (µg/l)	20	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Estireno (µg/l)	20	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Etilbenzeno (mg/l)	0,09	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Tetracloreto de carbono (µg/l)	2	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5

Parâmetro	Conama 357 Art. 15	PAS-23	PAS-23	PAS-24	PAS-24	PAS-25	PAS-25	PAS-26	PAS-26	PAS-27	PAS-27	PAS-28[1]	SE-SA-30 (PAS-30)	SE-SA-31 (PAS-31)	SE-SA-32 (PAS-32)	SE-SA-33 (PAS-33)
		1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	2ª C	2ª C	2ª C
Tetracloroeteno (µg/l)	10	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Tolueno (mg/l)	0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Triclorobenzenos totais (µg/l)	20	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
Tricloroeteno (µg/l)	30	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Xilenos (mg/l)	0,3	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003

Legenda: Em laranja são indicados valores em discordância com os limites estabelecidos pela Resolução Conama no 357/05 para águas doces classe 2, e em cinza valores abaixo do limite de quantificação do método analítico.

[1] Durante a campanha realizada em outubro de 2019 (seca), o ponto PAS-28 estava seco, razão pela qual não foi possível realizar a amostragem.

520.000 540.000 560.000

9.820.000 9.800.000

PAS-4 PAS-2 PAS-5 PAS-17 PAS-3 PAS-6 PAS-27 PAS-21 PAS-7 PAS-8

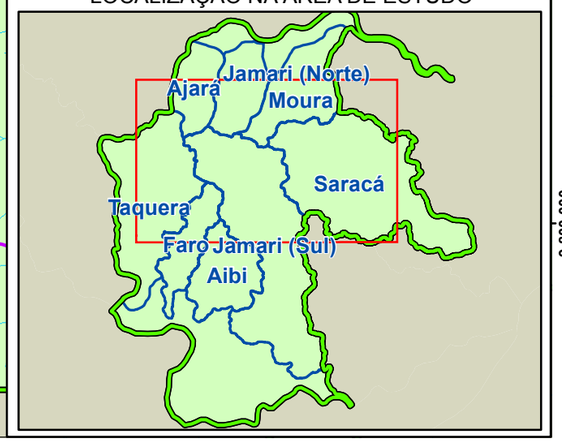
CLN CA CL MO RB RB ES CI JA BA TE BC GR JA

Ajará Jamari (Norte) Moura Jamari (Sul) Taquera Faro Aibi Saracá

PA PE SA AL AV

Igarapé Terra Preta
Igarapé Ajará
Igarapé do Jamari (Norte)
Igarapé do Papagaio ou do Pinto
Igarapé Água Fria
Igarapé Saracá
Igarapé Taquera
Igarapé do Jamari (Sul)
Igarapé do Faro
Igarapé Araticum

LOCALIZAÇÃO NA ÁREA DE ESTUDO



Hidrografia
- Curso d'água
- Massa d'água
- Sub-Bacias Hidrográficas

Sistema de Transporte
- Rodoviário
- Ferroviário
- Estradas SAMISE - Acessos Madereira
- Acessos existentes

Área de Estudo
- Meio Físico

Platôs
- Objeto do PNM
- Em Operação
- Exauridos
- Demais Platôs

Qualidade da Água Superficial
- Pontos de Amostragem (Acima dos limites CONAMA 357/05)

Parâmetros - Acima dos limites CONAMA 357/05
- pH
- Ferro Dissolvido
- Fósforo
- Oxigênio Dissolvido

Platôs

AL - Almeidas
AR - Aramã
AT - Avertano
AV - Aviso
BA - Barone
BC - Bela Cruz
CI - Cipó
CA - Cruz Alta
CL - Cruz Alta Leste
CLN - Cruz Alta Leste Norte
ES - Escalante
GR - Greigh
JA - Jamari
MB - Monte Branco
MO - Morcego
PA - Papagaio
PE - Periquito
RB - Rebolado
SA - Saracá
TE - Teófilo

REFERÊNCIAS

Fontes:
- IBGE, 2017.
- ARCADIS, 2019.

N
0 0,5 1 2 3 4 Km
Sistema de Coordenadas UTM SIRGAS2000 F21S

MACROLOCALIZAÇÃO

Mineração Rio do Norte
ARCADIS

PROJETO: EIA - PNM

MAPA: Pontos de Amostragem em Desacordo com Resoluções CONAMA nº 357/05 - 1ª Campanha

ELAB:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
ARCADIS S.A.	1:150.000	Única	26/10/2021

FORMATO: A3

Figura 7.2-166. Pontos de Amostragem em Desacordo com Resoluções Conama nº 357/05 - 1ª Campanha (Chuva).

520.000 540.000 560.000

9.820.000 9.800.000

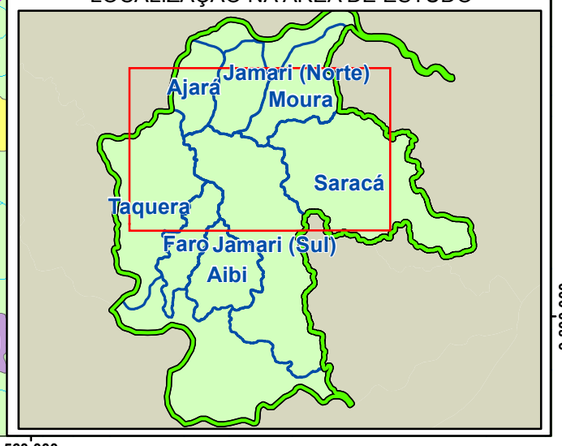
PAS-4 PAS-2 PAS-16 PAS-17 PAS-5 PAS-25 PAS-23 PAS-24 PAS-3 PAS-6 PAS-27 PAS-26 PAS-10 PAS-11 PAS-21 PAS-8 PAS-12 PAS-9 PAS-22

CLN CL CA MO RB JA BA TE ES CI AV PA PE SA MB BC GR

Ajará Jamari (Norte) Moura Jamari (Sul) Taquera Faro Aibi Saracá

Igarapé Ajará Igarapé do Jamari (Norte) Igarapé Terra Preta Igarapé Água Fria Igarapé do Papagaio ou do Pirata Igarapé Saracá Igarapé Taquera Igarapé do Jamari (Sul) Igarapé do Faro Igarapé Araticum

LOCALIZAÇÃO NA ÁREA DE ESTUDO



Hidrografia
- Curso d'água
- Massa d'água
- Sub-Bacias Hidrográficas

Sistema de Transporte
- Rodoviário
- Ferroviário
- Estradas SAMISE - Acessos Madereira
- Acessos existentes

Área de Estudo
- Meio Físico

Platôs
- Objeto do PNM
- Em Operação
- Exauridos
- Demais Platôs

Qualidade da Água Superficial
- Pontos de Amostragem (Acima dos limites CONAMA 357/05)

Parâmetros - Acima dos limites CONAMA 357/05
- pH
- Alumínio Dissolvido
- Fósforo
- Oxigênio Dissolvido
- Manganês

Platôs

AL - Almeidas
AR - Aramã
AT - Avertano
AV - Aviso
BA - Barone
BC - Bela Cruz
CI - Cipó
CA - Cruz Alta
CL - Cruz Alta Leste
CLN - Cruz Alta Leste Norte
ES - Escalante
GR - Greigh
JA - Jamari
MB - Monte Branco
MO - Morcego
PA - Papagaio
PE - Periquito
RB - Rebolado
SA - Saracá
TE - Teófilo

REFERÊNCIAS

Fontes:
- IBGE, 2017.
- ARCADIS, 2019.

N

0 0,5 1 2 3 4 Km

Sistema de Coordenadas UTM SIRGAS2000 F21S

MACROLOCALIZAÇÃO

Mineração Rio do Norte

ARCADIS

PROJETO: EIA - PNM

MAPA: Pontos de Amostragem em Desacordo com Resoluções CONAMA nº 357/05 - 2ª Campanha

ELAB:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
ARCADIS S.A.	1:150.000	Única	26/10/2021

FORMATO: A3

Figura 7.2-167. Pontos de Amostragem em Desacordo com Resoluções Conama nº 357/05 - 2ª Campanha (Seca).

E) Discussão dos Resultados

A seguir, é apresentada uma síntese das principais variáveis analisadas, durante as duas campanhas de amostragens. Na representação gráfica, estão indicados, para cada ponto amostrado, os resultados obtidos na primeira campanha (laranja) e segunda campanha (preto), além do valor máximo permitido (VMP) pela Resolução Conama no 357/05 para águas doces classe 2, indicado pela linha em cinza.

Cabe destacar que não estão representados em gráficos os parâmetros que resultaram em valores abaixo do limite de quantificação do método analítico, em todos os pontos de amostragem em ambas as campanhas.

Dessa forma, serão discutidos os parâmetros: Cor Verdadeira, Turbidez, pH, DBO, DQO, Oxigênio Dissolvido, Clorofila-a, *Eschereria coli*, densidade de Cianobactérias, Coliformes Totais, Sólidos Dissolvidos Totais, Nitrito e Nitrato, Nitrogênio Amoniacal e Fósforo total, além dos metais Ferro Dissolvido, Alumínio Dissolvido, Manganês Total, Bário, Boro Vanádio, Níquel, Zinco, Chumbo, Lítio, Arsênio, Cobalto, Lítio e Cromo.

Destaca-se que destes, apresentaram valores em discordância com os limites estabelecidos pela Resolução Conama no 357/05 para águas doces classe 2 apenas os parâmetros pH, Oxigênio Dissolvido, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Alumínio Dissolvido e Manganês.

Os pontos PAS-07 e PAS-28 estavam secos durante a campanha realizada em outubro de 2019 (seca), razão pela qual não foi possível realizar a amostragem nestes dois pontos.

a) Cor Verdadeira e Turbidez

A cor verdadeira da água deve-se à presença de substâncias em solução, geralmente resultantes da decomposição de restos vegetais, tais como ácidos fúlvicos e húmicos, que conferem aos cursos d'água uma coloração amarelada a marrom, assumindo tonalidade mais escura na presença de compostos de ferro. A Resolução Conama nº 357/05 determina o máximo de 75 mg Pt/L (ou 75 CU) para este parâmetro em águas doces classe 2.

Na rede de amostragem, os valores obtidos se mantiveram dentro do limite preconizado pela resolução, conforme indicado na **Figura 7.2-168**.

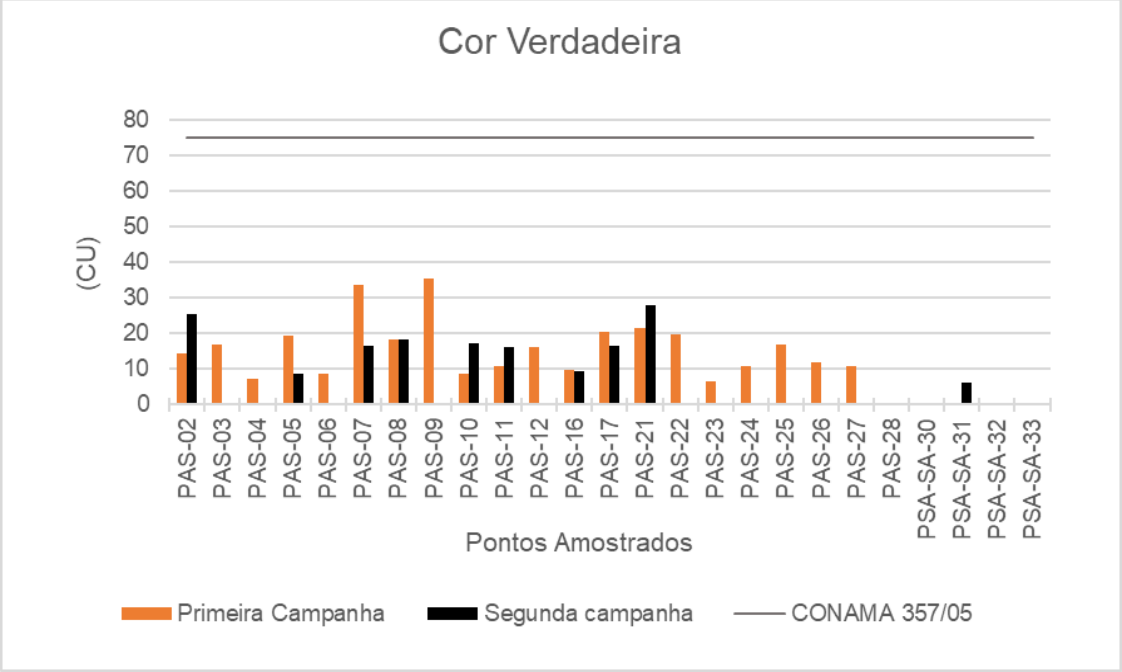


Figura 7.2-168. Gráfico de cor verdadeira nas águas superficiais.

A turbidez da água é a medida da sua capacidade de dispersar luz em função das partículas em suspensão (silte, argila, microrganismos). Valores elevados de turbidez geralmente indicam contribuição de sólidos a partir da área de drenagem e podem interferir na atividade fotossintética de um corpo d'água, além de reduzir a vida útil dos reservatórios.

A Resolução Conama nº 357/05 determina o máximo de 100 NTU para águas doces classe 2.

Nos pontos avaliados, os resultados de turbidez situaram-se bem abaixo dos limites instituídos pela legislação, conforme **Figura 7.2-169**. Ressalta-se que, de acordo com o Caderno da Região Hidrográfica Amazônica do Plano Nacional de Recursos Hídricos (MMA, 2006), a bacia do rio Trombetas área característica por rios de águas claras, que geralmente, apresentam baixa turbidez.

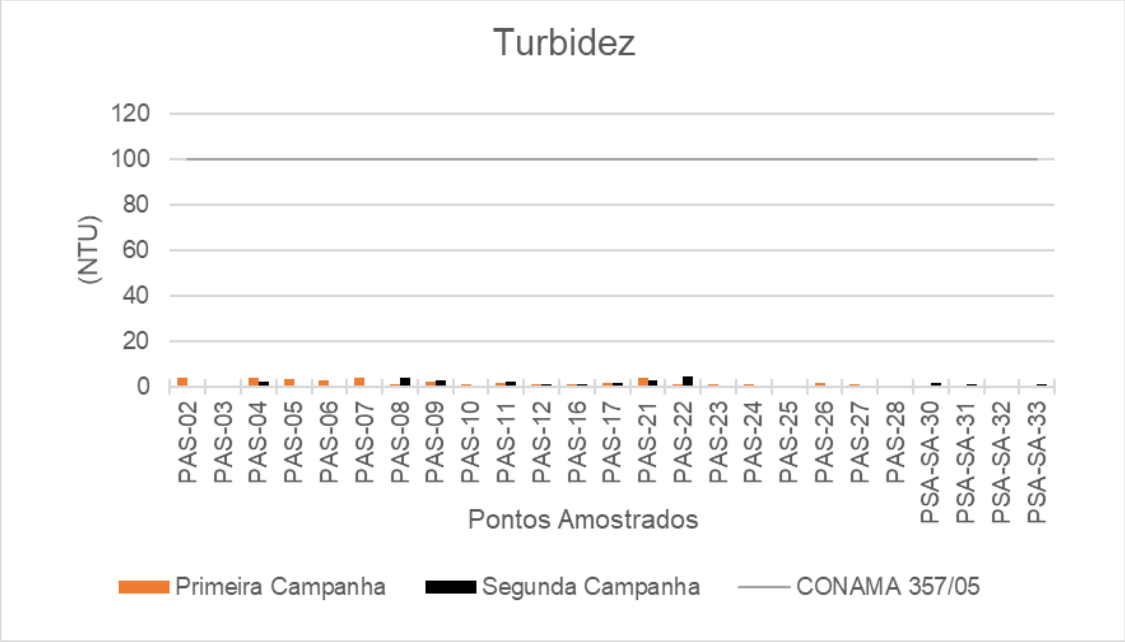


Figura 7.2-169. Gráfico de Turbidez nas águas superficiais.

b) Potencial Hidrogeniônico - pH

O pH define o caráter ácido, básico ou neutro de uma amostra. Sua influência nos ecossistemas aquáticos naturais ocorre diretamente sobre os aspectos fisiológicos dos organismos ou, indiretamente, contribuindo para a precipitação dos elementos químicos e na toxicidade de diversos compostos.

De acordo com a Resolução Conama nº 357/05, as águas doces classe 2 devem manter pH na faixa entre 6 e 9. Os resultados de pH aferidos em campo indicaram que as águas dos corpos hídricos da área de estudo do PNM, têm um caráter ácido conforme indicado na **Figura 7.2-170**.

Durante a primeira campanha, realizada no período chuvoso, o pH médio é de 6, chegando ao máximo de 7,63 (PAS-11) e mínimo de 4,21 (PAS-05). No período seco a acidez se acentua, variando de 3,91 (PAS-27) a 5,81 (SE-SA-32/PAS-32).

Ressalta-se que, naturalmente as águas da região possuem caráter mais ácido, tendo em vista a elevada presença de matéria orgânica no entorno que, no processo de decomposição, confere acidez ao meio.

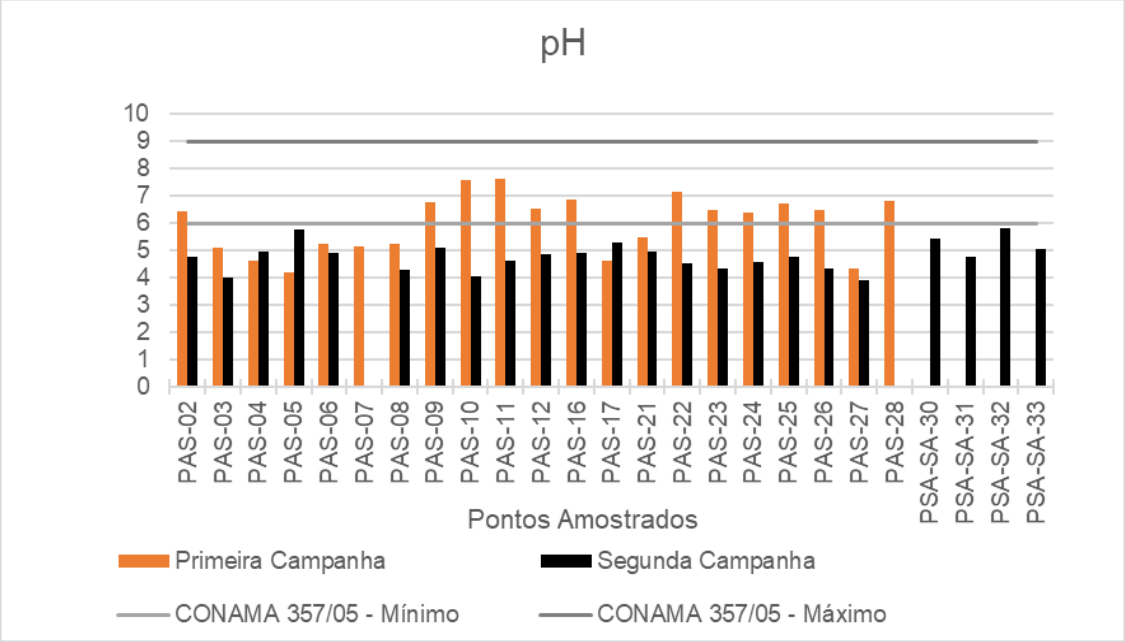


Figura 7.2-170. Gráfico de Potencial Hidrogeniônico (pH) nas águas superficiais.

c) Matéria Orgânica

Coliformes termotolerantes são bactérias presentes nas fezes humanas e de animais homeotérmicos, constituindo importante indicador da existência de microrganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifoide, febre paratifoide, disenteria bacilar e cólera. A Resolução Conama nº 357/05 estabelece o máximo de 1.000 coliformes termotolerantes (*Escherichia coli* [1]) por 100 mL, para águas doces classe 2.

Em 91% das amostradas analisadas foi constatada a presença de *Escherichia coli*, mas em nenhuma destas o limite estabelecido pela legislação foi ultrapassado (**Figura 7.2-171**).

Os coliformes totais estavam presentes em todas as amostras analisadas, conforme indicado na **Figura 7.2-172**. A Resolução nº Conama 357/05 não define padrão para este parâmetro, uma vez que a análise de coliformes totais serve como referência de controle para a análise de coliformes fecais. De todo modo, a presença de coliformes totais é esperado para todas as amostras de água bruta (rios e igarapés).

A Densidade de Cianobactérias foi quantificada em 33% das amostras, ou seja, em 14 das 43 amostras coletadas (**Figura 7.2-173**).

1 *E. Coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes, conforme Art. 15 da Resolução Conama Nº 357/05.

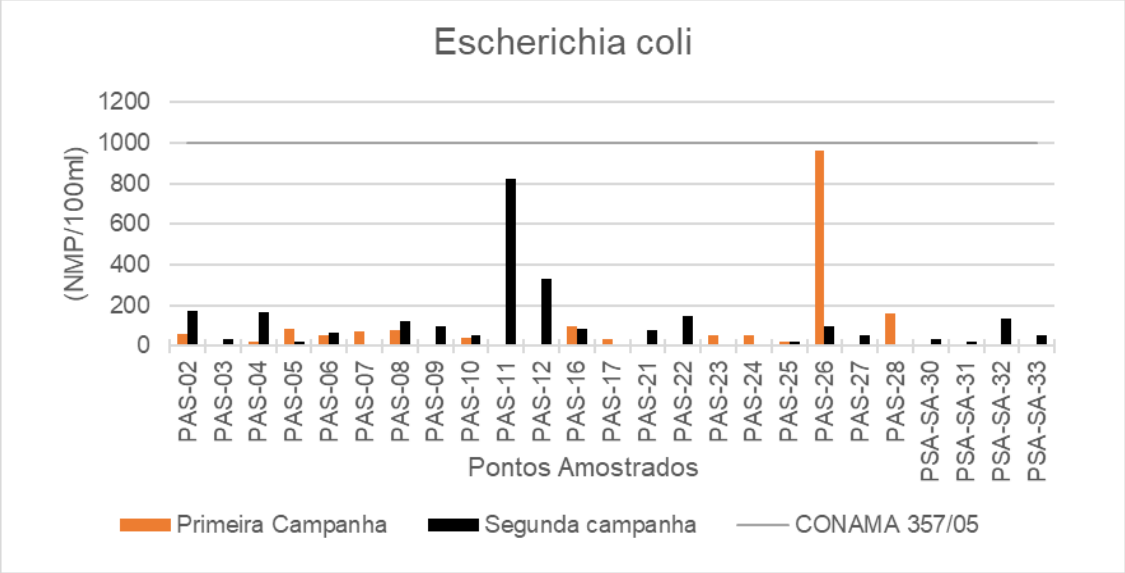


Figura 7.2-171. Gráfico de *Escherichia coli* nas águas superficiais.

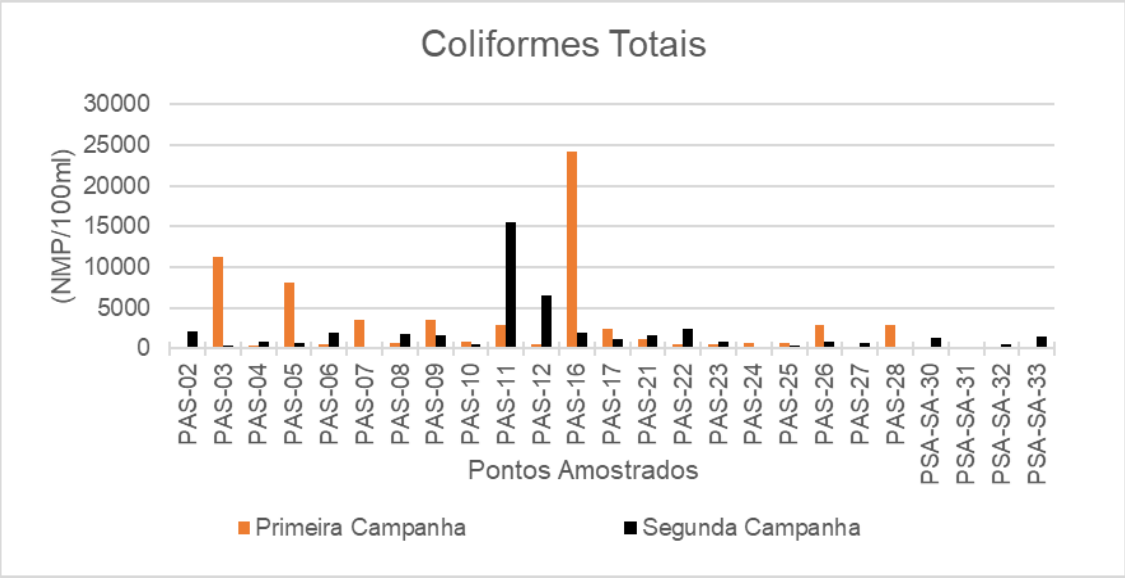


Figura 7.2-172. Gráfico de coliformes totais nas águas superficiais.

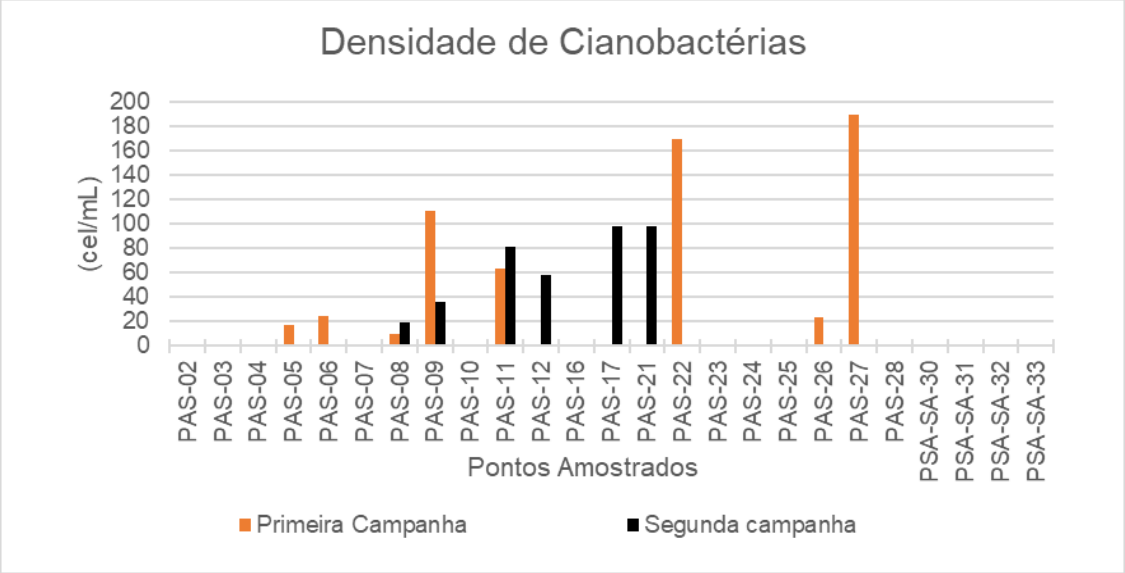


Figura 7.2-173. Gráfico de Densidade de Cianobactérias nas águas superficiais.

A clorofila-a, comum a todos os seres autótrofos, é o pigmento responsável pela assimilação da energia luminosa no processo de síntese da matéria orgânica. Nos sistemas aquáticos, o aumento na concentração de clorofila-a indica maior desenvolvimento de algas e de cianobactérias. A Resolução Conama nº 357/05 estipula o valor máximo de 30 µg/L para águas doces classe 2.

Para toda a rede de amostragem, os resultados de clorofila-a estiveram abaixo do limite de detecção do método analítico.

Ressalta-se que, devido a questões de infraestrutura, localização isolada e respectiva logística incompatível, não foi possível atender ao *holding time* para clorofila-a (48 h) e coliformes totais e termotolerantes (24 h).

d) DBO, DQO e OD

O oxigênio dissolvido (OD) assume grande importância no corpo d'água, pois dele depende a sobrevivência de seres aeróbios. Sua ausência ou restrição conduz à redução da diversidade biológica.

Em águas doces classe 2 é definido pela Resolução Conama nº 357/05 que o nível de OD seja, no mínimo, igual a 5 mg/L, concentração que permite a sobrevivência e desenvolvimento dos organismos aquáticos. Caso o oxigênio seja totalmente consumido, em condições anaeróbicas forma-se ambiente redutor, tornando os metais pesados e os compostos de fósforo mais solúveis e biodisponíveis no ambiente.

Conforme pode ser observado na **Figura 7.2-174**, na primeira campanha (chuvosa) apenas o ponto PAS-17 não atende ao limite mínimo estabelecido pela resolução. Entretanto, durante a campanha no período seco 83% indicaram concentração de OD inferior à 5 mg/L. Uma das hipóteses para a reduzida concentração do OD no período de seca, pode ser a diminuição do volume de água associada ao grande volume de matéria orgânica, típico da região, desequilibra o volume de OD nas águas, uma vez que esse parâmetro é requerido no processo de oxidação da matéria orgânica. Esse fato acarreta a diminuição do OD disponível nos cursos d'água no

período de seca. Porém ao se avaliar as concentrações de DBO e DQO (apresentadas a seguir) não se observa alta demanda do OD por matéria orgânica. A seguir, além dos dados de DBO e DQO, é discutida o cumprimento do prazo de validade das amostras. Por outro, há uma relação entre redução de OD e pH ácidos nos pontos amostrais, indicando águas ricas em matéria orgânica.

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) de uma amostra de água é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por meio de decomposição biológica aeróbia, formando subprodutos na forma inorgânica estável. A Resolução Conama nº 357/05 estabelece, para águas doces classe 2, limite de 5 mg/L de DBO. Cabe destacar que os limites de Demanda Bioquímica de Oxigênio, estabelecidos para as águas doces de classes 2, poderão ser elevados, de acordo a capacidade de autodepuração do corpo hídrico e manutenção das concentrações mínimas de oxigênio dissolvido.

Em todos os pontos analisados na AE do PNM, para as duas campanhas, os resultados de DBO estiveram abaixo do limite de quantificação analítico (3 mg/L). Dessa forma não será apresentado o gráfico desse parâmetro.

Já a Demanda química de oxigênio (DQO), também indicador de matéria orgânica, baseia-se na concentração de oxigênio consumido para oxidar a matéria orgânica, biodegradável ou não, em meio ácido e condições energéticas por ação de um agente químico oxidante forte. A Resolução Conama nº 357/05 não define padrão para este parâmetro, mas a relação do OD, DBO e DQO podem ajudar no entendimento da dinâmica de oxigênio no corpo d'água.

Como relatado acima, com os resultados apresentados, não foi possível estabelecer a correlação entre elevado consumo de oxigênio por elevada concentração de matéria orgânica, contudo, ressalta-se que não foi possível atender ao holding time para este parâmetro (48 h). Isso se torna perceptível ao considerar as baixas taxas de oxigênio dissolvido obtidas nas medições realizadas em campo, que em geral são ocasionadas por maiores concentrações de DBO.

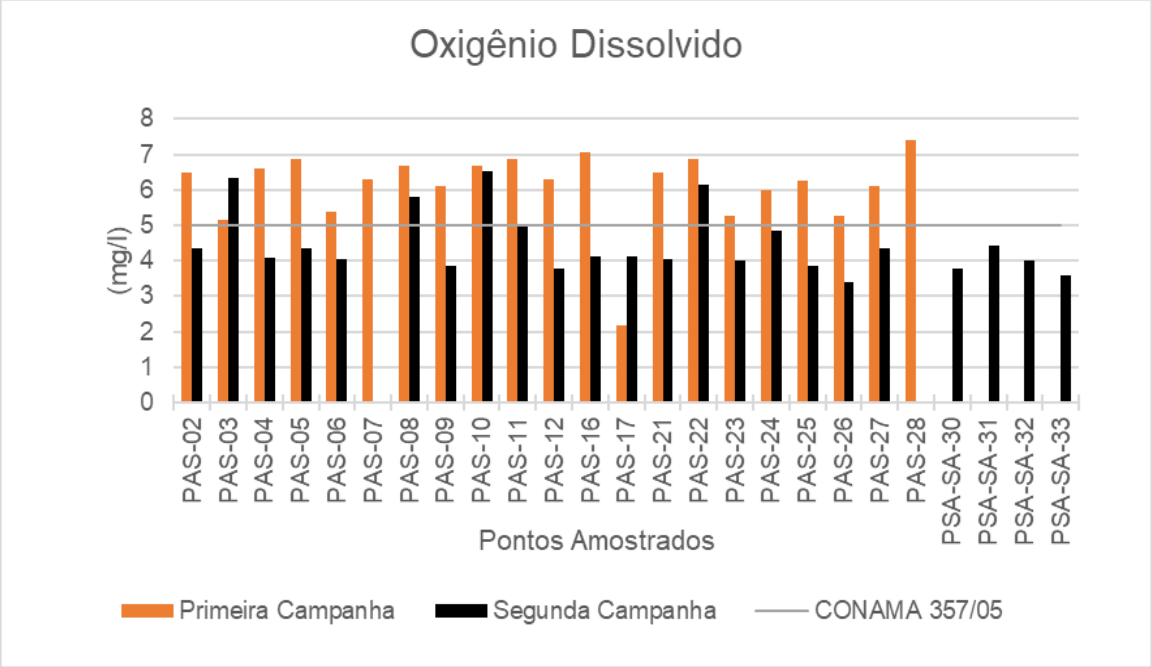


Figura 7.2-174. Gráfico de Oxigênio Dissolvido nas águas superficiais.

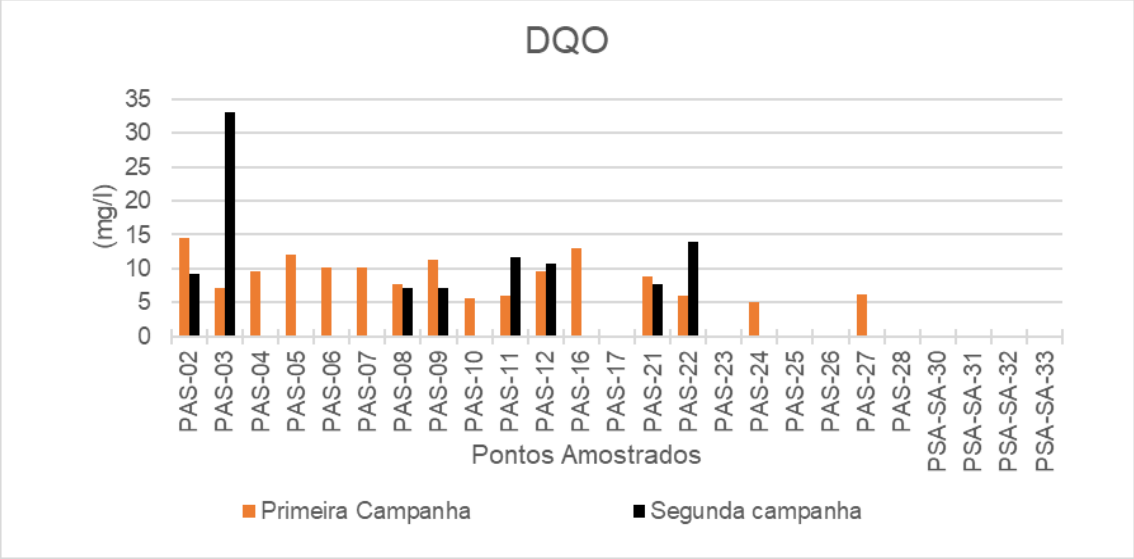


Figura 7.2-175. Gráfico de Demanda Química de Oxigênio nas águas superficiais.

e) Série de Sólidos (resíduos)

Sólidos dissolvidos são constituídos por carbonatos, bicarbonatos, cloretos, sulfatos, fosfatos entre outros, refletindo no resultado de diversos parâmetros, como salinidade, condutividade e pH. A Resolução Conama nº 357/05 estabelece o valor máximo de 500 mg/L para sólidos dissolvidos totais em águas doces classe 2.

Apesar de presente em muitas das amostras analisadas (70%), os teores de sólidos dissolvidos totais encontraram-se muito abaixo do limite instituído pela legislação, em ambas as campanhas (**Figura 7.2-176**), portanto sem nenhuma alteração para os dados esperados.

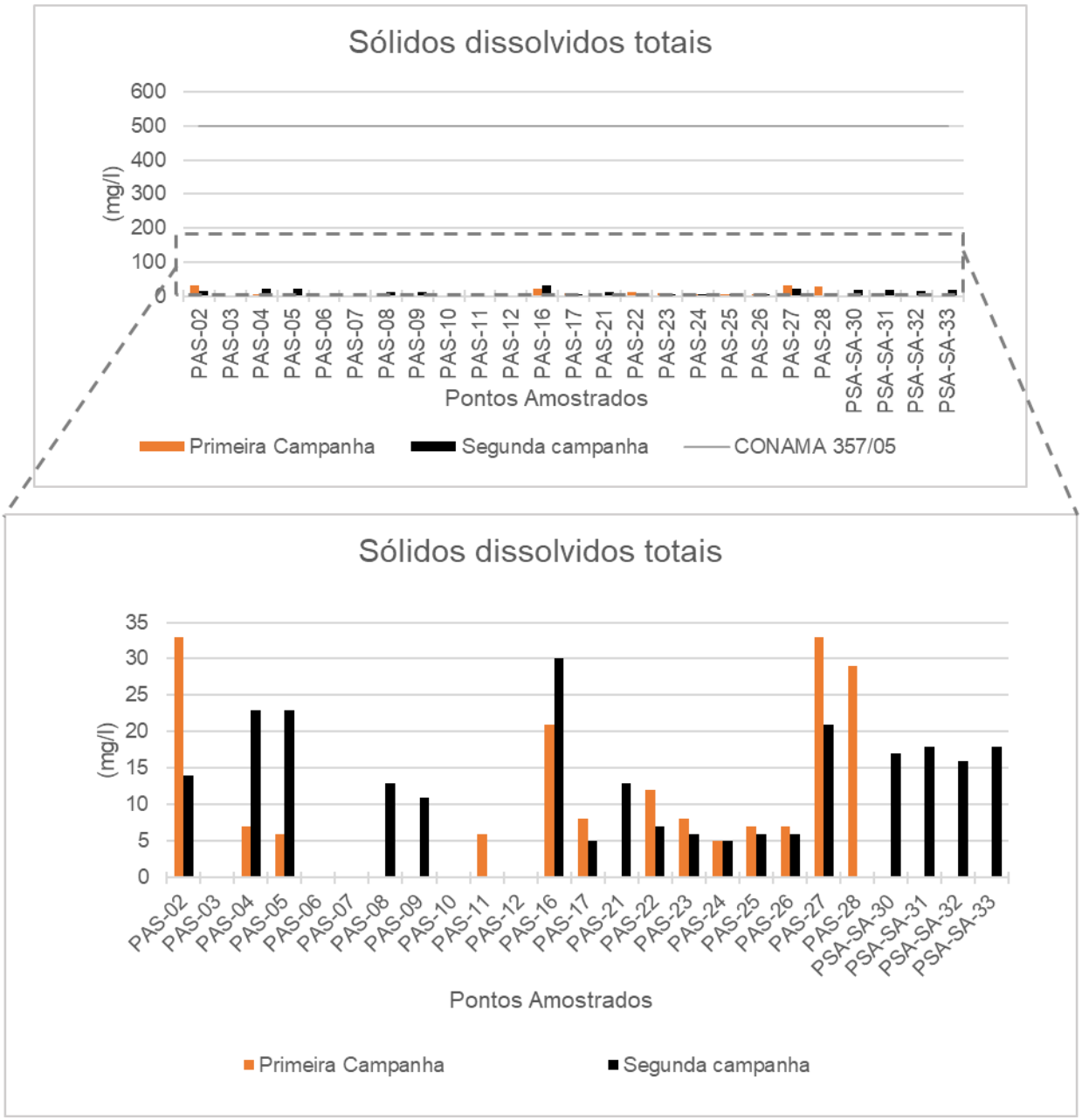


Figura 7.2-176. Gráfico de Sólidos Dissolvidos Totais nas águas superficiais

No que se refere aos parâmetros Materiais Flutuantes e Resíduos Sólidos Objetáveis, constam como ausentes nas duas campanhas para todos os pontos.

f) Metais

Dos 21 metais analisados nas amostras de água superficial da área de estudo do PNM, sete se mantiveram abaixo do limite de quantificação do método analítico em todos os pontos para ambas as campanhas. Para os demais, serão apresentados os gráficos da variação de concentração, pois apresentaram resultados acima do LQ.

Dentre os detectados nas amostras destacam-se o metais dissolvidos: Alumínio, Cobre, Ferro, e os metais totais Bário, Boro, Vanádio, Zinco e Manganês que tiveram maior número de ocorrências, como ilustrado da **Figura 7.2-180** a **Figura 7.2-185**. Destes, apenas o Ferro

Dissolvido, Alumínio Dissolvido e Manganês Total apresentaram valores em discordância com os limites estabelecidos pela Resolução Conama no 357/05 para águas doces classe 2.

O Alumínio Dissolvido foi detectado em 41 das 43 amostradas analisadas, e em cinco destas estava acima do limite de 0,1 mg/L estabelecido pela Resolução Conama nº 357/05 para rios classe 2 (**Figura 7.2-177**). O limite legal da Conama foi ultrapassado apenas na segunda campanha, período seco, e pode ser em função do menor volume de água nos corpos, ocasionando aumento da concentração de alguns parâmetros característicos da região. A presença de alumínio dissolvido na água superficial é comum do próprio background regional, tendo em vista que a geologia local já contribui para as concentrações registradas.

Cobre Dissolvido foi detectado em 6 das 43 amostras (14%), e em todos se manteve abaixo do limite de 0,009 mg/L estabelecido pela Conama nº 357/05 (**Figura 7.2-178**).

Já o Ferro Dissolvido foi encontrado em 84%, ou 36 amostras. Na primeira campanha (chuvosa) obteve-se concentração de 0,54 mg/L no PAS-02, ultrapassando o limite de 0,3 mg/L para corpos hídricos classe 2 (**Figura 7.2-179**). A presença de ferro dissolvido na água superficial também se deve à geologia local.

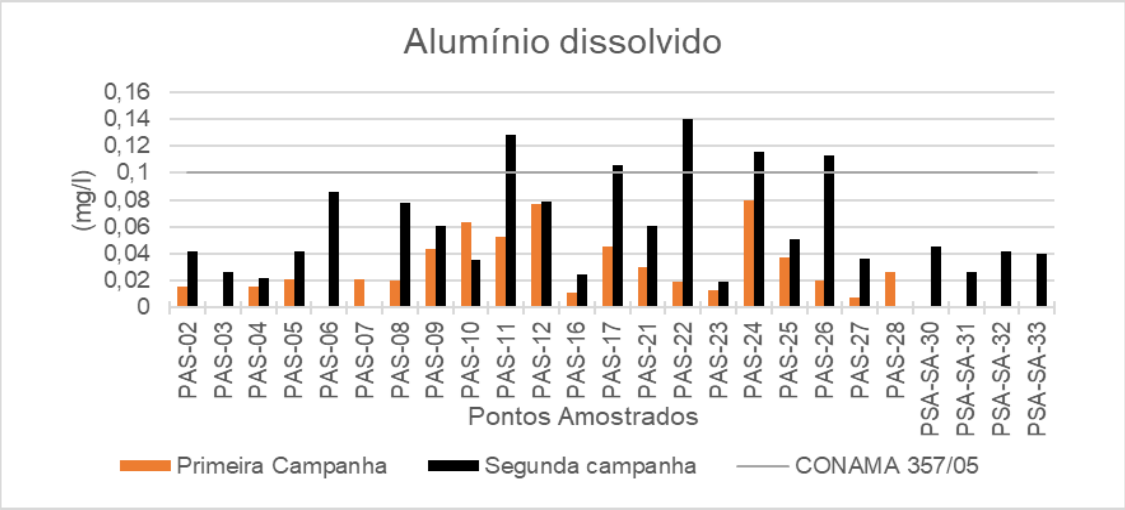


Figura 7.2-177. Gráfico de Alumínio Dissolvido nas águas superficiais.

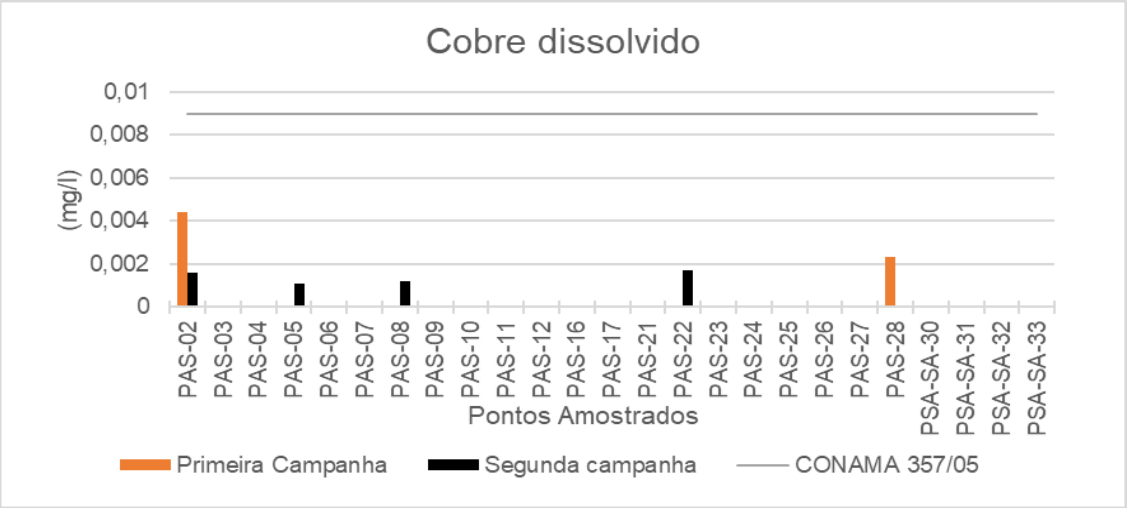


Figura 7.2-178. Gráfico de Cobre Dissolvido nas águas superficiais.

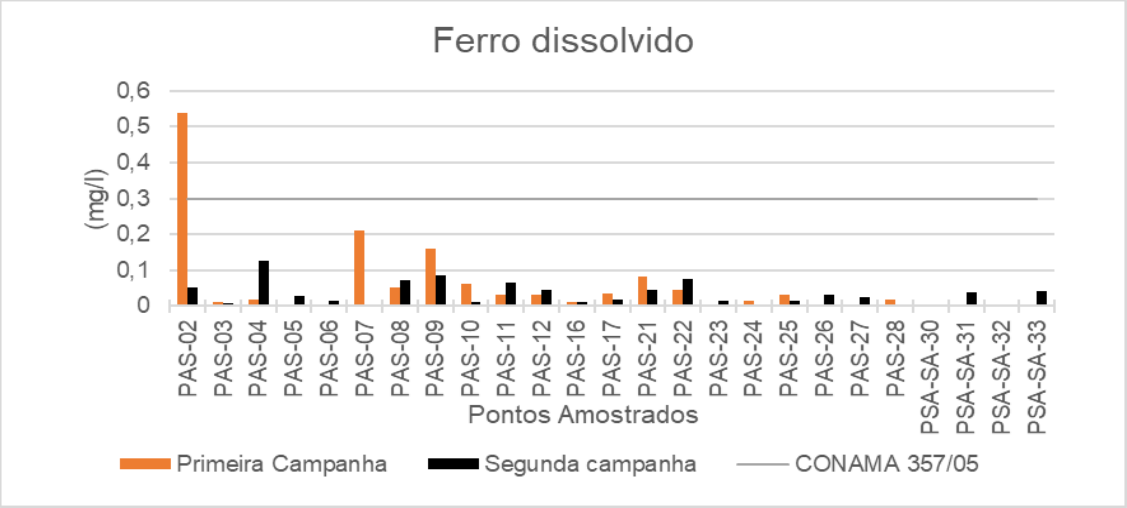


Figura 7.2-179. Gráfico de Ferro Dissolvido nas águas superficiais.

O Manganês foi quantificável em 38 das 43 das amostras analisadas (88,4%), contudo em apenas na segunda campanha (seco) no PAS-22, ultrapassou o limite de 0,1 mg/l, estabelecido pela Resolução Conama nº 357/05 para rios classe 2 (**Figura 7.2-179**).

O Bário foi detectado em 77%, ou 33 amostras, contudo em concentrações muito abaixo do limite estabelecido pela resolução Conama n°357/05, conforme indicado na **Figura 7.2-180**.

O Boro foi registrado em 23%, Vanádio em 16% e Níquel em 7% das amostras, conforme detalhado na **Figura 7.2-182**, **Figura 7.2-183** e **Figura 7.2-184**, respectivamente.

O Zinco foi detectado em 22 das 43 amostras (51%), e assim como estes últimos parâmetros, se manteve dentro do limite preconizado pela Resolução Conama nº 357/05 para rios classe 2 (**Figura 7.2-185**).

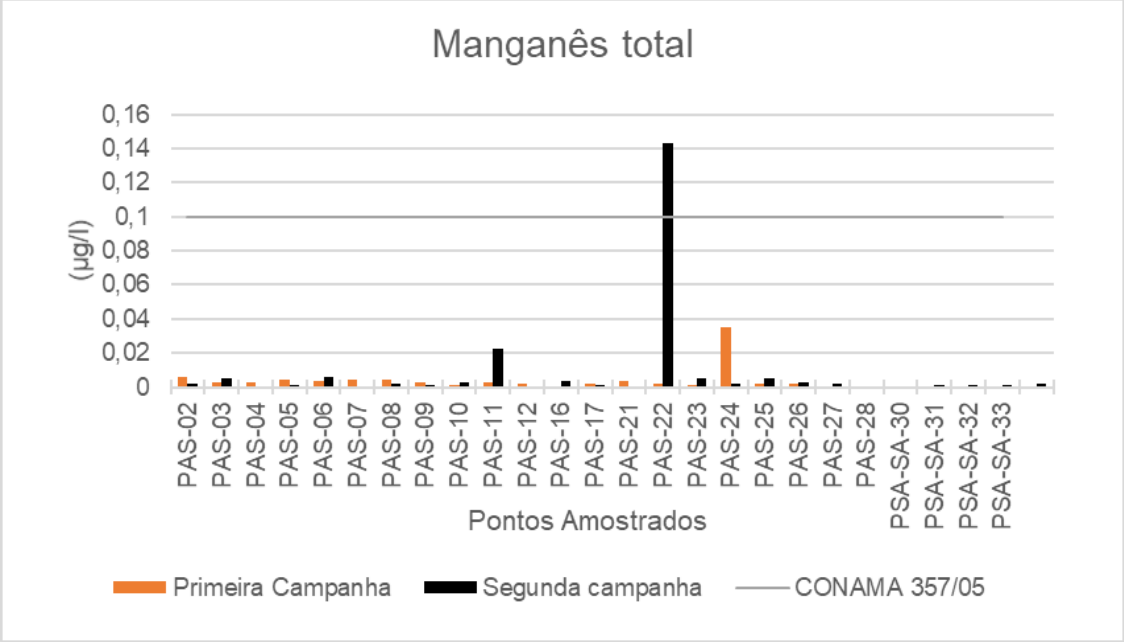


Figura 7.2-180. Gráfico de Manganês nas águas superficiais.

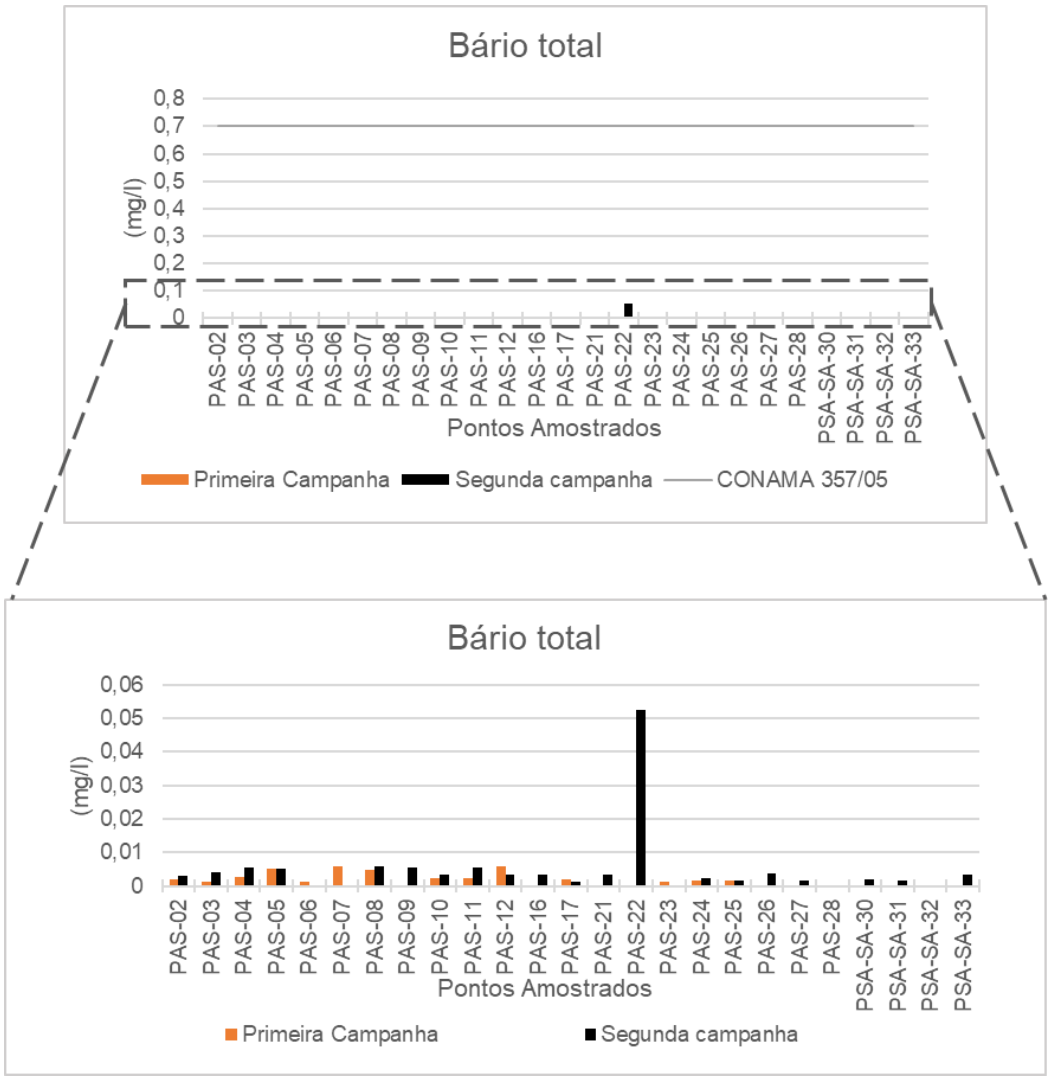


Figura 7.2-181. Gráfico de Bário nas águas superficiais. [2]

[2] Por questões de escala, devido à grande diferença entre o limite estabelecido pela Resolução Conama nº 357/05 e as concentrações de Bário detectado nas amostras, é feito um zoom do gráfico a fim de indicar de maneira mais fidedigna em quais amostras o parâmetro estava presente.

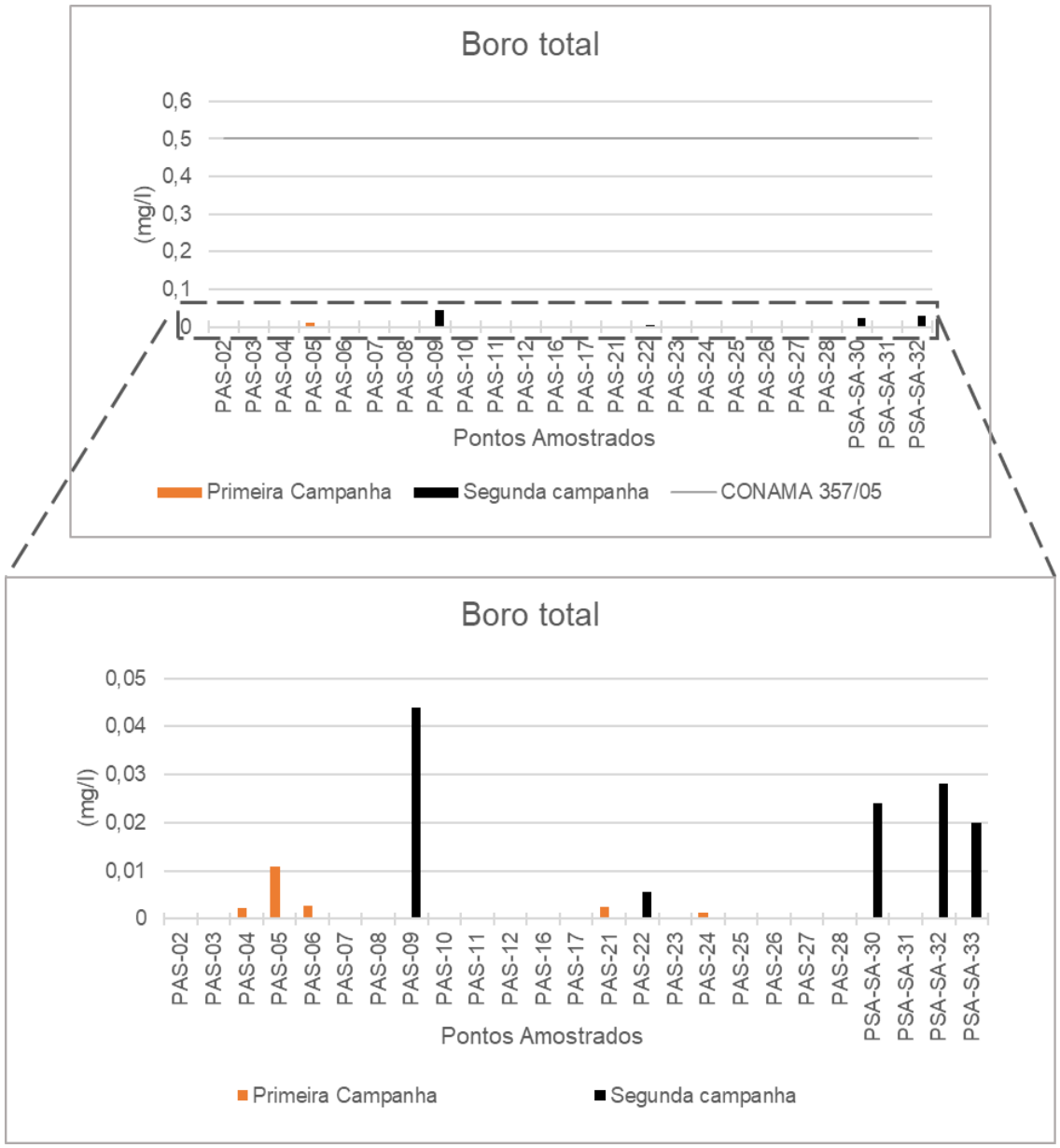


Figura 7.2-182. Gráfico de Boro nas águas superficiais. [3]

[3] [3] Por questões de escala, devido à grande diferença entre o limite estabelecido pela Resolução Conama nº 357/05 e as concentrações de Boro detectado nas amostras, é feito um zoom do gráfico a fim de indicar de maneira mais fidedigna em quais amostras o parâmetro estava presente.

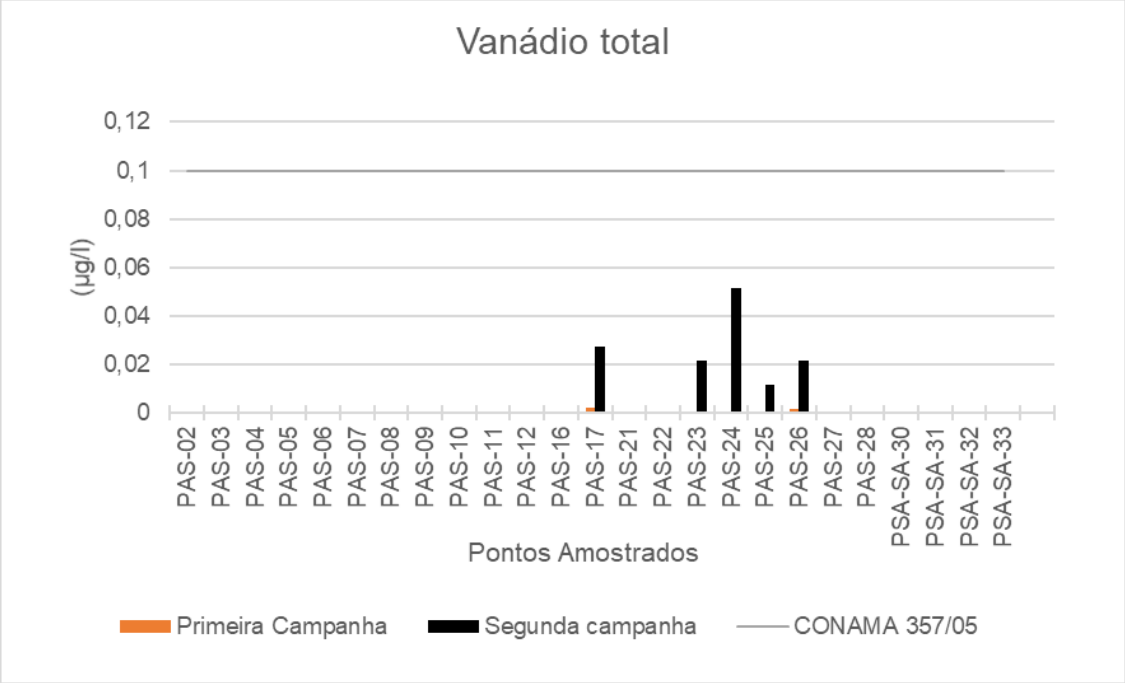


Figura 7.2-183. Gráfico de Vanádio nas águas superficiais.

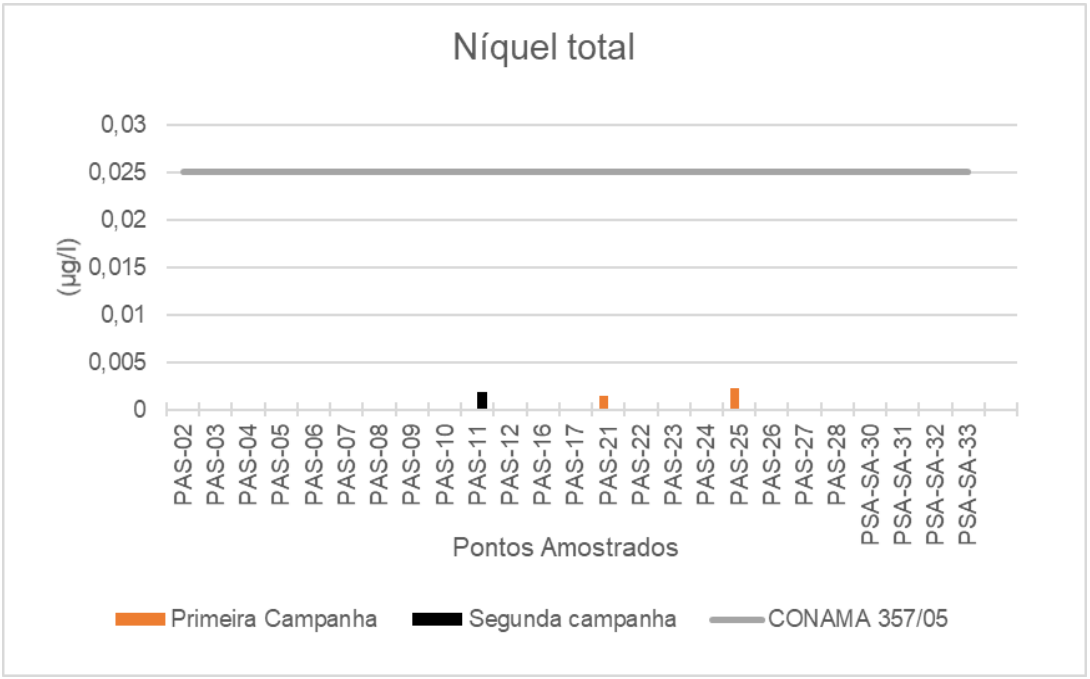


Figura 7.2-184. Gráfico de Níquel nas águas superficiais.

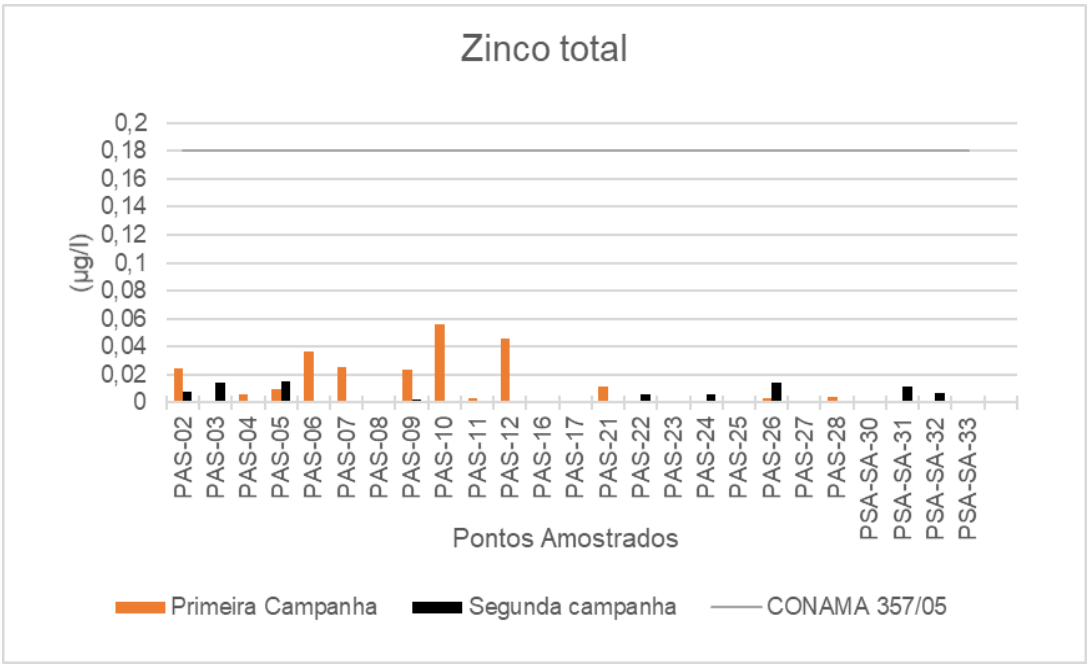


Figura 7.2-185. Gráfico de Zinco nas águas superficiais.

Foram detectados ainda 0,0011 mg/L de Arsênio no ponto PAS-09 (**Figura 7.2-186**); 0,0049 mg/L de Chumbo no PAS-22 (**Figura 7.2-187**); 0,04 mg/L de Cobalto no PAS-11 (**Figura 7.2-188**); 0,0012 e 0,002 mg/L de Lítio nos pontos PAS-12 e PAS-22 (**Figura 7.2-189**), respectivamente. Para o Cromo a amostra do PAS-02 indicou concentração de 0,00143 mg/L e o PAS-24 de 0,0017 mg/L (**Figura 6 44**). Estas concentrações estão abaixo do limite legal para seus respectivos parâmetros.

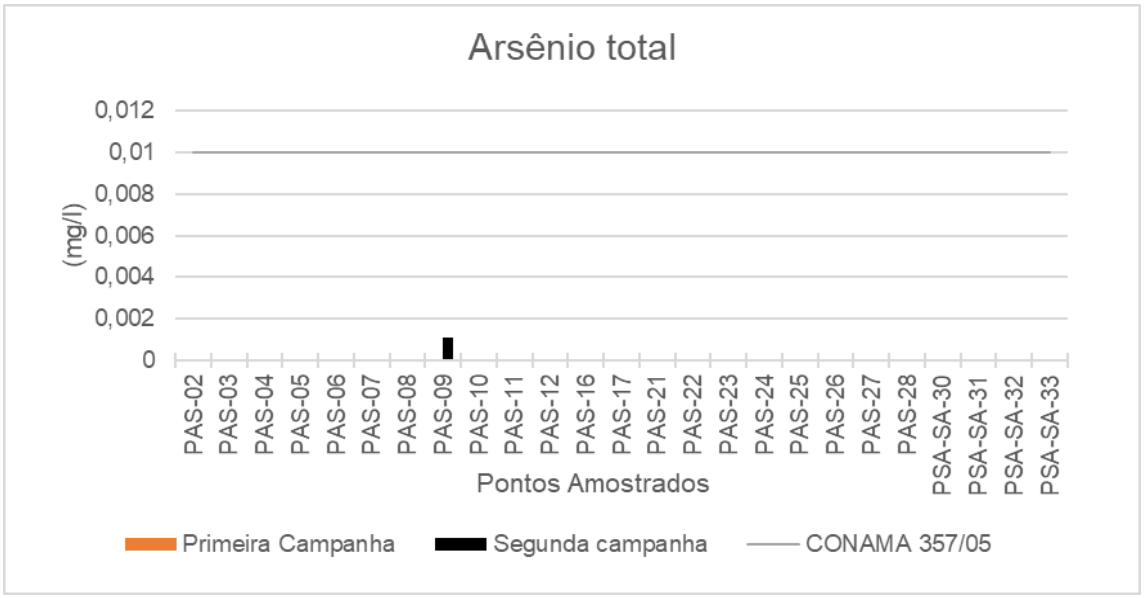


Figura 7.2-186. Gráfico de Arsênio nas águas superficiais.

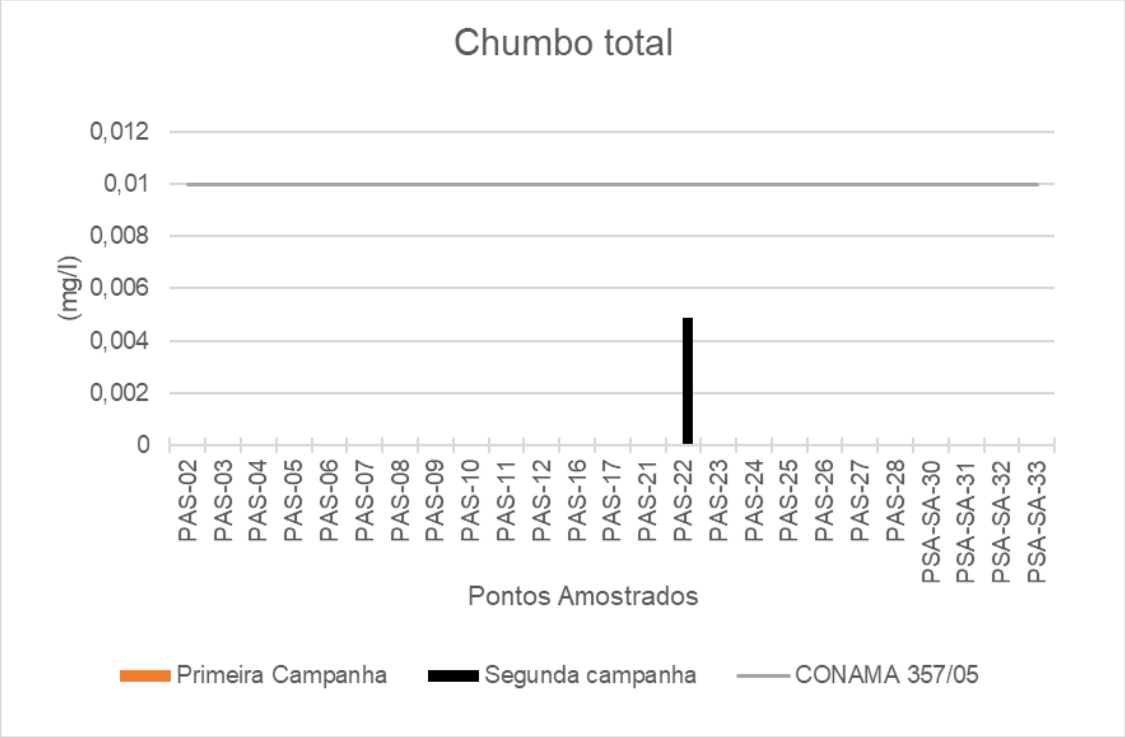


Figura 7.2-187. Gráfico de Chumbo Total nas águas superficiais.

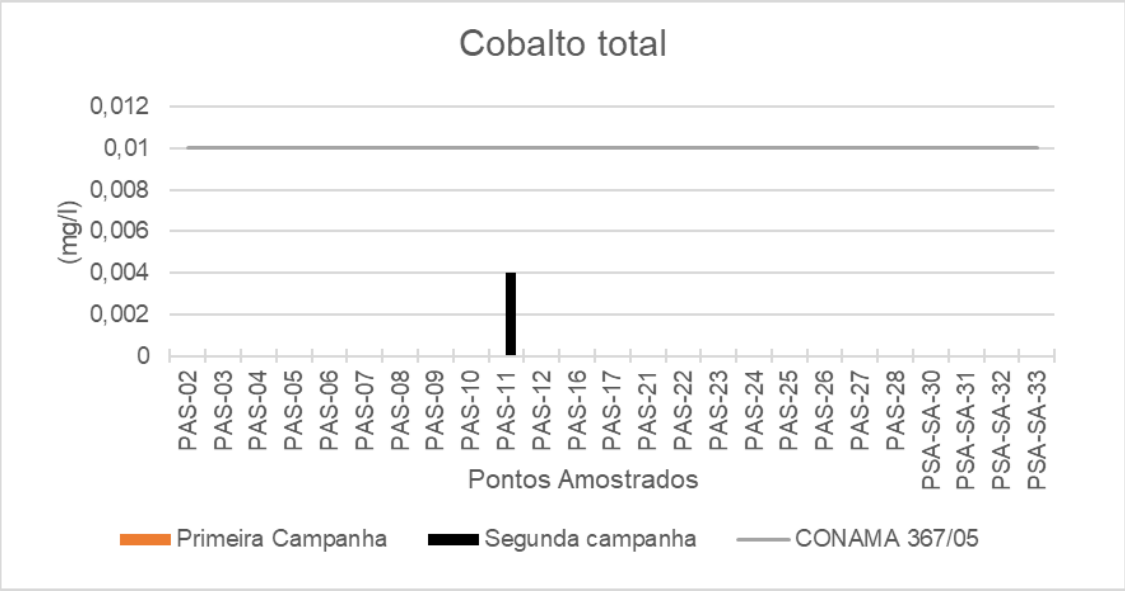


Figura 7.2-188. Gráfico de Cobalto Total nas águas superficiais.

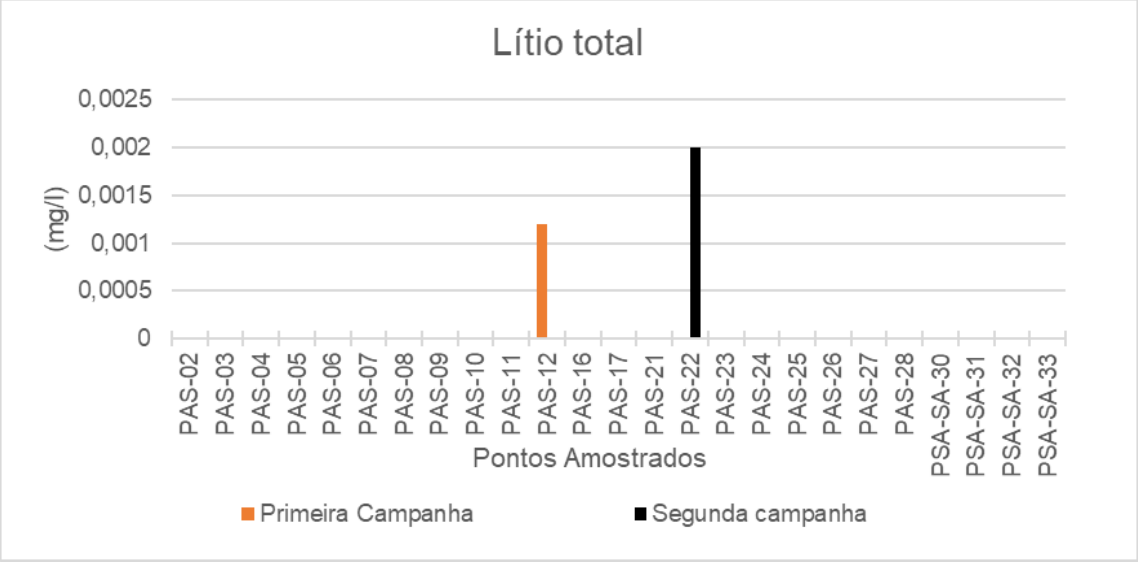


Figura 7.2-189. Gráfico de Lítio nas águas superficiais.

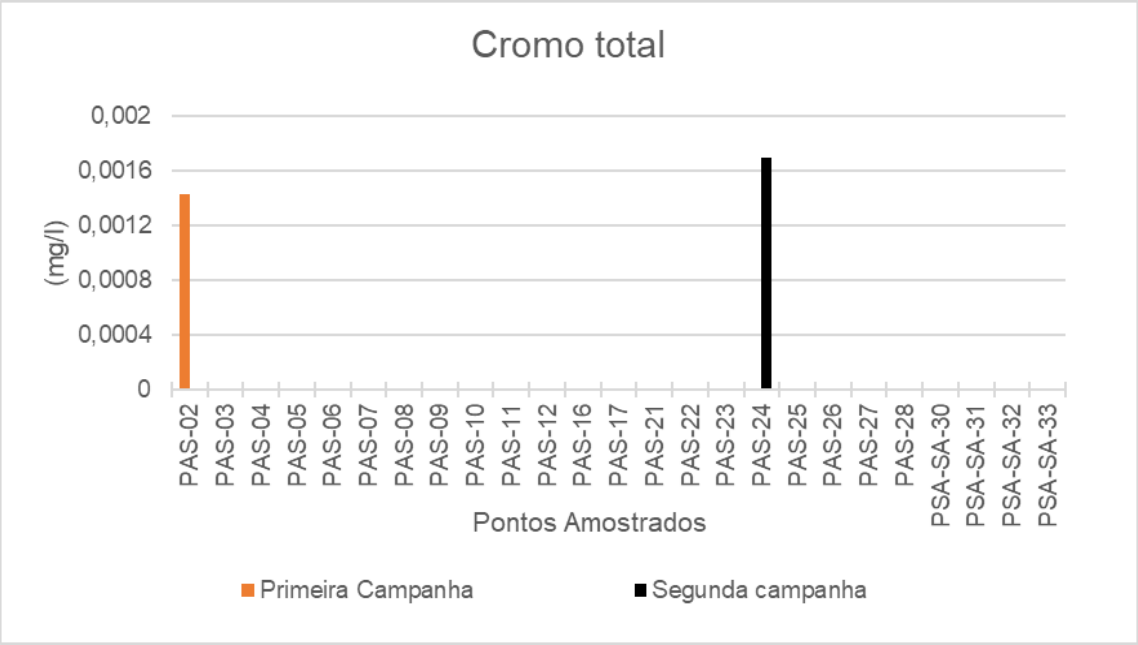


Figura 7.2-190. Gráfico de Cromo nas águas superficiais.

De modo geral, as concentrações de metais estão dentro dos limites legais o que é esperado para a área de estudo, tendo em vista que, ocorrem poucas interferências antrópicas. Assim as variações encontradas neste diagnóstico, estão associadas às características regionais, seja pela formação geológica, seja pela sazonalidade local.

g) Série de Nitrogênio

O nitrogênio participa da formação de proteínas no metabolismo dos seres vivos, podendo ser encontrado no meio aquático na forma orgânica (microrganismos, detritos orgânicos) e na forma inorgânica, especialmente amônia, nitrito e nitrato. Os processos de decomposição biológica levam à amonificação do nitrogênio presente nos compostos orgânicos.

Para nitrato, o valor máximo permissível pela Resolução Conama nº 357/05 é de 10 mg/L, para águas doces classe 2. Na rede amostral, as concentrações de nitrato permaneceram muito abaixo do limite estabelecido pela resolução e em apenas sete amostras estava acima do limite de quantificação do método analítico (0,1 mg/L). O valor mais alto verificado (0,33 mg/L) ocorreu durante a primeira campanha (chuvosa) no ponto PAS-08. Contudo, ressalta-se que não foi possível atender ao *holding time* para este parâmetro (48 h).

A Resolução Conama nº 357/05 determina para nitrogênio amoniacal em águas doces classe 2 valores máximos que variam de acordo com o pH do ambiente, sendo 3,7 mg/L para pH inferior a 7,5; até 2,0 mg/L para pH entre 7,5 e 8,0; até 1,0 mg/L para pH entre 8,0 a 8,5; e 0,5 mg/L para pH superior a 8,5.

Todos os pontos amostrados, durante as duas campanhas, estiveram em consonância com o limite legal, com valores muito inferiores a 3,7 mg/L, e até mesmo abaixo do limite de quantificação (L.Q.) 0,01 mg N-NH3/L (**Figura 7.2-191**).

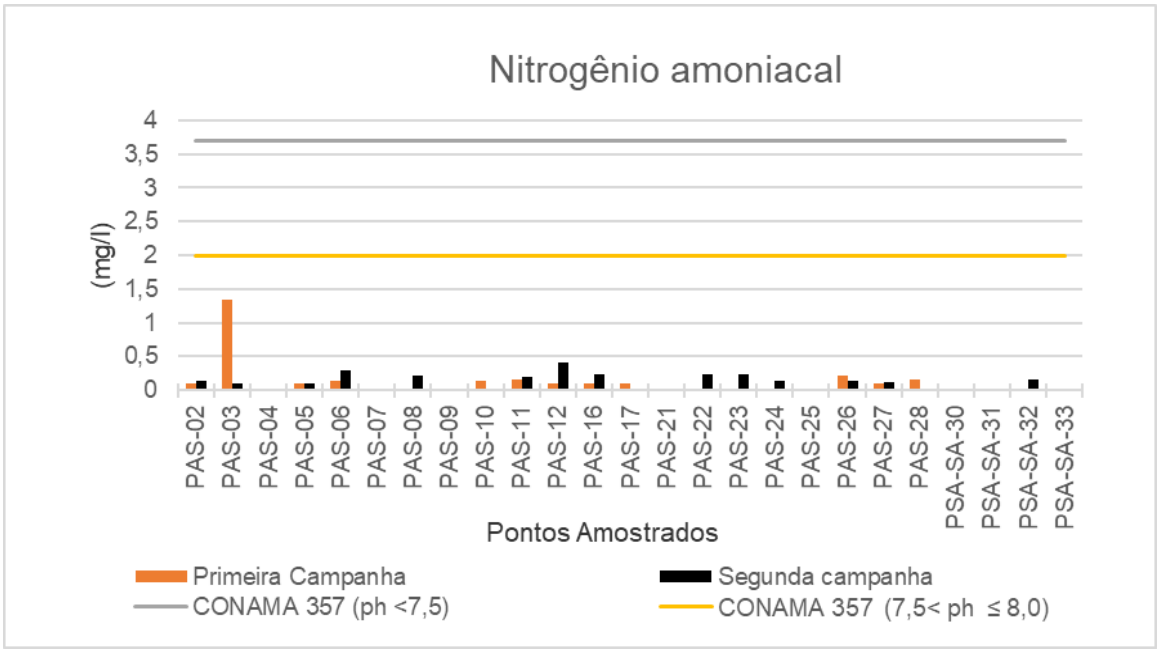


Figura 7.2-191. Gráfico de Nitrogênio Amoniacal nas águas superficiais.

Para nitrito, o valor máximo permitido pela Resolução Conama nº 357/05 é de 1 mgN-NO2-/L, para águas doces classe 2. Nos pontos amostrados, as concentrações de nitrito permaneceram abaixo do limite de quantificação e consequentemente do limite estabelecido pela resolução. Assim como para o nitrato, é importante destacar que não foi possível atender ao *holding time* para este parâmetro (48 h).

Mesmo com amostras preservadas e fixadas em campo, há um grau de incerteza decorrente do prazo de análise, mas de toda forma, de modo geral observa-se que as concentrações de nitrogênio estiveram baixas, indicando que o ambiente é oligotrófico.

h) Fósforo Total

O fósforo é outro nutriente que compõe a matéria orgânica, porém em menor disponibilidade que o nitrogênio. A Resolução Conama nº 357/05 define como limite máximo de fósforo total o valor de 0,1 mg/L para ambientes lóticos de águas doces classe 2.

Na primeira campanha (chuvosa) esse limite foi ultrapassado no ponto PAS-17, no período seco (além deste ponto, o valor limite proposto pela referida resolução foi ultrapassado no PAS-11, PAS-23, PAS-24, PAS-25 e PAS-26, conforme **Figura 7.2-192**.

A elevada concentração de fósforo total pode estar relacionada às baixas concentrações de oxigênio dissolvido e com a pH ácido, porém os dados químicos são dinâmicos e efêmeros, podendo variar significativamente em algumas horas, assim esses resultados podem refletir a condição natural dos cursos d'água avaliados.

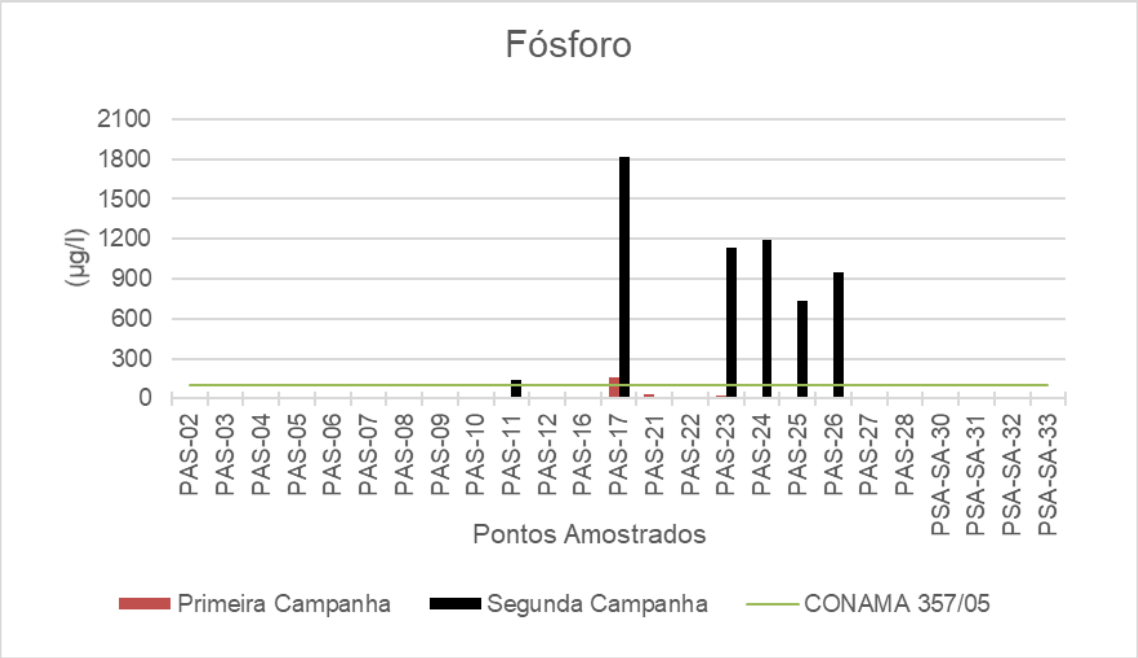


Figura 7.2-192. Gráfico de fósforo total nas águas superficiais.

i) Óleos e Graxas

Óleos e graxas são substâncias orgânicas de origem mineral, vegetal ou animal, representados principalmente por hidrocarbonetos, gorduras e ésteres. Raramente são encontrados em águas naturais. Sua presença nos corpos hídricos está associada à introdução de despejos e resíduos industriais, de esgotos domésticos, de efluentes de oficinas mecânicas e de postos de gasolina, de águas pluviais que drenam estradas e vias públicas.

A camada de óleos e graxas que se forma na superfície das águas pode provocar aderência nos organismos aquáticos. O pequeno grau de solubilidade desses compostos reduz a área de contato entre a superfície da água e o ar atmosférico, restringindo a transferência do oxigênio no meio aquático.

A Resolução Conama nº 357/05 estabelece que óleos e graxas sejam visualmente ausentes nas águas doces.

Nas duas campanhas analisadas para toda a rede amostral não foram encontrados resultados detectáveis de óleos e graxas, confirmando que não havia contaminação por esses compostos nas águas amostradas.

j) Outros Compostos

Na área de estudo avaliada os compostos orgânicos voláteis (VOCs) e semi-voláteis (SVOCs), de maneira geral, permaneceram abaixo dos limites de quantificação, logo também abaixo do limite preconizado pela Resolução Conama nº 357/05 para corpos hídricos classe 2.

A única concentração de SVOC detectada foi de 0,0103 µg/l de Benzo (b) fluoranteno no ponto SE-SA-31. Ainda assim, ressalta-se que não foi ultrapassado o limite legal de 0,05 µg/l para rios classe 2.

Para parâmetros associados aos defensivos agrícolas, de maneira geral, permaneceram abaixo dos limites de quantificação. Dessa forma, permaneceram dentro dos limites preconizados pela Resolução Conama nº 357/05 para corpos hídricos classe 2. A ausência destes compostos é esperada uma vez que não há na área de estudo a ocorrência de agricultura extensiva, conforme indicado no Uso e Ocupação do Solo da Área de Estudo Local.

A única concentração de defensivo detectada foi de 0,005 µg/L Clordano (Cis+Trans) no ponto SE-SA-31.

O cloreto, um dos principais ânions inorgânicos em águas naturais foi detectado em todas as 43 amostras analisadas, contudo em concentrações muito abaixo do limite preconizado pela Resolução Conama nº 357/05 para corpos hídricos classe 2, de 250 mg/L. Já o fluoreto esteve dentro dos limites de quantificação do método analítico em apenas três amostras, e em nenhum ultrapassou o limite legal.

O Sulfato foi encontro acima dos limites de quantificação (0,5 mg/L) em apenas seis amostras, e em todas elas bastante abaixo do limite da Resolução Conama nº 357/05 define como limite máximo de 250 mg/L preconizado para este enquadramento. A máxima concentração encontrada foi de 6,43 mg/L, durante a primeira campanha (chuvosa) no PAS-17.

k) Análises Estatísticas

Visando avaliar a similaridade entre os pontos de coleta de água superficial e também entre os parâmetros analisados e suas correlações, a partir dos resultados químicos obtidos, procedeu-se a análise de *cluster* dos pontos e parâmetros, conforme apresentado na **Figura 7.2-193** e **Figura 7.2-194**, respectivamente. A análise de *cluster* é utilizada para classificar elementos em grupos (*clusters*), de forma que elementos dentro de um mesmo *cluster* sejam muito parecidos, e os elementos em diferentes clusters sejam distintos entre si. Nesse tipo de análise, a geração dos agrupamentos e os níveis de similaridade entre eles são facilmente visualizados por meio dos dendogramas, que correspondem a diagramas de árvore, em que o nível de similaridade é medido ao longo do eixo vertical.

Vale ressaltar que nessa análise estatística realizou-se uma média entre os valores das duas campanhas de coleta. Para efeito da avaliação da similaridade entre os pontos foram empregados os seguintes parâmetros: Turbidez, Cloreto, Coliformes Totais, *Escherichia coli*, DQO, Sólidos dissolvidos totais, Alumínio dissolvido, Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Bário total, Manganês total, Níquel total e Zinco. Já para a avaliação da similaridade entre os

parâmetros empregaram-se os principais metais: Ferro dissolvido, Zinco total, Cobre Dissolvido, Alumínio dissolvido, Bário total, Manganês total, Níquel total e a Turbidez. Ademais, os resultados com valores inferiores ao limite de quantificação (LQ) foram considerados como o próprio LQ.

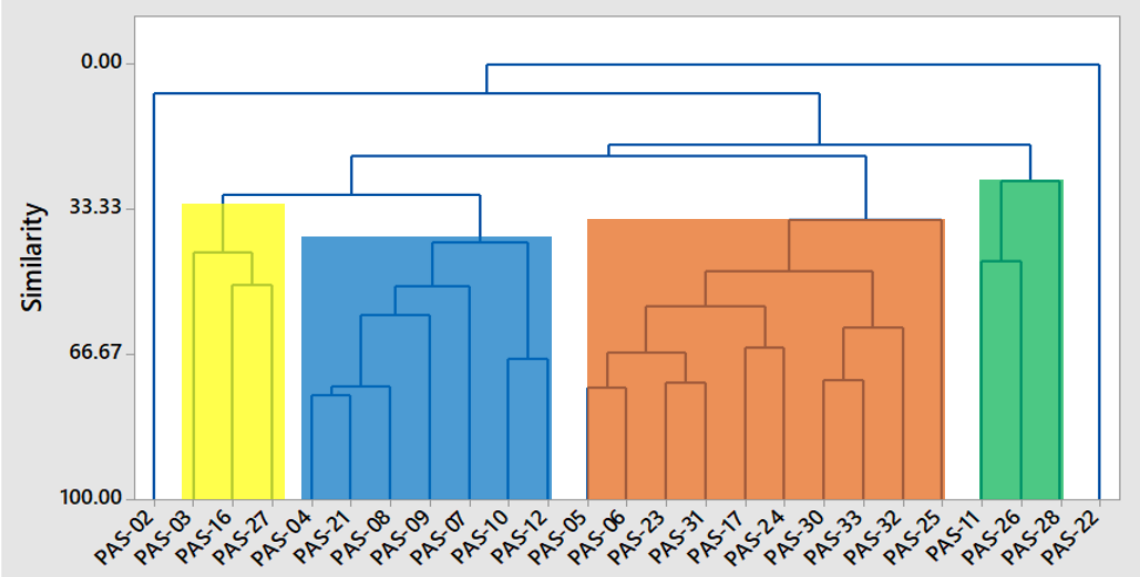


Figura 7.2-193. Dendograma dos pontos e agrupamentos (clusters) interpretados.

Quatro grandes agrupamentos (clusters) foram individualizados no dendograma dos pontos (Figura 7.2-193):

- o *cluster* marcado em amarelo evidencia a maior similaridade hidroquímica entre os pontos PAS-03, PAS-16, PAS-27, localizados a noroeste da área, nos igarapés Ajará e Jamari (norte);
- o *cluster* em azul engloba os pontos PAS-04, PAS-21, PAS-08, PAS-09, PAS-07, PAS-10, PAS-12, posicionados a sudoeste da área, no entorno do Platô do Jamari, com exceção do PAS-04;
- o *cluster* em laranja evidencia a similaridade hidroquímica entre os pontos PAS-05, PAS-06, PAS-23, PAS-31, PAS-17, PAS-24, PAS-30, PAS-33, PAS-32, PAS-25, posicionados a norte e leste da área, no entorno dos platôs Saracá e Escalante;
- o *cluster* em verde agrupa os pontos PAS-11, PAS-26 PAS-28 localizados na porção central da área de estudo, nas sub-bacias dos igarapés Jamari (sul) e Saracá.

A Figura 7.2-194 apresenta a distribuição espacial de cada um dos *clusters* interpretados. Os pontos PAS-02 e PAS-22 não foram agrupados em nenhum dos *clusters* gerados por não apresentarem grandes similaridades com os demais pontos coletados.

FORMATO: A3

520.000 560.000 9.840.000 9.800.000 9.760.000

Lagoa Erepecuru
Igarapé do Farias
Igarapé Tabuleiro Grande
Igarapé Caruara
Igarapé Terra Preta
Igarapé Ajará
Rio Trombetas
Igarapé dos Aires
Igarapé Matapi
Igarapé do Moura
Lagoa do Moura
Lagoa do Moura
Lagoa Ajudante
Igarapé Água Fria
Igarapé Caranã
Igarapé Gracinha
Igarapé do Papagaio ou do Pinto
Igarapé do Inferno
Igarapé Bacabal
Igarapé Pará
Lagoa Batata
Lagoa Tucumã
Lagoa Araçá da Cima
Lagoa Araçá
Lagoa Araçá

Jamari (Norte)
Ajará
Moura
Taquera
Jamari (Sul)
Faro
Aibi
Saracá

CLN
CL
CA
AT
MO
RB
MB
PA
PE
ES
SA
CI
AV
AL
BB
BA
TE
BC
JA
GR
AR

PAS-2
PAS-3
PAS-4
PAS-5
PAS-6
PAS-7
PAS-8
PAS-9
PAS-10
PAS-11
PAS-12
PAS-16
PAS-17
PAS-21
PAS-22
PAS-23
PAS-24
PAS-25
PAS-26
PAS-27
PAS-28
PAS-29

Igarapé Meriti
Igarapé do Óleo
Igarapé Uichi
Igarapé Taquera
Igarapé Daguari
Igarapé Aibi
Igarapé Toeda
Igarapé do Jamari
Igarapé do Socorro
Igarapé Saracá
Igarapé Araticum
Igarapé Urupuará
Igarapé curral Velho
Igarapé Mariapixi
Igarapé do Afonso
Igarapé do Capitão
Paraná do Aduacá

Terra Santa
Lago Algodoal
Lago Xixia Mirim
Lago do Macurioanã
Lagoa Açu Sapucuá
Lagoa Açu
Faro
Nhamundá
Lago Ubim
Lago Tureré
LAGO URUÁ
LAGO PIRARUACÁ
Rio Amazonas

Referência Locacional
- Sede Municipal
- Limite Estadual

Hidrografia
- Cursos d'água
- Massa d'água
- Sub Bacias Hidrográficas (Platôs)

Área de Estudo
- Meio Físico e Biótico

Platôs
- Delimitação

Pontos de Amostragem
- Água Superficial

Cluster
- Pontos englobados no Cluster 1
- Pontos englobados no Cluster 2
- Pontos englobados no Cluster 3
- Pontos englobados no Cluster 4

Platôs - Siglas

AL - Almeidas	CA - Cruz Alta
AR - Aramã	CL - Cruz Alta Leste
AT - Avertano	ES - Escalante
AV - Aviso	GR - Greigh
BA - Barone	JA - Jamari
BC - Bela Cruz	MB - Monte Branco
CI - Cipó	MO - Morcego
	PA - Papagaio
	PE - Periquito
	RB - Rebolado
	SA - Saracá
	TE - Teófilo

REFERÊNCIAS

Fontes:
- IBGE, 2017.
- ARCADIS, 2019.

N

0 1,5 3 6 9 12 Km

Sistema de Coordenadas UTM SIRGAS2000 F21S

MACROLOCALIZAÇÃO

Mineração Rio do Norte
ARCADIS

PROJETO:
EIA - PNM

MAPA:
Pontos de Coleta de Água Superficial com Marcação dos Clusters Interpretados

ELABORADO POR:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
ARCADIS S.A.	1:325.000	Única	23/08/2021

Figura 7.2-194. Mapa dos pontos de coleta das Águas Superficiais com marcação dos clusters interpretados.

Dois agrupamentos (clusters) puderam ser individualizados no dendograma dos principais metais e a turbidez (**Figura 7.2-195**). O primeiro cluster indica similaridade entre os parâmetros Turbidez, Ferro dissolvido, Zinco total e Cobre dissolvido e o segundo indica similaridade entre Alumínio dissolvido, Bário total, Manganês total e Níquel total.

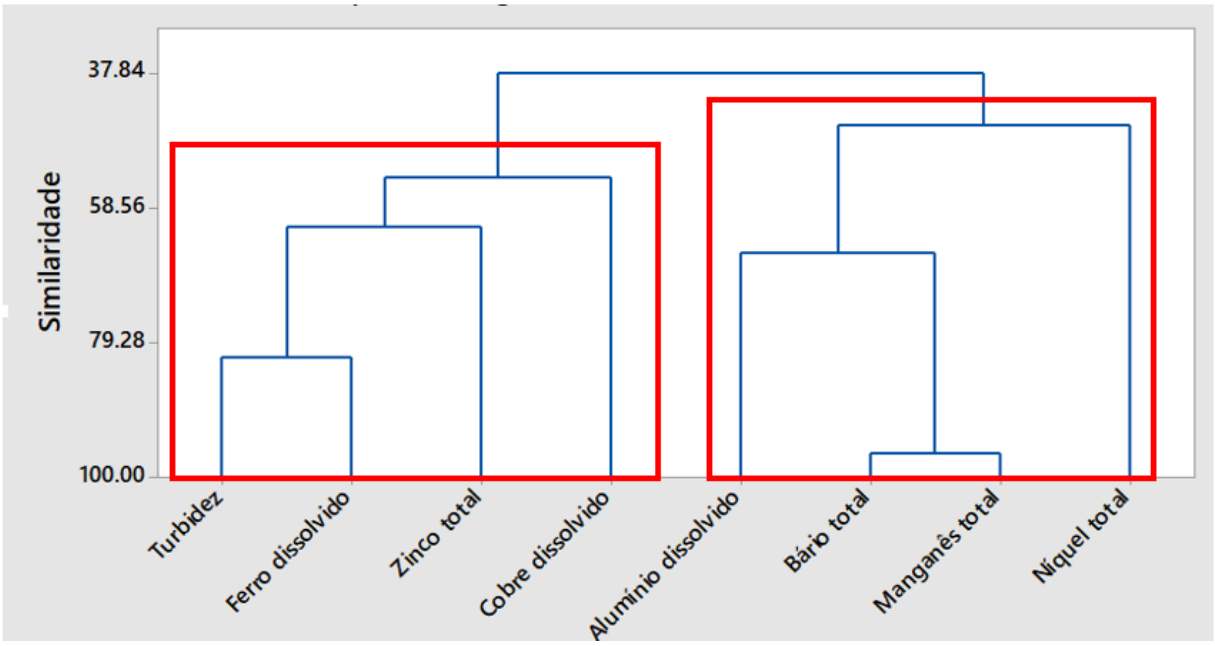


Figura 7.2-195. Dendograma dos parâmetros e agrupamentos (clusters) interpretados.

Destaca-se a similaridade entre a Turbidez e o Ferro dissolvido que é também comprovada pelo diagrama de dispersão e pelo cálculo de correlação de Pearson, que fornece um coeficiente (r) de 63,5 conforme apresentado na **Figura 7.2-196**.

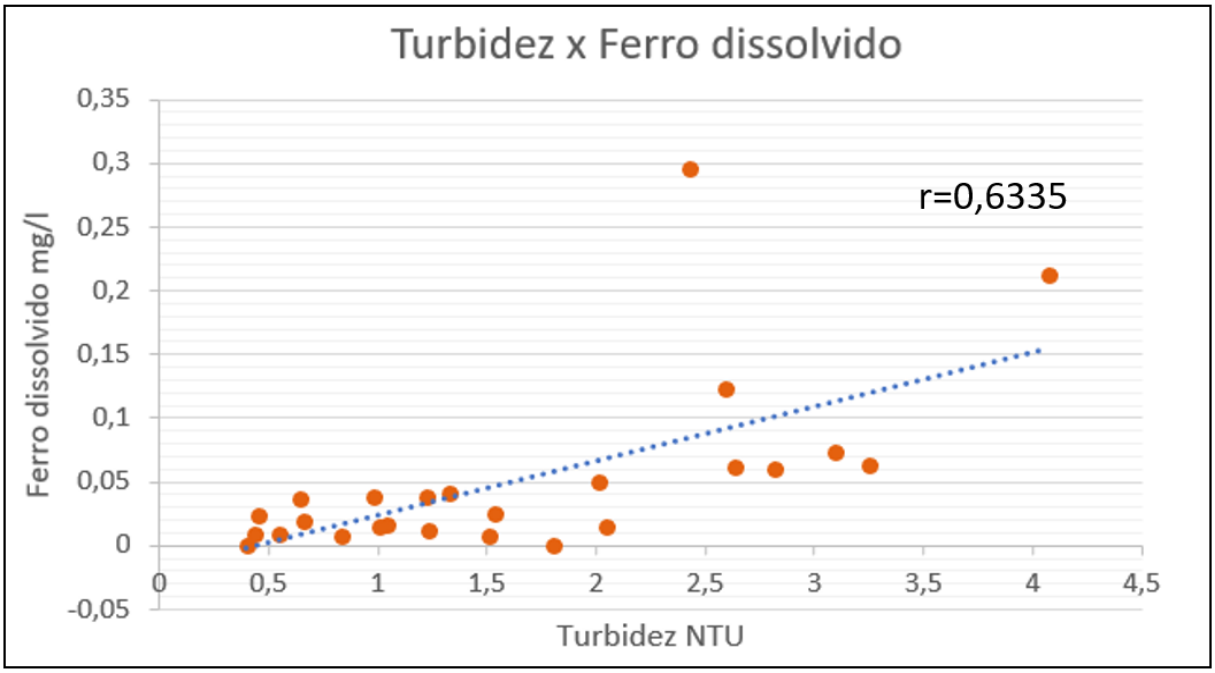


Figura 7.2-196. Diagrama de dispersão das concentrações de Ferro dissolvido e Turbidez.

F) Análises de Imagens Orbitais – Sedimentos em Suspensão

Este item tem como objetivo a caracterização dos corpos hídricos da AE e adjacências, considerando toda a extensão da Floresta Nacional, utilizando-se de imagens orbitais, buscando-se uma escala adequada às análises e em cumprimento ao requerido no TR emitido pelo IBAMA (2019) para a elaboração dos EIA do PNM. Esta caracterização foca a avaliação dos sedimentos em suspensão nos corpos hídricos da citada área de interesse, com base em imagens orbitais, com composições de banda na faixa do visível e falsa cor, selecionadas com resolução espacial igual a 15 x 15 metros e ortorretificadas.

Importa frisar que a análise em tela considerou as limitações físicas da região, tendo em vista que a dinâmica climatológica desta, proporciona, por vezes, o recobrimento por nuvens da área em estudo, o que sistematicamente prejudica a visualização dos terrenos e dos corpos hídricos foco da análise, principalmente no durante o período chuvoso.

Desta forma, buscou-se fazer uma comparação temporal e sazonal para tentar evidenciar a dinâmica sedimentos em suspensão nos corpos hídricos da AE e área da Floresta Nacional.

a) Metodologia

É válido ressaltar que principalmente em função da densa vegetação característica da região amazônica, associado com o porte relativamente pequeno de muitos dos igarapés da AE e por conta da resolução espacial das imagens (15 metros), nem todos os corpos hídricos da região puderam ser evidenciados, ficando evidentes apenas rios de maior porte, lagos e lagoas marginais etc. Os principais rios evidenciados foram o rio Trombetas, Nhamundá e o Amazonas.

As imagens orbitais utilizadas neste estudo foram capitadas por meio do satélite Landsat 8 que entrega uma resolução espacial nativa de 30 metros, além de uma banda espectral pancromática com resolução espacial de 15 metros que foi fusionada com as demais bandas utilizadas, incrementando a resolução das bandas de 30 metros para 15 metros **(Quadro 7.2-41**). Desta forma, foi possível obter imagens espectrais para o visível e para o infravermelho próximo com resolução espectral de 15 metros e já ortorretificadas nativamente.

Para este estudo foram utilizadas as bandas do azul (0,45 – 0,51µm), verde (0,53 – 0,59 µm), vermelho (0,64 – 0,67µm), infravermelho próximo (0,85 – 0,88µm) e pancromática (PAN) (0,50 – 0,68µm). Abaixo são pormenorizadas as características de cada sensor e respectivas bandas do satélite Landsat 8.

Quadro 7.2-41. Características do satélite Landsat-8 e seus sensores de imageamento.

Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Área Imageada	Resolução Radiométrica
OLI (Operational Land Imager)	(b1) Azul Costeiro	0,43 - 0,45 µm	30 m	16 dias	170 x 183 km	16 bits
	(b2) Azul	0,45 - 0,51 µm				
	(b3) Verde	0,53 - 0,59 µm				

Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Área Imageada	Resolução Radiométrica
	(b4) Vermelho	0,64 - 0,67 µm				
	(b5) Infravermelho Próximo	0,85 - 0,88 µm				
	(b6) Infravermelho Médio	1,57 - 1,65 µm				
	(b7) Infravermelho Médio	2,11 - 2,29 µm				
	(b8) Pancromático	0,50 - 0,68 µm	15 m			
	(b9) Cirrus	1,36 - 1,38 µm	30 m			
TIRS (Termal Infrared Sensor)	(b10) Infravermelho Termal	10,6 - 11,19 µm	100 m			
	(b11) Infravermelho Termal	11,5 - 12,51 µm				

Fonte: ENGESAT, 2020 (http://www.engesat.com.br/imagem-de-satelite/landsat-8/).

Para obter o material de análise (imagens) em formatos possíveis de serem analisados foram executados fusionamentos entre as bandas espectrais selecionadas, tendo se as seguintes combinações para o visível e para o infravermelho respectivamente:

- Visível: Bandas Azul (B2), Verde (B3), Vermelho (B4) e PAN.

Esta composição trás o mais próximo das cores naturais da área imageada em resolução espacial de 15 metros oferecida pelo fusionamento da banda pancromática, sendo esta a composição RGB padrão do sensor.

- Infravermelho: Bandas do Infravermelho Próximo (B5), Vermelho (B4), Verde (B3) e PAN.

Esta composição traz uma visão infravermelho da área de estudo, o que permite isolar de forma mais clara os corpos d'água da vegetação, das áreas mineradas e de outras formas de ocupação do uso do solo.

O tratamento das imagens e o fusionamento das bandas espectrais foi realizado utilizando-se o software de geoprocessamento ArcGIS PRO 2.4.

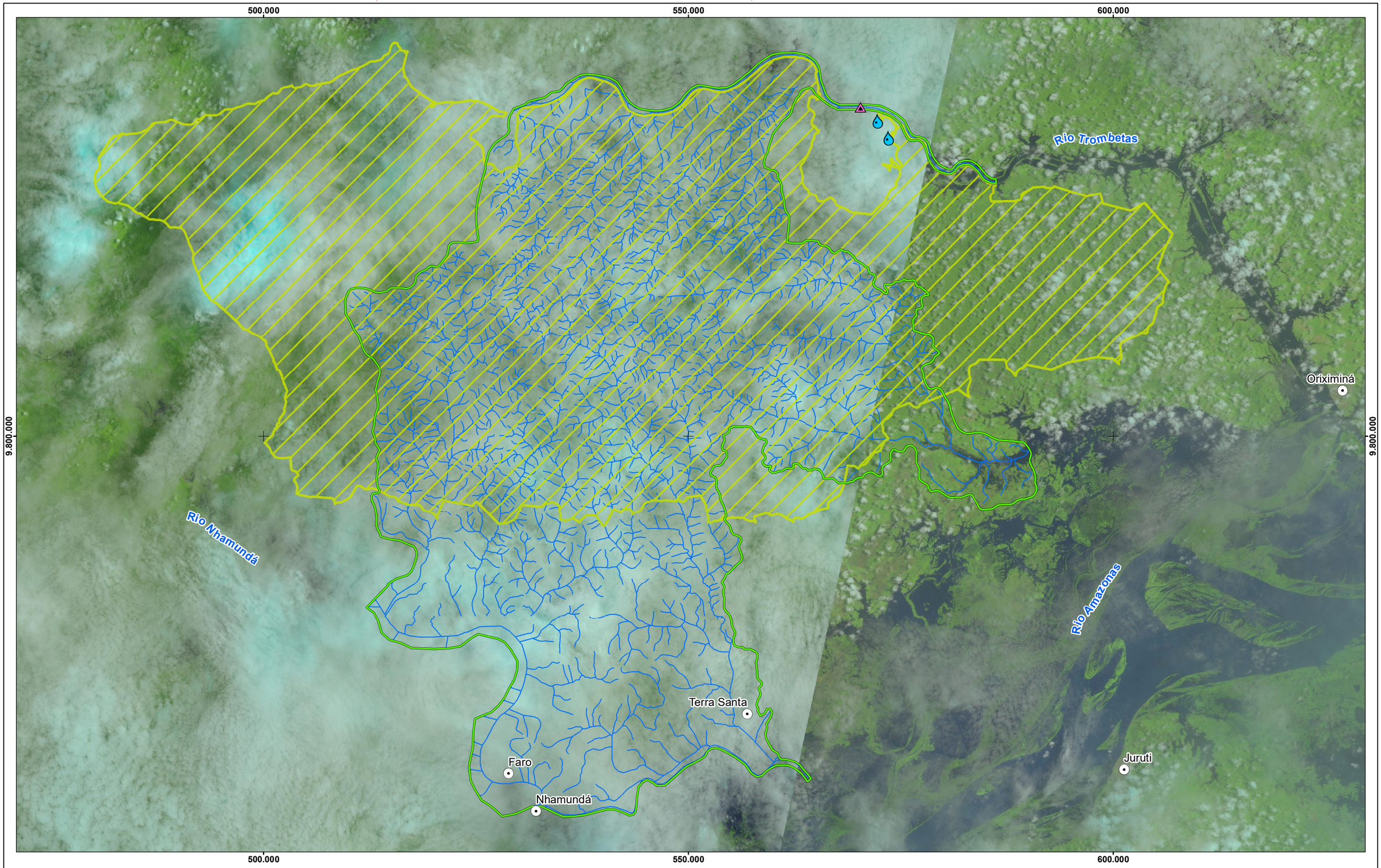
Para evidenciar a dinâmica de sedimentos em suspensão na região da área de estudo, foi abordado uma análise temporal e sazonal das imagens orbitais, com o intuito de comparar a dinâmica dos corpos hídricos no período chuvoso e na estiagem. Desta forma, foram selecionados o ano de 2015 e o de 2019 nos meses de março e setembro para a aquisição das imagens orbitais e análises visuais comparativas.

A seleção deste período (anos de 2015 e 2019) visou a criação de uma base de comparação para o período atual, funcionando como um baseline para a caracterização da área, levando-se em conta a limitação do período de imageamento do satélite Landsat-8, que fornece imagens da área a partir de 2015, ano de início de sua operação. Este método foi adotado para que se mantivesse a análise comparativa com a mesma base de imageamento, utilizando-se sempre das mesmas bandas espectrais com os mesmos comprimentos de onda.

b) Análise

Para a avaliação do comportamento dos sedimentos suspensos nos corpos hídricos da área de estudo e entorno (Floresta Nacional), deve-se considerar a própria dinâmica histórica da região, além das características físicas do ambiente, que segundo o Caderno da Região Hidrográfica do Amazonas (MMA, 2006) classifica as águas do rio Trombetas como águas Claras, o que tem estrita relação com o arcabouço litológico regional, de forma que as nascentes e parte do leito rochoso do rio encontra-se sobre rochas constituintes do escudo cristalino da região, onde predominam rochas magmáticas metamorfizadas ou não (fora dos limites da AE).

Abaixo segue-se a análise comparativa sazonal e temporal das imagens orbitais em cores naturais da faixa do visível e na composição do infravermelho próximo seguindo-se a temporalidade de captação das imagens, sendo apresentadas primeiro a análise comparativa entre o período chuvoso dos anos de 2015 e 2019 e posteriormente a análise comparativa do período da estiagem dos mesmos anos.



Referência Locacional

- Sede Municipal

Pontos de Interesse

- Ponto de atenção
- Vila Porto Trombetas

Hidrografia

- Curso d'água

Floresta Nacional Saracá-Taquera

- Delimitação da Flona

Área de Estudo

- Meio Físico

REFERÊNCIAS

Fontes:
- IBGE, 2017.
- ARCADIS, 2019.
- LANDSAT 8, 2015.

N

0 2 4 8 12 16 Km

Sistema de Coordenadas UTM SIRGAS2000 F21S

MACROLOCALIZAÇÃO

MRN Mineração Rio do Norte

ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

PROJETO: EIA - PNM

MAPA: Sedimentos em Suspensão Composição RGB - Março de 2015

ELAB:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
ARCADIS S.A.	1:420.000	Única	06/03/2020

FORMATO: A3

Figura 7.2-197. Composição RGB – Março de 2015.

500.000 550.000 600.000

9.800.000

Rio Trombetas

Oriximiná

Rio Nhamundá

Rio Amazonas

Terra Santa

Juruti

Faro

Nhamundá

500.000 550.000 600.000

Pontos de Interesse

- Ponto de atenção
- Vila Porto Trombetas

Hidrografia

- Curso d'água

Floresta Nacional Saracá-Taquera

- Delimitação da Flona

Área de Estudo

- Meio Físico

FORMATO: A3

REFERÊNCIAS

Fontes:
- IBGE, 2017.
- ARCADIS, 2019.
- LANDSAT 8, 2019.

N

0 2 4 8 12 16 Km

Sistema de Coordenadas UTM SIRGAS2000 F21S

MACROLOCALIZAÇÃO

MRN Mineração Rio do Norte

ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

PROJETO: EIA - PNM

MAPA: Sedimentos em Suspensão
Composição RGB - Março de 2019

ELAB:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
ARCADIS S.A.	1:420.000	Única	06/03/2020

Figura 7.2-198. Composição RGB – Março de 2019.

500.000 550.000 600.000

9.800.000

Rio Trombetas

Oriximiná

Rio Nhamundá

Terra Santa

Rio Amazonas

Faro

Nhamundá

Juruti

9.800.000

500.000 550.000 600.000

Referência Locacional
- Sede Municipal

Pontos de Interesse
- Ponto de atenção
- Vila Porto Trombetas

Hidrografia
- Curso d'água

Floresta Nacional Saracá-Taquera
- Delimitação da Flona

Área de Estudo
- Meio Físico

REFERÊNCIAS

Fontes:
- IBGE, 2017.
- ARCADIS, 2019.
- LANDSAT 8, 2015.

N

0 2 4 8 12 16 Km

Sistema de Coordenadas UTM SIRGAS2000 F21S

MACROLOCALIZAÇÃO

MRN Mineração Rio do Norte

ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

PROJETO: EIA - PNM

MAPA: Sedimentos em Suspensão
Composição Infravermelho - Março de 2015

ELAB:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
ARCADIS S.A.	1:420.000	Única	06/03/2020

FORMATO: A3

Figura 7.2-199. Composição Infravermelho – Março de 2015.

500.000 550.000 600.000

9.800.000

Rio Trombetas

Oriximiná

Rio Nhamundá

Rio Amazonas

Terra Santa

Faro

Nhamundá

Juruti

500.000 550.000 600.000

Referência Locacional

- Sede Municipal

Pontos de Interesse

- Ponto de atenção
- Vila Porto Trombetas

Hidrografia

- Curso d'água

Floresta Nacional Saracá-Taquera

- Delimitação da Flona

Área de Estudo

- Meio Físico

FORMATO: A3

REFERÊNCIAS

Fontes:
- IBGE, 2017.
- ARCADIS, 2019.
- LANDSAT 8, 2019.

N

0 2 4 8 12 16 Km

Sistema de Coordenadas UTM SIRGAS2000 F21S

MACROLOCALIZAÇÃO

Mineração Rio do Norte

ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

PROJETO: EIA - PNM

MAPA: Sedimentos em Suspensão Composição Infravermelho - Março de 2019

ELAB:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
ARCADIS S.A.	1:422.665	Única	06/03/2020

Figura 7.2-200. Composição Infravermelho – Março de 2019.

500.000 550.000 600.000

9.800.000

Rio Trombetas

Oriximiná

Rio Nhamundá

Rio Amazonas

Terra Santa

Faro

Nhamundá

Juruti

9.800.000

500.000 550.000 600.000

Referência Locacional
- Sede Municipal

Pontos de Interesse
- Ponto de atenção
- Vila Porto Trombetas

Hidrografia
- Curso d'água

Floresta Nacional Saracá-Taquera
- Delimitação da Flona

Área de Estudo
- Meio Físico

REFERÊNCIAS

Fontes:
- IBGE, 2017.
- ARCADIS, 2019.
- LANDSAT 8, 2015.

N

0 2 4 8 12 16 Km

Sistema de Coordenadas UTM SIRGAS2000 F21S

MACROLOCALIZAÇÃO

Mineração Rio do Norte

ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

PROJETO: EIA - PNM

MAPA: Sedimentos em Suspensão Composição RGB - Setembro de 2015

ELAB:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
ARCADIS S.A.	1:420.000	Única	06/03/2020

FORMATO: A3

Figura 7.2-201. Composição RGB – Setembro de 2015.

500.000 550.000 600.000

9.800.000

Rio Trombetas

Oriximiná

Rio Nhamundá

Rio Amazonas

Terra Santa

Faro

Nhamundá

Juruti

9.800.000

500.000 550.000 600.000

Referência Locacional

- Sede Municipal

Pontos de Interesse

- Ponto de atenção
- Vila Porto Trombetas

Hidrografia

- Curso d'água

Floresta Nacional Saracá-Taquera

- Delimitação da Flona

Área de Estudo

- Meio Físico

FORMATO: A3

REFERÊNCIAS

Fontes:
- IBGE, 2017.
- ARCADIS, 2019.
- LANDSAT 8, 2019.

N

0 2 4 8 12 16 Km

Sistema de Coordenadas UTM SIRGAS2000 F21S

MACROLOCALIZAÇÃO

MRN Mineração Rio do Norte

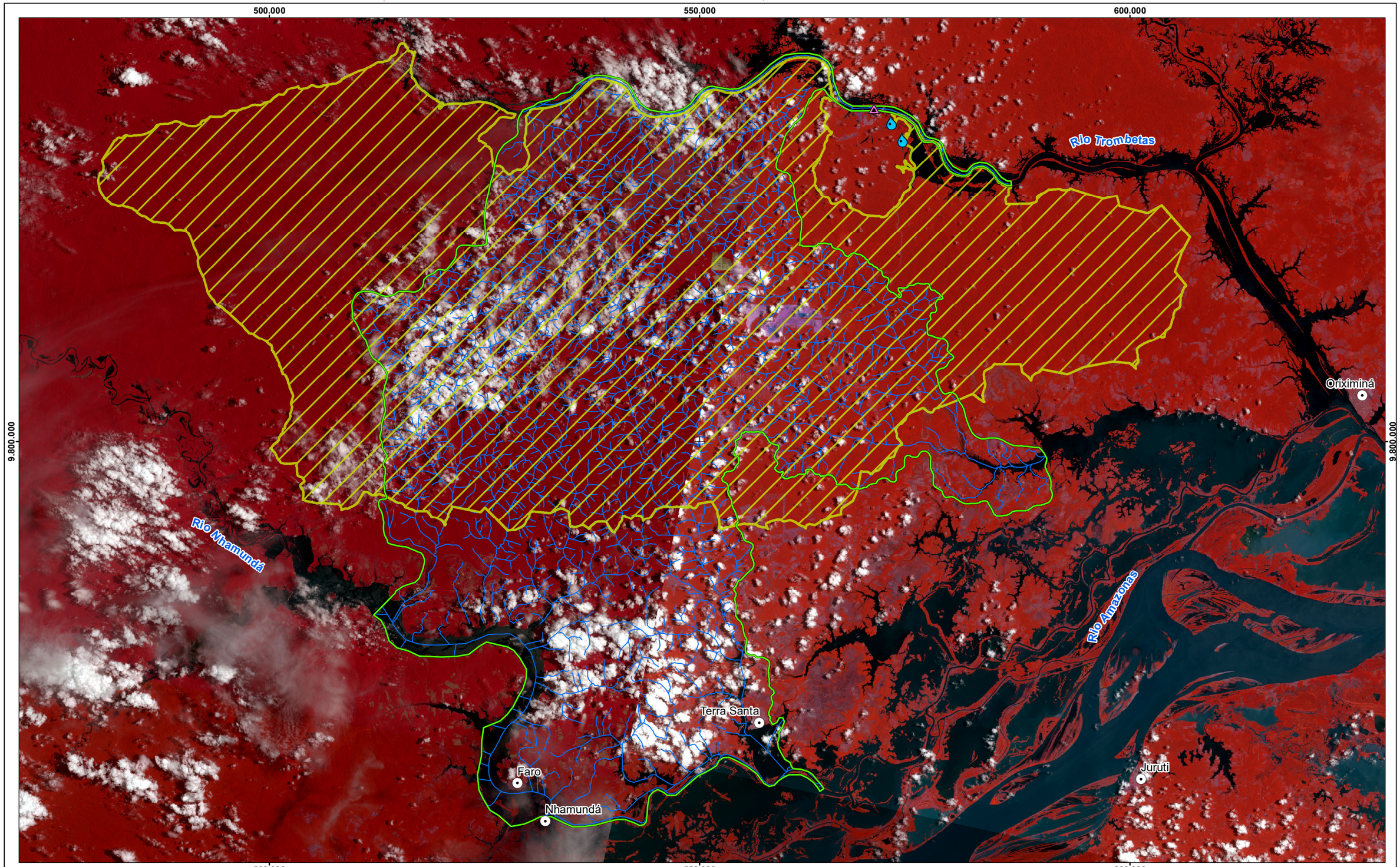
ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

PROJETO: EIA - PNM

MAPA: Sedimentos em Suspensão
Composição RGB - Setembro de 2019

ELAB:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
ARCADIS S.A.	1:420.000	Única	06/03/2020

Figura 7.2-202. Composição RGB – Setembro de 2019.



Referência Locacional

- Sede Municipal

Pontos de Interesse

- Ponto de atenção
- Vila Porto Trombetas

Hidrografia

- Curso d'água

Floresta Nacional Saracá-Taquera

- Delimitação da Flona

Área de Estudo

- Meio Físico

REFERÊNCIAS

Fontes:
- IBGE, 2017.
- ARCADIS, 2019.
- CPRM, 2004.
- LANDSAT, 2015.

N

0 2,5 5 10 15 20 Km

Sistema de Coordenadas UTM SIRGAS2000 F21S

MACROLOCALIZAÇÃO

Mineração Rio do Norte

ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

PROJETO: EIA - PNM

MAPA: Sedimentos em Suspensão
Composição Infravermelho - Setembro de 2015

ELAB:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
ARCADIS S.A.	1:420.000	Única	06/03/2020

FORMATO: A3

Figura 7.2-203. Composição Infravermelho – Setembro de 2015.

500.000 550.000 600.000

9.800.000

Rio Trombetas

Oriximiná

Rio Nhamundá

Rio Amazonas

Terra Santa

Faro

Nhamundá

Juruti

9.800.000

500.000 550.000 600.000

Referência Locacional
- Sede Municipal

Pontos de Interesse
- Ponto de atenção
- Vila Porto Trombetas

Hidrografia
- Curso d'água

Floresta Nacional Saracá-Taquera
- Delimitação da Flona

Área de Estudo
- Meio Físico

REFERÊNCIAS

Fontes:
- IBGE, 2017.
- ARCADIS, 2019.
- LANDSAT 8, 2019.

N

0 2 4 8 12 16 Km

Sistema de Coordenadas UTM SIRGAS2000 F21S

MACROLOCALIZAÇÃO

Mineração Rio do Norte

ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

PROJETO: EIA - PNM

MAPA: Sedimentos em Suspensão
Composição Infravermelho - Setembro de 2019

ELAB:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
ARCADIS S.A.	1:420.000	Única	06/03/2020

FORMATO: A3

Figura 7.2-204. Composição Infravermelho – Setembro de 2019.

Com base na análise temporal e sazonal das imagens orbitais, respeitando o que foi permitido observar para os períodos chuvosos em função da densa cobertura de nuvens (aproximadamente 60% de cobertura nos períodos chuvosos) e demais aspectos citados anteriormente, não se nota grandes alterações na dinâmica de turbidez das águas do entorno da AE, encontrando-se poucas alterações pontuais no comparativo entre os períodos analisados, como pode ser visto nas figuras apresentadas.

Um ponto de destaque a ser observado se encontra na confluência de um rio menor com as lagoas marginais Batata e Araçá, localizadas na margem direita do rio Trombetas em sua margem direita, a nordeste da AE, onde pode-se notar alteração na coloração do corpo d'água em comparação direta com a cor das águas da região, o que fica evidenciado mais claramente nas imagens do infravermelho próximo. O ponto em questão apresenta variação de turbidez desde o período de 2015, aparentando ser algo recorrente. O fenômeno de aumento de turbidez ocorre próximo a região de Porto Trombetas nas coordenadas UTM (Sirgas 2000), fuso 21 S, 572278,58 E | 9837101,47 S e 573552,37 E | 9835111,90 S, como indicado nas figuras de **Figura 7.2-197** a **Figura 7.2-204**. Neste trecho há lançamento da MRN de efluente tratado, contudo, destaca-se que esta alteração de turbidez não se estende por um trecho muito longo, observa-se a dispersão destes sedimentos e a mudança e uniformização da cor do corpo hídrico antes de sua confluência com a calha principal do rio Trombetas.

c) Conclusões

Após a análise temporal e sazonal das imagens orbitais, dentro do possível a ser comparado, principalmente nos meses de setembro de 2015 e 2019 que apresentam baixa cobertura de nuvens, pode-se concluir que a dinâmica do transporte de sedimentos em suspensão não apresenta anomalias muito claras entre um ano e o outro, evidenciando uma possível estabilidade do comportamento da turbidez dos corpos d'água da área de estudo e de seu entorno.

A visualização da dinâmica da turbidez dos rios no período chuvoso (imagens de março de 2015 e março de 2019) é menos evidente, em função da densa cobertura de nuvens encontrada sobre a região da área de estudo nos períodos de maior disponibilidade hídrica na atmosfera. Porém nos trechos em que se pode comparar os corpos d'água pouco se pode ver de alterações de cor em função de maiores aportes sedimentares, evidenciando uma dinâmica não muito diferente do que é observado para os períodos de estiagem dos anos de 2015 e 2019 no mês de setembro.

Os pontos de aumento da turbidez citados, aparentemente e visualmente na análise espectral das imagens orbitais não parecem afetar drasticamente a dinâmica da coloração/turbidez das águas da calha principal do rio Trombetas, porém não deixam de ser um ponto de atenção, pois são a única anomalia identificada ao longo da extensão da área de estudo analisada.

G) Potenciais Fontes Poluidoras

Conforme apresentado anteriormente, a área de estudo para o empreendimento em tela está parcialmente localizada na Flona (Floresta Nacional de Saracá-Taquera), criada pelo Decreto nº 98.704 de 1989, que limita e regulamenta as atividades antrópicas da região. Apesar das limitações impostas pelo decreto, ficaram autorizadas na área, as atividades de pesquisa e lavras minerais que estivessem em curso na ocasião da criação da Flona ou que fossem consideradas áreas de reserva técnica. Ainda de acordo com o citado decreto, o Ibama estaria

autorizado a celebrar convênios, visando a maior proteção e o manejo futuro dos recursos renováveis, sob regime de produção sustentada.

Dessa forma, as potenciais fontes poluidoras existentes na área de estudo delineada para o presente diagnóstico de qualidade da água, referem-se principalmente às atividades minerárias e industriais da própria Mineração Rio Norte, que incluem lavra, postos de abastecimento de combustível, a planta de beneficiamento, destinação dos rejeitos em reservatórios e o porto para escoamento do minério, contudo localizam-se em diferentes microbacias e/ou a jusante das áreas de intervenção dos novos platôs com exceção das áreas de disposição de rejeitos do beneficiamento mineral. Importante destacar que para todas essas atividades e estruturas existentes são implantados sistemas de controle ambiental.

Outra importante fonte potencial de poluição das águas superficiais é o transporte fluvial de pessoas e cargas, inclusive minério e granel líquido, com destaque para a hidrovia no rio Trombetas.

Também é atuante na área de estudo duas madeireiras, cujas atividades de extração e transporte podem contribuir para alterações na qualidade das águas superficiais.

Ademais, conforme detalhado no diagnóstico do socioeconômico, na sede municipal de Oriximiná a principal forma de esgotamento sanitário domiciliar é feita por fossa rudimentar, seguida por fossa séptica, rede geral de esgoto, vala e outros. Nas comunidades da área de estudo predomina a destinação de efluentes sanitários e resíduos sólidos sem controle ambiental, podendo comprometer a qualidade da água, sobretudo com matéria orgânica. No **Quadro 7.2-42** são descritas as destinações de efluentes e resíduos sólidos pelas comunidades da área de estudo.

Quadro 7.2-42. Destinação de Efluente e Resíduo Sólidos nas Comunidades da AE.

Comunidade	Destinação do Esgoto doméstico	Destinação de resíduos
Chuedá	"Banheiro de buraco"	Resíduos orgânicos são utilizados como adubo e inorgânicos são descartados em locais da própria comunidade
Paraíso	Fossas sanitárias ou "banheiro de buraco"	Queimados ou enterrados e latas de alumínio são separadas e vendidas
Cabeceira do Alema (Alema)	Fossas ou aos "banheiros de buraco"	A maioria são amontoados e queimados, latas de alumínio são juntadas e vendidas
Cabeceira dos Claudios	Fossas ou aos "banheiros de buraco"	Alguns queimam os resíduos e outros levam para a cidade. As latas de alumínio são separadas e vendidas.

Comunidade	Destinação do Esgoto doméstico	Destinação de resíduos
Comunidade Nascimento	Assentado na terra ou utilizam "banheiros de buraco"	A grande maioria queima ou enterra o resíduo gerado, alguns acumulam para jogar na cidade e latas de alumínio são separadas e vendidas
Comunidade Jamary	Assentado na terra ou utilizam "banheiros de buraco"	A grande maioria queima ou enterra o resíduo gerado, alguns acumulam para jogar na cidade e latas de alumínio são separadas e vendidas
Boca do Piraruacá	Fossas ou "banheiros de buraco"	Queimados ou enterrados
Inchá	"Banheiros de buraco"	Queimados, exceto latas de alumínio que são separadas e vendidas
Pocó	“Banheiros de buraco"	Queimados ou enterrados e latas de alumínio são separadas e vendidas
Aibi 1	“Banheiros de buraco"	Queimados ou enterrados, exceto latas de alumínio que são separadas e vendidas
Aibi 2	Fossa sanitária de tijolos e "banheiros de buraco"	Queimados ou enterrados, exceto latas de alumínio que são separadas e vendidas
Núcleo Silva	"Banheiros de buraco"	Queimados, exceto latas de alumínio que são separadas e vendidas
Boa Vista	"Banheiro de buraco"	Enterrados, exceto latas de alumínio que são separadas e vendidas
Ubim	Fossa sépticas ou rudimentares	A maioria é coletada pela prefeitura, porém alguns resíduos ainda são queimados e/ou enterrados. As latas de alumínio são separadas e vendidas

Comunidade	Destinação do Esgoto doméstico	Destinação de resíduos
Sacará	"Banheiros de buraco"	Queimados, exceto latas de alumínio que são separadas e vendidas
Boa Nova	"Banheiros de buraco"	Queimados e/ou enterrados, exceto latas de alumínio que são separadas e vendidas
Vila Ribeiro	"Banheiros de buraco"	Queimados, exceto latas de alumínio que são separadas e vendidas
Amapá	"Banheiros de buraco" e nas escolas possuem fossas sanitárias	Queimados, exceto latas de alumínio que são separadas e vendidas
Vila Castanheira	"Banheiros de buraco"	Os inorgânicos são queimados e os orgânicos vão para o solo para servir de adubo
São Brás	"Banheiros de buraco"	Queimados, exceto latas de alumínio que são separadas e vendidas
Curral Velho	"Banheiros de buraco"	Queimados, exceto latas de alumínio que são separadas e vendidas
Porto Trombetas	A Vila Trombetas possui rede de esgoto. A coleta e tratamento de esgoto são executados pela empresa terceirizada Serviços Operacionais de Saneamento, outros alojamentos dispõem de fossa séptica	É realizada a coleta e destinação dos resíduos das fossas, de podas de jardins, resíduos orgânicos e inorgânicos classificados como Classe II; possui um Programa de Coleta Seletiva; os Resíduos Sólidos de Saúde são coletados e incinerados; resíduos perigosos são transportados e tratados por empresa terceira;

A localização das principais fontes poluidoras citadas é apresentada na **Figura 7.2-205.**

FORMATO: A3

520.000 560.000 9.840.000 9.800.000 9.760.000

Paraná do Abuí
Nova Esperança
Lagoa Erepecuru
Igarapé do Farias
Igarapé Tabuleiro Grande
Igarapé Caruara
Último Quilombo
Juquirizinho
Juquiri Grande
Rio Trombetas
Lagoa do Moura
Moura
Tapagem
Igarapé Terra Preta
Igarapé Ajará
Curaçá Mirim
Jamari (Norte)
Palhal
Sagrado Coração
Mãe Cué
Igarapé dos Anjos
Igarapé Matapi
Igarapé do Moura
Lagoa do Moura
Ajudante
Lagoa Ajudante
Igarapé Quinferno
Mussurá
Igarapé Bacabal
Boa Vista (Norte)
Píer MRN
Água Fria
Aeroporto
Vila Porto Trombetas
São Vicente (Flexal)
Nova Esperança (Flexal)
Bacabal
Arancuã de Cima
Tarumã
Lagoa Araçuã de Cima
Santa Inês (Flexal)
Lagoa Batata
Lagoa Araçá
Samaúma II
Batata
Acari
Igarapé do Papagaio
Igarapé do Pinto
Igarapé Água Fria
Igarapé Saracá
Ajará
Jamari (Norte)
Moura
CA
CL
PA
PE
MB
RB
ES
SA
AL
AV
BA
TE
CI
BC
GR
AR
JA
AT
MO
PAS-2
PAS-3
PAS-4
PAS-5
PAS-6
PAS-7
PAS-8
PAS-9
PAS-10
PAS-11
PAS-12
PAS-16
PAS-17
PAS-21
PAS-22
PAS-23
PAS-24
PAS-25
PAS-26
PAS-27
PAS-28
PAS-29
UMF IA - EBATA
UMF IB - SAMISE
UMF II - EBATA
UMF III - GOLF
SE-SA-30 (PAS-30)
SE-SA-31 (PAS-31)
SE-SA-32 (PAS-32)
SE-SA-33 (PAS-33)
Britagem Existente Monte Branco
Britagem Existente - Aviso
Platô Bela Cruz
Igarapé Araticum
Saracá
Igarapé Menti
Igarapé do Óleo
Igarapé Urichi
Igarapé Taquera
Igarapé Daguari
Igarapé do Jamari
Igarapé Aibi
Igarapé Toeda
Igarapé Urupuanã
Igarapé do Afonso
Igarapé do Capitão
Igarapé Marrapixi
Igarapé do Socorro
Paraná do Aduacá
Lago Ubim
Lago Algodoal
Lago Tureré
LAGO URUÃ
LAGO PIRARUACÁ
Lagoa Açu
Lagoa Açu Sapucuá
Taquera
Faro
Aibi
Jamari (Sul)
Saracá
Nhamundá
Terra Santa
Cabeceira dos Claudios
Capote
Jauruna
Ubim
Urubutinga
Alema
Jamary (Sul)
Nascimento
Paraíso
Chuedá
Urupanã
Itaubal
Inchá
Núcleo Silva
Aibi 1
Aibi 2
Pocó
Boa Vista (Sul)
Redobra
São Tomé
São Sebastião
São Francisco
Espírito Santo
São Marcos
Santa Clara
Urucuri
Matapi
Uxi
Boca do Piraruacá
Pirarucu
Aningal
Conceição
Cabeceira do Gato
Macedônia
Castanhal
Casinha
Boa Nova
Vila Castanheira
Amapá
Vila Ribeiro
São Brás
Curral Velho
Saracá

Platôs

AL - Almeidas
AR - Aramã
AT - Avertano
AV - Aviso
BA - Barone
BC - Bela Cruz
CI - Cipó
CA - Cruz Alta
CL - Cruz Alta Leste
CLN - Cruz Alta Leste Norte
ES - Escalante
GR - Greigh
JA - Jamari
MB - Monte Branco
MO - Morcego
PA - Papagaio
PE - Periquito
RB - Rebolado
SA - Saracá
TE - Teófilo

Postos e Oficinas

Ponto	Descrição
1	Posto Petrobom
2	Oficina Delta
3	Oficina Central do Porto
4	Lavanderia
5	Oficina Manservice
6	Oficina Billcar
7	Posto Monte Branco
8	Oficina Monte Branco
9	Oficina GICL
10	Oficina Central do Saarcá
11	Dique Lavagem Equipamentos Saracá
12	Posto Saracá
13	Oficina NR
14	Oficina de lubrificação do Aviso
15	Oficina de caminhões de pequeno porte
16	Posto de abastecimento avançado do Aviso
17	Oficina Bela Cruz

Referência Locacional
- Sede Municipal
- Limite Estadual

Hidrografia
- Curso d'água
- Massa d'água

Sistema de Transporte
- Rodoviário
- Ferroviário
- Porto

Hidrovia
- Trecho Navegável

Qualidade da Água Superficial
- Pontos de Amostragem

Área de Estudo
- Meio Físico e Biótico

Fontes de Despejo de Esgoto
- Comunidades

Estruturas Existentes
- Acessos
- Estruturas

Efluentes Industriais
- Postos e Oficinas

Sub Bacias Hidrográficas
- Delimitação

Estrutura Madeireiras
- Unidades de Manejo Florestal

Platôs
- Objeto do PNM
- Em Operação
- Exauridos
- Demais Platôs

REFERÊNCIAS

Fontes:
- IBGE, 2017.
- ARCADIS, 2019.
- SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO, 2020

N

0 1,5 3 6 9 12 Km

Sistema de Coordenadas UTM SIRGAS2000 F21S

MACROLOCALIZAÇÃO

Mineração Rio do Norte

ARCADIS

PROJETO:
EIA - PNM

MAPA:
Potenciais Fontes Poluidoras

ELABORADO POR:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
ARCADIS S.A.	1:325.000	Única	26/10/2021

Figura 7.2-205. Potenciais Fontes Poluidoras.

Importante frisar que, de maneira geral, não é possível relacionar essas alterações na qualidade da água constatadas durante as campanhas de amostragens às atividades antrópicas, uma vez que em grande parte os usos antrópicos ocorrem a jusante dos pontos amostrados, próximos ao exutório das sub-bacias (**Figura 7.2-205**). Contudo, nas sub-bacias do Igarapé Moura e do Igarapé Saracá há ocorrência de atividade minerária, com a exploração do platô Monte Branco, que pode ter contribuído para as concentrações de alumínio e fósforo nas águas superficiais da sub-bacia.

7.2.9.3. Caracterização Geoquímica, Mineralógica e Granulométrica dos Sedimentos

No presente item, descreve-se a caracterização Geoquímica, Mineralógica e Granulométrica dos sedimentos dos igarapés da AE estabelecida para o PNM.

Os dados e interpretações apresentadas fornecerão os subsídios necessários à identificação e à avaliação dos impactos ambientais nos sedimentos da região, dando auxílio à definição de medidas mitigadoras e de programas ambientais.

A caracterização geoquímica, mineralógica e granulométrica dos sedimentos foi principalmente pautada em dados primários. Dados secundários, sobre geoquímica, geologia regional e local de Oriximiná-PA, foram empregados para auxílio na discussão e interpretação dos resultados.

O **Anexo XXXIX** apresenta as fichas de campo referentes às coletas em cada um dos pontos de amostragem de sedimento. Os laudos, contendo os resultados físico-químicos, químicos e biológicos são apresentados no **Anexo XLI** e os laudos mineralógicos são apresentados no **Anexo XLI**.

A campanha de amostragem de sedimento foi realizada no período de 07 a 23 outubro de 2019 em 19 pontos distribuídos ao longo das Bacias do Rio Trombetas e do Rio Nhamundá.

A) Rede de Amostragem

Com vistas à caracterização dos sedimentos dos igarapés afluentes da área de estudos, adotaram-se os seguintes critérios para a alocação dos pontos de coleta de sedimentos:

- Pelo menos um ponto de coleta em cada sub-bacia hidrográfica que apresente alguma relação direta com os platôs objeto do PNM, preferencialmente no exutório de cada sub-bacia, com o intuito de ser mais representativo da integridade da sub-bacia, **Figura 7.2-206**.
- No entorno do Platô do Saracá, por ser a região potencialmente mais afetada pelas operações da MRN devido ao sistema de rejeitos existente (que não se configura como objetivo de licenciamento deste estudo ambiental), procedeu-se a coleta em quatro pontos (SE-SA-30, SE-SA-31, SE-SA-32, SE-SA-33; **Figura 7.2-206**), sendo estes coincidentes com os pontos de monitoramento de água superficial e fauna aquática.
- Como complemento e visando à caracterização dos sedimentos a jusante e a montante da área de estudo, procedeu-se a coleta de sedimentos em quatro pontos na calha principal dos rios Trombetas e Nhamundá, sendo dois pontos a montante (SE-14 e SE-16) e dois pontos a jusante da influência do empreendimento (SE-15 e SE-17; **Figura 7.2-206**).

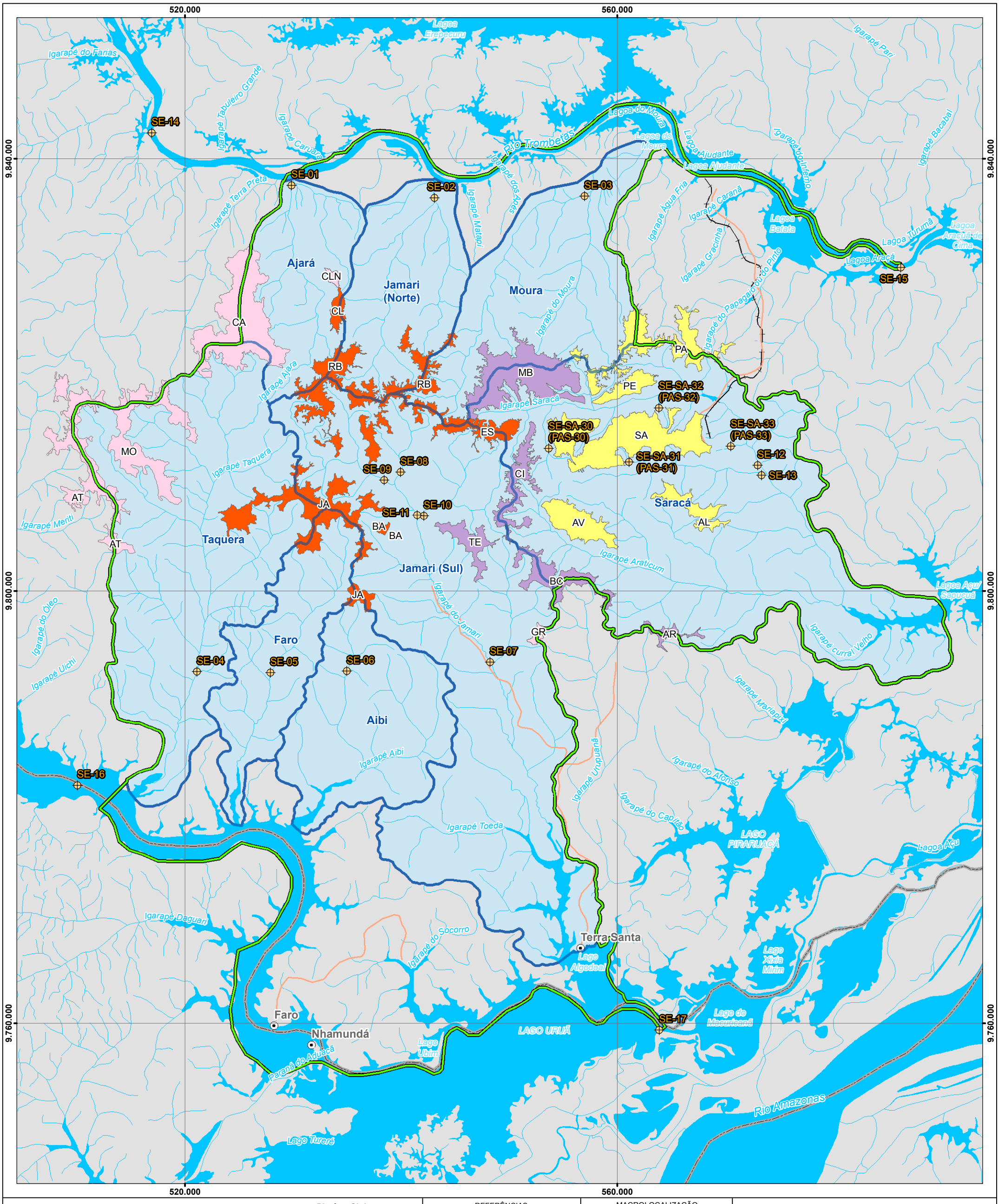
Dessa forma, foram coletadas amostras em pontos da Bacia Hidrográfica do Rio Trombetas nas sub-bacias do Igarapé Ajará, do Igarapé do Jamari e do Igarapé do Moura. Já na Bacia Hidrográfica do Rio Nhamundá os pontos se localizavam nas sub-bacias do Igarapé Taquera, Igarapé do Jamari, Igarapé Faro e Igarapé Saracá. O **Quadro 7.2-43** e **Figura 7.2-206** apresentam os pontos de coleta dos sedimentos e coordenadas, bem como seus enquadramentos nas bacias e sub-bacias hidrográficas.

Quadro 7.2-43. Rede de amostragem de sedimentos (Sirgas 2000).

Nome do Ponto	Coordenadas (Zona 21S)		Bacia Hidrográfica	Sub-Bacia Hidrográfica	Platô	Observação
	X/Leste (m)	Y/Norte (m)				
SE-01	529842.0	9837541.0	Bacia Hidrográfica do Rio Trombetas	Igarapé Ajará	Cipó e Rebolado	
SE-02	543071.0	9836380.0		Igarapé Jamari	Rebolado	
SE-03	556965.0	9836546.0		Igarapé do Moura	Monte Branco e Papagaio	
SE-14	516916.0	9842398.0		Rio Trombetas		
SE-15	586232.0	9829938.0		Rio Trombetas		
SE-04	521098.0	9792537.0	Bacia Hidrográfica do Rio Nhamundá	Igarapé Taquera	Jamari	
SE-05	527891.0	9792434.0		Igarapé Faro	Jamari	
SE-06	534965.0	9792591.0		Igarapé Aibi	Jamari	
SE-07	548225.0	9793416.0		Igarapé do Jamari	Jamari, Escalante, Rebolado, Barone, Teófilo, Bela Cruz	
SE-08	539931.0	9811008.0			Rebolado	
SE-09	538423.0	9810257.0			Jamari e Escalante	
SE-10	542090.0	9806955.0			Escalante	
SE-11	541483.0	9807024.0			Jamari e Escalante	
SE-16	510031.0	9782017.0		Rio Nhamundá		
SE-17	563880.0	9759369.0		Rio Nhamundá		
SE-12	572988.00	9811632.00	Bacia Hidrográfica	Igarapé Saracá	Saracá	Ponto seco não coletado

Nome do Ponto	Coordenadas (Zona 21S)		Bacia Hidrográfica	Sub-Bacia Hidrográfica	Platô	Observação
	X/Leste (m)	Y/Norte (m)				
SE-13	573347.00	9810714.00	do Rio Amazonas		Saracá	Ponto seco não coletado
SE-SA-30	553656.0	9813199.0			Saracá	Coleta de água no ponto SE-SA-30, correspondente.
SE-SA-32	563853.0	9816931.0			Saracá	Coleta de água no ponto SE-SA-32, correspondente.
SE-SA-33	570504.0	9813393.0			Saracá	Coleta de água no ponto SE-SA-33, correspondente.
SE-SA-31	561092.0	9811944.0			Saracá	Coleta de água no ponto SE-SA-31, correspondente.

FORMATO: A3



Referência Locacional
- Sede Municipal
- Limite Estadual

Hidrografia
- Cursos d'água
- Massa d'água
- Sub Bacias Hidrográficas (Platôs)

Área de Estudo
- Meio Físico e Biótico

Platôs
- Objeto do PNM
- Em Operação
- Exauridos
- Demais Platôs

Pontos de Amostragem
- Qualidade dos Sedimentos

Platôs - Siglas

AL - Almeidas	CA - Cruz Alta
AR - Aramã	CL - Cruz Alta Leste
AT - Avertano	CLN - Cruz Alta Leste Norte
AV - Aviso	ES - Escalante
BA - Barone	GR - Greigh
BC - Bela Cruz	JA - Jamari
CI - Cipó	MB - Monte Branco
	MO - Morcego
	PA - Papagaio
	PE - Periquito
	RB - Rebolado
	SA - Saracá
	TE - Teófilo

REFERÊNCIAS

Fontes:
- IBGE, 2017.
- ARCADIS, 2019.

N

0 1,5 3 6 9 12 Km

Sistema de Coordenadas UTM SIRGAS2000 F21S

MACROLOCALIZAÇÃO

Mineração Rio do Norte

ARCADIS

PROJETO:
EIA - PNM

MAPA:
Localização dos pontos de coleta de sedimento, sub-bacias hidrográficas e hidrografia

ELABORADO POR:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
ARCADIS S.A.	1:325.000	Única	26/10/2021

Figura 7.2-206. Localização dos pontos de coleta de sedimento, sub-bacias hidrográficas e hidrografia.

B) Amostragem

a) Pré-Amostragem

Antes da etapa de amostragem foi realizada a verificação e validação de todos os itens necessários para que essa etapa ocorresse dentro dos objetivos de qualidade estabelecidos para o projeto de forma geral, nesta etapa, a Arcadis se certificou que alguns critérios fossem atendidos, tais como:

- Procedimento de amostragem acreditado;

O laboratório Bioagri, responsável pela coleta das amostras, possui acreditação ISO 17025 (Requisitos Gerais para Competência de Laboratórios de Ensaio e Calibração) pela Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro, para o escopo de ensaios em atividades de amostragem ambientais: sedimentos, sob o n° CRL 0172.

b) Amostragem

A etapa de amostragem dos sedimentos foi realizada pela Bioagri seguindo as diretrizes da EPA-823-B-01-002:2001. Todas as amostras foram acompanhadas pela ficha de campo devidamente preenchida e assinada. Além disso, ao chegar no laboratório, as condições dos frascos (integridade e identificação) foram checadas. Em relação a manutenção da temperatura das amostras, esse requisito não foi atendido e, também, não foram geladas durante a amostragem (vide carta de justificativa do laboratório no Bioagri no **Anexo XLIV**), no entanto, o laboratório informa que esse não atendimento não tem impacto significativo nos resultados reportados. As coletas de sedimento foram realizadas utilizando a Draga de Eckman, retirando a quantidade de sedimento suficiente para preencher os frascos (mais ou menos 2 kg). Vale ressaltar que as amostras de sedimento foram quarteadas em campo antes de encher os frascos.

C) Parâmetros Selecionados e Metodologia Analítica

Para caracterização dos sedimentos selecionou-se a análise de parâmetros físicos, químicos e biológicos, considerando as atividades desenvolvidas no empreendimento. A seleção desses parâmetros teve como base a Resolução Conama nº 454/2012 e levando em conta as atividades desenvolvidas na mineração.

O laboratório contratado (Bioagri) é acreditado para os parâmetros de interesse desse projeto, conforme a Norma ABNT NBR ISO/IEC 17025/17 **(Quadro 7.2-44).** Vale destacar que os resultados que por algum motivo não atenderam aos critérios de acreditação são diferenciados dos demais pela ausência do selo de acreditação no laudo.

Quadro 7.2-44. Certificado de acreditação do laboratório e parâmetros acreditados para sedimento.

Parâmetros	Laboratório	Número da acreditação	Data da última revisão do escopo e situação- Verificado em
Coliformes, Sólidos, Metais, Índice de Fenóis, Nitrogênio Amoniacal, Ânions, Óleos e Graxas e pH	Bioagri Ambiental	CRL 0172	24/10/2019 Ativo - 25/11/2019

O **Quadro 7.2-45** lista os parâmetros selecionados, assim como os limites de quantificação, a metodologia adotada e os valores orientadores utilizados na discussão dos resultados desse relatório, Resolução Conama nº 454/2012 – Valores Orientadores (VOR) Nível 1 e 2, uma vez que é a única resolução que trata de sedimento, mesmo referindo-se a material dragado.

Quadro 7.2-45. Parâmetro, limite de quantificação, valores orientadores e metodologia analítica para sedimento.

Parâmetro	Unidade	LQ acreditado	Conama 454/12		Método Analítico/ Método de Preparo
			VOR Nível 1 (mg/kg)	VOR Nível 2 (mg/kg)	
Alumínio	mg/kg	1	-	-	EPA 6010 D:2014 / EPA 3051A:2007
Antimônio	mg/kg	1	-	-	EPA 6010 D:2014 / EPA 3051A:2007
Arsênio	mg/kg	1	5,9	17	EPA 6010 D:2014 / EPA 3051A:2007
Bário	mg/kg	1	-	-	EPA 6010 D:2014 / EPA 3051A:2007
Berílio	mg/kg	1	-	-	EPA 6010 D:2014 / EPA 3051A:2007
Boro	mg/kg	1	-	-	EPA 6010 D:2014 / EPA 3051A:2007
Cádmio	mg/kg	0,1	0,6	3,5	EPA 6010 D:2014 / EPA 3051A:2007
Chumbo	mg/kg	1	35	91,3	EPA 6010 D:2014 / EPA 3051A:2007
Cianeto	mg/kg	0,1	-	-	EPA 9213:1996 / EPA 9010C:2004
Cloreto	mg/kg	5	-	-	EPA 300.0:1993
Cloro	mg/kg	500	-	-	EPA 300.0: 1993 / EPA 5050:1994
Cobalto	mg/kg	1	-	-	EPA 6010 D:2014 / EPA 3051A:2007
Cobre	mg/kg	1	35,7	197	EPA 6010 D:2014 / EPA 3051A:2007
Coliformes Termotolerantes (E. coli)	NMP/g ST	0,25	-	-	SMWW, 23ª Edição, 2017 Método 9223 B
Coliformes Totais	NMP/g ST	0,25	-	-	SMWW, 23ª Edição, 2017 Método 9223 B
Cromo	mg/kg	1	37,3	90	EPA 6010 D:2014 / EPA 3051A:2007
Cromo Hexavalente	mg/kg	0,4	-	-	EPA 6010 D:2014 / EPA 3060A:1996

Parâmetro	Unidade	LQ acreditado	Conama 454/12		Método Analítico/ Método de Preparo
			VOR Nível 1 (mg/kg)	VOR Nível 2 (mg/kg)	
Ferro	mg/kg	1	-	-	EPA 6010 D:2014 / EPA 3051A:2007
Fluoreto	mg/kg	0,5	-	-	EPA 300.0:1993
Fósforo	mg/kg	1	2000		EPA 6010 D:2014 / EPA 3051A:2007
Índice de Fenóis	mg/kg	0,2	-	-	ISO 14402:1999
Lítio	mg/kg	1	-	-	EPA 6010 D:2014 / EPA 3051A:2007
Manganês	mg/kg	1	-	-	EPA 6010 D:2014 / EPA 3051A:2007
Mercúrio	mg/kg	0,05	0,17	0,486	EPA 245.7:2005 / EPA 3052:1996
Molibdênio	mg/kg	1	-	-	EPA 6010 D:2014 / EPA 3051A:2007
Níquel	mg/kg	1	18	35,9	EPA 6010 D:2014 / EPA 3051A:2007
Nitrato (como N)	mg/kg	0,9	-	-	EPA 300.0:1993
Nitrito (como N)	mg/kg	0,2	-	-	EPA 300.0:1993
Nitrogênio Amoniacal	mg/kg	0,5	-	-	SMWW, 23ª Edição, 2017 Método 4500 E
Óleos e Graxas	g/100g	0,05	-	-	SMWW, 23ª Edição, 2017 Método 5520 B e F
Óleos e Graxas Minerais (Hidrocarbonetos)	g/100g	0,05	-	-	SMWW, 23ª Edição, 2017 Método 5520 B e F
Óleos e Graxas Vegetais e Animais	g/100g	0,05	-	-	SMWW, 23ª Edição, 2017 Método 5520 B e F
pH		fev/13	-	-	EPA 9045 D:2004
Porcentagem de Sólidos	% p/p	0,05	-	-	SMWW, 22ª Edição, 2012 Método 2540 G
Prata	mg/kg	1	-	-	EPA 6010 D:2014 / EPA 3051A:2007
Selênio	mg/kg	1	-	-	EPA 6010 D:2014 / EPA 3051A:2007
Sulfato	mg/kg	5	-	-	EPA 300.0:1993
Sulfeto	mg/kg	1	-	-	EPA 9034: 1996 / EPA 9030B:1996

Parâmetro	Unidade	LQ acreditado	Conama 454/12		Método Analítico/ Método de Preparo
			VOR Nível 1 (mg/kg)	VOR Nível 2 (mg/kg)	
Surfactantes (como LAS)	mg/kg	-	-	-	ISO 16265: 2009 / ABNT NBR 10006:2004 ABNT NBR 15702: 2009
Urânio	mg/kg	1	-	-	EPA 6010 D:2014 / EPA 3051A:2007
Vanádio	mg/kg	1	-	-	EPA 6010 D:2014 / EPA 3051A:2007
Zinco	mg/kg	1	123	315	EPA 6010 D:2014 / EPA 3051A:2007
Difração de Raio-X	-	-	-	-	Método de *Rietveld*
Granulometria	-	-	-	-	ISO 13320:2009

Legenda: LQ - Limite de Quantificação; VOR - Valor orientador. Nível 1- limiar abaixo do qual há menor probabilidade de efeitos adversos à biota; Nível 2 - limiar acima do qual há maior probabilidade de efeitos adversos à biota.

A análise dos limites de quantificação (LQ) dos parâmetros consistiu em realizar a verificação se os mesmos se encontravam inferiores, ou no máximo iguais, aos valores normativos/orientados supracitados.

Sendo assim, a partir dessa verificação, constatou-se que todos os parâmetros analisados registraram com valores de LQ inferiores aos respectivos VOR, além disso, com exceção dos Surfactantes (como LAS), todos são acreditados, garantindo assim, a representatividade dos resultados publicados.

- Caracterização Geoquímica

As metodologias adotadas de análise e preparo, para a caracterização da composição do sedimento, encontram-se disponíveis no **Quadro 7.2-45.**

- Caracterização Mineralógica

A caracterização mineralógica foi realizada por difração de Raio-X, que permite a identificação mineral pela caracterização de sua estrutura cristalina. Entende-se por difração o desvio na propagação retilínea de uma onda, quando um obstáculo se interpõe ao seu trajeto. A difração de raios X pelos cristais resulta de um processo em que os raios X são espalhados pelos elétrons dos átomos do cristal, sem mudanças de comprimento de onda. O resultado desse tipo de análise é apresentado sob a forma de um gráfico denominado difratograma (**Anexo XLII**). Para o caso do equipamento utilizado no laboratório do CPMTC – UFMG, o material analisado foi pulverizado e a quantificação dos minerais foi realizada pelo método de *Rietveld*.

- Caracterização Granulométrica

A caracterização granulométrica dos sedimentos foi realizada por difração a laser, com intervalo de detecção compreendido entre 0,01 µm até 4 mm, atendendo a classificação granulométrica apresentada na Resolução Conama nº 454/2012, que se baseia na escala de *Wentworth* (1922). Nesse contexto, as seguintes classes granulométricas foram consideradas:

- Areia Muito Grossa (2 a 1 mm)
- Areia Grossa (1 a 0,5 mm)
- Areia Média (0,5 a 0,25 mm)
- Areia Fina (0,25 a 0,125 mm)
- Areia Muito Fina (0,125 a 0,062 mm)
- Silte (0,062 a 0,00394 mm)
- Argila (0,00394 a 0,0002 mm)

D) Resultados

Para avaliar a qualidade dos resultados analíticos, utilizaram-se ferramentas que aplicadas de forma sistemática, verificam a qualidade e veracidade dos dados, tornando-os representativos e confiáveis, são elas: análise de Limite de Quantificação (LQ) e Valores Orientadores (VOR) Branco do Método, Amostras de Controle de Laboratório (LCS).

- LQ x VOR

Ao analisar os valores adotados de LQ em relação aos VOR definidos para os níveis 1 e 2 da Resolução Conama nº 454/2012, constatou-se que todos os parâmetros analisados possuem valores de LQ inferiores aos respectivos VOR, garantindo a representatividade dos resultados publicados.

- Quadro Surrogates, Branco do Método e LCS

Compostos traçadores (surrogates), ou compostos de monitoramento do sistema, são substâncias normalmente sintéticas, deuteradas ou não encontradas facilmente na natureza, que são incorporadas às amostras. Estes analitos têm características similares aos analitos de interesse, portanto a análise dos compostos surrogates é usada como uma medida de exatidão para julgar o efeito da matriz da amostra na recuperação dos analitos de interesse. Sua determinação é feita juntamente com os demais parâmetros e o resultado é expresso em porcentagem de recuperação da quantidade inicial.

Os resultados de surrogates, para o laboratório Bioagri, mostraram-se satisfatórios, com valores de recuperação dos compostos dentro dos intervalos aceitáveis.

O Branco do Método é usado para determinar a contribuição dos reagentes e das etapas de preparação analítica para a incerteza de medição, verificando se os analitos ou interferentes estão presentes dentro do processo ou sistema analítico. Para isso são utilizadas amostras de água deionizada, nas quais são adicionados, no mesmo volume e proporção, reagentes e preservantes inerentes ao método testado. Essas amostras passam por todas as etapas analíticas desde o preparo até a análise.

O LCS ou branco fortificado é um branco do método, contendo os mesmos reagentes e preservantes, no qual uma concentração conhecida do analito de interesse é adicionado com

intuito de avaliar a qualidade do procedimento analítico e sua exatidão. Sua avaliação é feita juntamente com os demais parâmetros e o resultado é expresso em porcentagem de recuperação da quantidade esperada.

Os resultados dos brancos foram inferiores ao LQ e os resultados de LCS apresentaram-se dentro da faixa de aceitação.

Os controles de qualidade supracitados foram verificados nos laudos analíticos disponibilizados em PDF pelo laboratório (**Anexo XLII**).

As informações observadas em campo para a campanha realizada no período de 07 a 23 de outubro de 2019 estão resumidas no **Quadro 7.2-46** a seguir.

Quadro 7.2-46. Registros de campo dos pontos de coleta de sedimento.

Ponto	Data da Coleta	Hora da Coleta	Chuva nas Últimas 24h	Condições Climáticas	Condições de Entorno	Odor da Amostra	Ponto de coleta	Local	Aspecto da Amostra
SE-01	20/10/2019	10:46	Sim	Céu nublado	Rio	Característico	Presença de matéria orgânica, folhas, galhos e lodo. Sólidos (areia, terra)	Margem direita	Sedimento
SE-02	20/10/2019	10:03	Sim	Céu nublado	Rio	Característico	Presença de matéria orgânica, folhas, galhos e lodo. Sólidos (areia, terra)	Margem direita	Sedimento
SE-03	20/10/2019	09:22	Sim	Céu claro	Rio	Característico	Presença de matéria orgânica, folhas, galhos e lodo. Sólidos (areia, terra)	Margem direita	Sedimento
SE-04	23/10/2019	10:40	Não	Céu claro	Rio	Característico	Presença de matéria orgânica, folhas, galhos e lodo. Sólidos (areia, terra)	Margem direita	Sedimento
SE-05	23/10/2019	11:15	Não	Céu claro	Rio	Característico	Presença de matéria orgânica, folhas, galhos e lodo. Sólidos (areia, terra)	Margem direita	Sedimento

Ponto	Data da Coleta	Hora da Coleta	Chuva nas Últimas 24h	Condições Climáticas	Condições de Entorno	Odor da Amostra	Ponto de coleta	Local	Aspecto da Amostra
SE-06	23/10/2019	11:52	Não	Céu claro	Rio	Característico	Presença de matéria orgânica, folhas, galhos e lodo. Sólidos (areia, terra)	Margem direita	Sedimento
SE-07	23/10/2019	12:30	Não	Céu claro	Rio	Característico	Presença de matéria orgânica, folhas, galhos e lodo. Sólidos (areia, terra)	Margem direita	Sedimento
SE-08	17/10/2019	12:40	Sim	Céu nublado	Mata ciliar e presença de animais	Característico	Presença de matéria orgânica, folhas, galhos e lodo. Sólidos (areia, terra)	Não se aplica	Sedimento
SE-09	17/10/2019	09:45	Sim	Céu nublado	Mata ciliar e presença de animais	Característico	Presença de matéria orgânica, folhas, galhos e lodo. Sólidos (areia, terra)	Não se aplica	Sedimento
SE-10	18/10/2019	11:44	Sim	Céu claro	Mata ciliar e presença de animais	Característico	Presença de matéria orgânica, folhas, galhos e lodo. Sólidos (areia, terra)	Margem esquerda	Sedimento

Ponto	Data da Coleta	Hora da Coleta	Chuva nas Últimas 24h	Condições Climáticas	Condições de Entorno	Odor da Amostra	Ponto de coleta	Local	Aspecto da Amostra
SE-11	18/10/2019	11:34	Sim	Céu claro	Mata ciliar e presença de animais	Característico	Presença de matéria orgânica, folhas, galhos e lodo. Sólidos (areia, terra)	Margem esquerda	Sedimento
SE-14	20/10/20196	11:15	Sim	Céu claro	Rio	Característico	Presença de matéria orgânica, folhas, galhos e lodo. Sólidos (areia, terra)	Margem direita	Sedimento
SE-15	20/10/2019	08:04	Sim	Céu nublado	Rio	Característico	Presença de matéria orgânica, folhas, galhos e lodo. Sólidos (areia, terra)	Margem direita	Sedimento
SE-16	23/10/2019	10:05	Não	Céu claro	Rio	Característico	Presença de matéria orgânica, folhas, galhos e lodo. Sólidos (areia, terra)	Margem direita	Sedimento
SE-17	23/10/2019	13:31	Não	Céu claro	Rio	Característico	Presença de matéria orgânica, folhas, galhos e lodo. Sólidos (areia, terra)	Margem esquerda	Sedimento

Ponto	Data da Coleta	Hora da Coleta	Chuva nas Últimas 24h	Condições Climáticas	Condições de Entorno	Odor da Amostra	Ponto de coleta	Local	Aspecto da Amostra
SE-SA-30	07/10/2019	10:10	Não	Céu claro	Mata ciliar e presença de animais	Característico	Sólidos (areia, terra)	Margem esquerda	Sedimento
SE-SA-31	07/10/2019	13:00	Não	Céu claro	Mata ciliar e presença de animais	Característico	Água/efluente corrente	Margem esquerda	Sedimento
SE-SA-32	07/10/2019	07:33	Não	Céu claro	Mata ciliar e presença de animais	Característico	Sólidos (areia, terra)	Margem esquerda	Sedimento
SE-SA-33	07/10/2019	14:50	Não	Céu claro	Mata ciliar e presença de animais	Característico	Sólidos (areia, terra)	Margem esquerda	Sedimento

a) Caracterização Geoquímica dos Sedimentos

O **Quadro 7.2-47** apresenta os resultados das análises de laboratório dos parâmetros físico-químicos, químicos e biológicos monitorados e a comparação destes com os valores orientadores da Resolução Conama nº 454/2012. A **Figura 7.2-207** mostra a localização dos pontos que apresentaram parâmetros quantificados acima dos valores orientadores adotados, sendo eles: Níquel (ponto SE-17), Cobre (pontos SE-17, SE-01, SE-14) e Cromo (pontos SE-04, SE-05, SE-06, SE-07, SE-AS-30). No **Quadro 7.2-47**e **Anexo XLI e Anexo XLII** constam os laudos analíticos que subsidiaram a análise da qualidade e a caracterização mineralógica dos sedimentos, respectivamente.

Quadro 7.2-47. Resultados das análises dos parâmetros físico-químicos, químicos e biológicos no sedimento.

Parâmetros	Unidade	Conama 454		SE-14	SE-16	SE-04	SE-01	SE-05	SE-06	SE-09	SE-08	SE-11	SE-02	SE-10	SE-07	SE-SA-30	SE-03	SE-SA-31	SE-SA-32	SE-SA-33	SE-17	SE-15
		VOR Nível 1 (mg/kg)	VOR Nível 2 (mg/kg)																			
Alumínio	mg/kg	-	-	18800	1510	1000	17900	217	377	211	209	236	8370	229	6450	1150	10500	1060	242	659	16000	8870
Antimônio	mg/kg	-	-	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Arsênio	mg/kg	5,9	17	1,2	< 1	< 1	1,1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	5,5	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	3,2	< 1
Bário	mg/kg	-	-	70,5	1,1	1,2	56,2	1,4	1,2	< 1	< 1	< 1	30,1	< 1	2,7	< 1	65,8	< 1	< 1	< 1	115	44,1
Berílio	mg/kg	-	-	< 1	< 1	< 1	<1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Boro	mg/kg	-	-	7,3	1,9	< 1	4,5	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	1,9	< 1	38,5	1,3	9	< 1	< 1	< 1	31,7	6,3
Cádmio	mg/kg	0,6	3,5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Chumbo	mg/kg	35	91,3	24,2	1,8	1,6	17,1	< 1	1	1	1,5	1,4	11,5	1,1	3,4	2,4	14,5	2,6	< 1	1,4	16,1	10,5
Cianeto	mg/kg	-	-	< 1,8	< 1,3	< 1,3	< 2,6	< 1,2	< 1,3	< 1,2	< 1,3	< 1,2	< 3,3	< 1,3	< 1,3	< 1,4	< 2,4	< 1,4	< 1,2	< 1,3	< 1,5	< 2,2
Cloreto	mg/kg	-	-	< 8	< 6	< 6	< 10	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	< 20	< 6	< 6	< 7	< 10	< 6	< 6	< 6	< 7	< 10
Cloro	mg/kg	-	-	< 500	< 500	< 500	< 500	< 500	< 500	< 500	< 500	< 500	< 500	536	< 500	< 500	< 500	< 500	< 500	< 500	< 500	< 500
Cobalto	mg/kg	-	-	1,2	< 1	< 1	1,1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	4,3	< 1	< 1	< 1	13,5	2,2
Cobre	mg/kg	35,7	197	47,5	34,5	12,1	37,8	22,3	19	< 1	3	6,8	31,8	5,7	30,4	21	29,3	23	15,6	33,1	55,8	31
Coliformes Termotolerantes (*E. coli*)	NMP/g ST	-	-	< 0,44	< 0,32	< 0,33	< 0,65	< 0,31	1	< 0,31	< 0,32	3	< 0,83	< 0,32	2	< 0,36	< 0,59	< 0,34	< 0,31	< 0,34	2	< 0,55
Coliformes Totais	NMP/g ST	-	-	65	4190	273	42	19200	5	1300	1500	2900	118	105	60	4	9	5	8100	341	253	16
Cromo	mg/kg	37,3	90	16,7	34,7	60,4	16,5	48,1	43,3	< 1	< 1	< 1	9	1,1	55,2	66,7	15,5	1,6	< 1	< 1	33	12,1
Cromo Hexavalente	mg/kg	-	-	< 0,58	< 0,42	< 0,44	< 0,87	< 0,41	< 0,43	< 0,41	< 0,42	< 0,41	< 1,1	< 0,43	< 0,43	< 0,48	< 0,77	< 0,45	< 0,4	< 0,44	< 0,49	< 0,72
Ferro	mg/kg	-	-	7910	1400	507	3790	343	333	101	87,7	103	1340	72,8	42200	939	8940	404	101	340	31000	8140
Fluoreto	mg/kg	-	-	< 0,8	< 0,6	< 0,6	< 1	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 2	< 0,6	< 0,6	< 0,7	< 1	< 0,6	< 0,6	< 0,6	1,32	< 1
Fósforo	mg/kg	2000		142	6,2	19	325	7,4	4,6	5,4	8,2	3,2	251	4,2	145	8,2	255	13,2	4,9	9,9	245	145
Índice de Fenóis	mg/kg	-	-	< 0,71	< 0,52	< 0,54	< 1	< 0,48	< 0,52	< 0,5	< 0,51	< 0,5	< 1,3	< 0,51	< 0,52	< 0,58	< 0,95	< 0,55	< 0,49	< 0,54	< 0,59	< 0,89
Lítio	mg/kg	-	-	7,17	< 1	< 1	4,56	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	2,26	< 1	< 1	< 1	4,52	< 1	< 1	< 1	25,2	3,57
Manganês	mg/kg	-	-	21,8	6,2	6,1	26,3	3,6	4,5	2,1	3,2	1,6	8	2,5	7,1	25,3	101	9,1	2,3	1,1	310	53,5
Mercúrio	mg/kg	0,17	0,486	0,13	< 0,05	< 0,05	0,138	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,126	< 0,05	0,129	< 0,05	0,0853	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,0611
Molibdênio	mg/kg	-	-	< 1	2,1	3,1	< 1	2,9	3	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	2,5	3,1	< 1	< 1	< 1	< 1	1,7	< 1
Níquel	mg/kg	18	35,9	3	11,4	17,4	4,4	15,5	16,4	< 1	< 1	< 1	2,2	< 1	7,8	15,8	4,6	< 1	< 1	< 1	22,6	3,6
Nitrato (como N)	mg/kg	-	-	2,03	< 1	< 1	< 3	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 3	< 1	< 1	< 1	< 2	< 1	< 1	< 1	< 1	< 2
Nitrito (como N)	mg/kg	-	-	1,05	0,35	0,21	< 0,5	< 0,2	< 0,2	0,34	< 0,2	0,34	< 0,6	< 0,2	< 0,2	< 0,3	< 0,4	< 0,3	< 0,2	< 0,2	< 0,3	< 0,4

Parâmetros	Unidade	Conama 454		SE-14	SE-16	SE-04	SE-01	SE-05	SE-06	SE-09	SE-08	SE-11	SE-02	SE-10	SE-07	SE-SA-30	SE-03	SE-SA-31	SE-SA-32	SE-SA-33	SE-17	SE-15
		VOR Nível 1 (mg/kg)	VOR Nível 2 (mg/kg)																			
Nitrogênio Amoniacal	mg/kg	-	-	**10,6**	**2,5**	**1,9**	**4,5**	**2,1**	**2**	**1,2**	**1,5**	**0,8**	**8,1**	**0,9**	**1,7**	**5,7**	**10,5**	**3,3**	**5,4**	**5,9**	**2**	**5,4**
Óleos e Graxas	g/100g	-	-	< 0,087	< 0,05	< 0,05	< 0,13	< 0,05	< 0,05	< 0,062	< 0,063	< 0,063	< 0,16	< 0,064	< 0,05	< 0,073	< 0,12	< 0,068	< 0,061	< 0,066	< 0,05	< 0,11
Óleos e Graxas Minerais (Hidrocarbonetos)	g/100g	-	-	< 0,087	< 0,05	< 0,05	< 0,13	< 0,05	< 0,05	< 0,062	< 0,063	< 0,063	< 0,16	< 0,064	< 0,05	< 0,073	< 0,12	< 0,068	< 0,061	< 0,066	< 0,05	< 0,11
Óleos e Graxas Vegetais e Animais	g/100g	-	-	< 0,087	< 0,05	< 0,05	< 0,13	< 0,05	< 0,05	< 0,062	< 0,063	< 0,063	< 0,16	< 0,064	< 0,05	< 0,073	< 0,12	< 0,068	< 0,061	< 0,066	< 0,05	< 0,11
pH (Suspensão 1:1)		-	-	**4,42**	**5,59**	**6,21**	**5,53**	**5,95**	**5,66**	**5,92**	**5,6**	**5,42**	**4,58**	**5,06**	**6,06**	**5,68**	**6,83**	**5,79**	**5,38**	**5,38**	**6,79**	**6,63**
Prata	mg/kg	-	-	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Selênio	mg/kg	-	-	< 1	< 1	< 1	<1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Sulfato	mg/kg	-	-	< 8	< 6	< 6	< 10	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	< 20	< 6	< 6	< 7	< 10	< 6	< 6	< 6	< 7	< 10
Sulfeto	mg/kg	-	-	< 1,7	< 1,3	< 1,3	< 1	< 1,2	< 1,3	< 1,2	< 1,3	< 1,2	< 1	< 1,3	< 1,3	< 1,5	< 1	< 1,4	< 1,2	< 1,3	< 1,5	< 1
Surfactantes (como LAS)	mg/kg	-	-	**0,8**	< 0,51	< 0,54	**2**	**0,5**	< 0,52	< 0,5	< 0,51	< 0,5	**3,3**	< 0,52	**0,6**	< 0,58	**2**	**1,2**	< 0,49	< 0,54	**0,9**	**1,6**
Urânio	mg/kg	-	-	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Vanádio	mg/kg	-	-	**33,7**	**3,6**	< 1	**18,2**	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	**10,7**	< 1	**108**	**3,1**	**18,6**	**1,8**	< 1	< 1	**42,4**	**12,1**
Zinco	mg/kg	123	315	**31,6**	**9,6**	**8,7**	**22**	**7,2**	**6,7**	**52,1**	**7,4**	**8,4**	**13,2**	**7,6**	**9,9**	**12**	**36,2**	**10,5**	**8,8**	**13,2**	**71,5**	**31,9**

LEGENDA: Nível 1- limiar abaixo do qual há menor probabilidade de efeitos adversos à biota; Nível 2 - limiar acima do qual há maior probabilidade de efeitos adversos à biota.

FORMATO: A3

520.000 560.000 9.840.000 9.800.000 9.760.000

SE-14 SE-01 SE-02 SE-03 SE-15 SE-16 SE-17 SE-04 SE-05 SE-06 SE-07 SE-08 SE-09 SE-10 SE-11 SE-12 SE-13 SE-SA-30 (PAS-30) SE-SA-31 (PAS-31) SE-SA-32 (PAS-32) SE-SA-33 (PAS-33) PAS-9

Jamari (Norte) Ajará Moura Taquera Faro Jamari (Sul) Aibi Saracá

CA CL CLN RB MB ES CI JA BA TE BC GR AR AV AL PA PE SA AT MO

Igarapé do Farias Paraná Abuzinho Igarapé Tabuleiro Grande Igarapé Caraúna Rio Trombetas Lagoa do Moura Igarapé Pará Igarapé Bacabal Lagoa Ajudante Igarapé do Inferno Igarapé Androbal Grande Igarapé Terra Preta Igarapé Ajará Igarapé dos Apes Igarapé Matapi Igarapé do Moura Igarapé Água Fria Igarapé Caraná Igarapé Gracinha Lagoa Turumã Lagoa Araçá Igarapé Maiatuba Igarapé do Papagaio do Pinto Igarapé Surumãma Igarapé Saracá Igarapé Meriti Igarapé Taquera Igarapé do Óleo Igarapé Uichi Igarapé Araticum Igarapé Urupuanã Igarapé Currai Velho Igarapé Marapixi Igarapé do Jamari Igarapé Aibi Igarapé Toeda Igarapé do Afonso Igarapé do Capitão Lagoa Açu Igarapé Daguari Igarapé do Socorro Lago Xiaca Grande Rio Nhamundá Paraná do Aduacá Lago do Marjapanã Lago Tureré Rio Amazonas Igarapé Jurutí Grande

Terra Santa Faro Nhamundá

Platôs - Siglas

AL - Almeidas
AR - Aramã
AT - Avertano
AV - Aviso
BA - Barone
BC - Bela Cruz
CI - Cipó
CA - Cruz Alta
CL - Cruz Alta Leste
CLN - Cruz Alta Leste Norte
ES - Escalante
GR - Greigh
JA - Jamari
MB - Monte Branco
MO - Morcego
PA - Papagaio
PE - Periquito
RB - Rebolado
SA - Saracá
TE - Teófilo

Referência Locacional
Sede Municipal
Limite Estadual

Hidrografia
Cursos d'água
Massa d'água
Sub-Bacias Hidrográficas

Sistema de Transporte
Rodoviário
Ferroviário

Área de Estudo
Meio Físico e Biótico

Platôs
Objeto do PNM
Em Operação
Exauridos
Demais Platôs

Pontos de Coleta de Sedimentos
Localização

Parâmetros - Qualidade dos Sedimentos Acima dos Limites CONAMA 454/2012
Níquel
Cromo
Cobre

REFERÊNCIAS

Fontes:
- IBGE, 2017.
- ARCADIS, 2019.

N
0 1,5 3 6 9 12 Km
Sistema de Coordenadas UTM SIRGAS2000 F21S

MACROLOCALIZAÇÃO

Venezuela Suriname Guiana Guiana Francesa RR AP AM PA

Mineração Rio do Norte ARCADIS

PROJETO: **EIA - PNM**

MAPA: **Pontos de Amostragem em Desacordo com Resolução CONAMA nº 454/12 - Sedimentos**

ELABORADO POR:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
ARCADIS S.A.	1:350.000	Única	26/10/2021

Figura 7.2-207. Pontos de Amostragem em Desacordo com Resoluções Conama nº 454/12.

b) Caracterização Granulométrica dos Sedimentos

A classificação granulométrica, baseada na Escala Granulométrica de *Wentworth* (1922), é apresentada na **Figura 7.2-208**, para as 19 amostras de sedimento coletadas. Os laudos analíticos encontram-se no **Anexo XLI**. O enquadramento dessas amostras no Diagrama de *Shepard* (**Figura 7.2-209**) evidencia a dominância das classes areia e silte. Classificam-se como Areia as amostras dos pontos SE-05, SE-06, SE-08, SE-09, SE-10, SE-11, SE-16, SE-SA-30, SE-SA-31, SE-SA-32, como Areia siltosa os pontos SE-04, SE-07, SE-14, como Silte arenoso os pontos SE-01, SE-02, SE-03, SE-15 e como Silte o ponto SE-17.

Para a amostra do Ponto SE-SA-32 partículas maiores que a granulometria de 4 mm (limite de leitura do equipamento empregado) foram obtidas. Assim, procedeu-se um peneiramento prévio na amostra, para que a mesma pudesse ser lida. Por esse motivo, os resultados apresentados para esse ponto nas **Figura 7.2-208** e **Figura 7.2-209** só representam a caracterização das frações mais finas do que 4 mm.

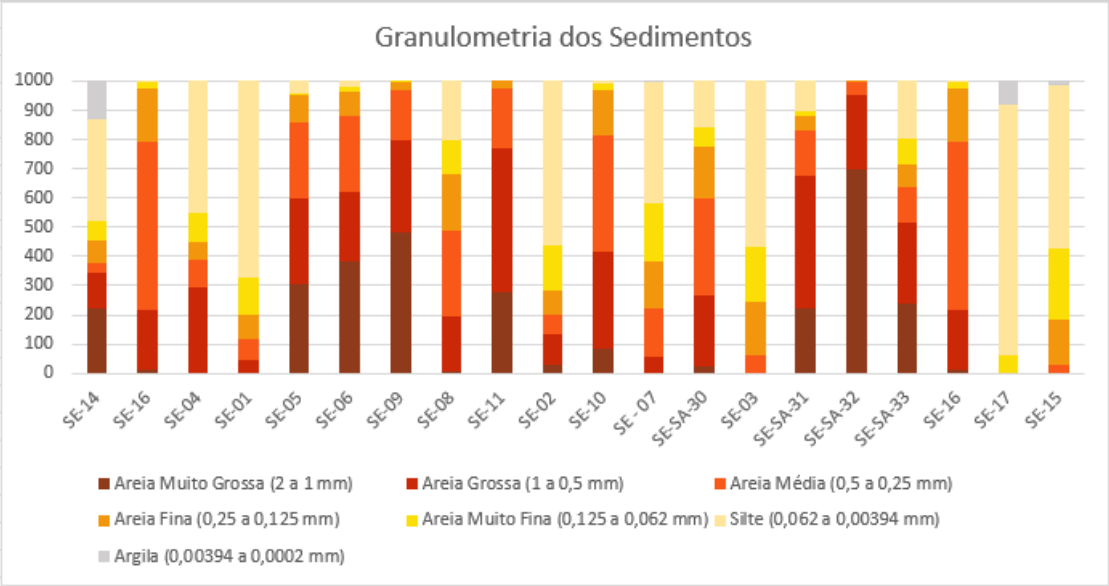


Figura 7.2-208. Caracterização granulométrica dos sedimentos de acordo com as classes apresentadas no Conama Nº 454/2012, com os pontos dispostos em ordem unifilar.

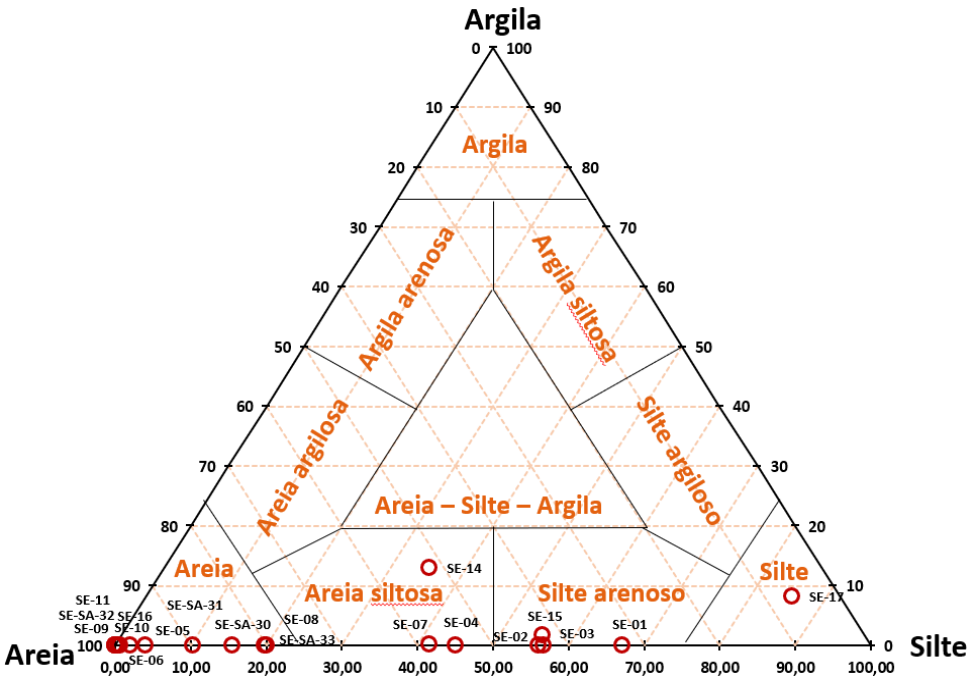


Figura 7.2-209. Diagrama de Shepard contendo os resultados das análises granulométricas das amostras de sedimento dos igarapés e rios da região do empreendimento.

c) Caracterização Mineralógica dos Sedimentos

A **Tabela 7.2-4** e a **Figura 7.2-210** apresentam os resultados da composição mineralógica para os pontos monitorados.

Tabela 7.2-4. Composição Mineralógica para os pontos monitorados.

Amostra	Quartzo	Gibbsita	Caolinita	Muscovita	Illita	Albita	Microclina	Diquita
SE-01	27,20%	4,40%	68,40%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
SE-02	15,80%	1,90%	82,20%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
SE-03	62,80%	1,60%	33,70%	0,00%	0,00%	190,00%	0,00%	0,00%
SE-04	100%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
SE-05	100%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
SE-06	100%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
SE-07	100%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
SE-08	100%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
SE-09	100%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
SE-10	100%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
SE-11	100%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
SE-14	13%	2,20%	84,40%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
SE-15	50,20%	1,60%	42,20%	0,00%	0,00%	0,00%	5,50%	0,00%
SE-16	98,60%	0,80%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,60%

Amostra	Quartzo	Gibbsita	Caolinita	Muscovita	Illita	Albita	Microclina	Diquita
SE-17	44,30%	0,00%	10,40%	23,90%	21,40%	0,00%	0,00%	0,00%
SE-SA-30	97,90%	1,60%	0,50%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
SE-SA-31	100%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
SE-SA-32	99%	1%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
SE-SA-33	100%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

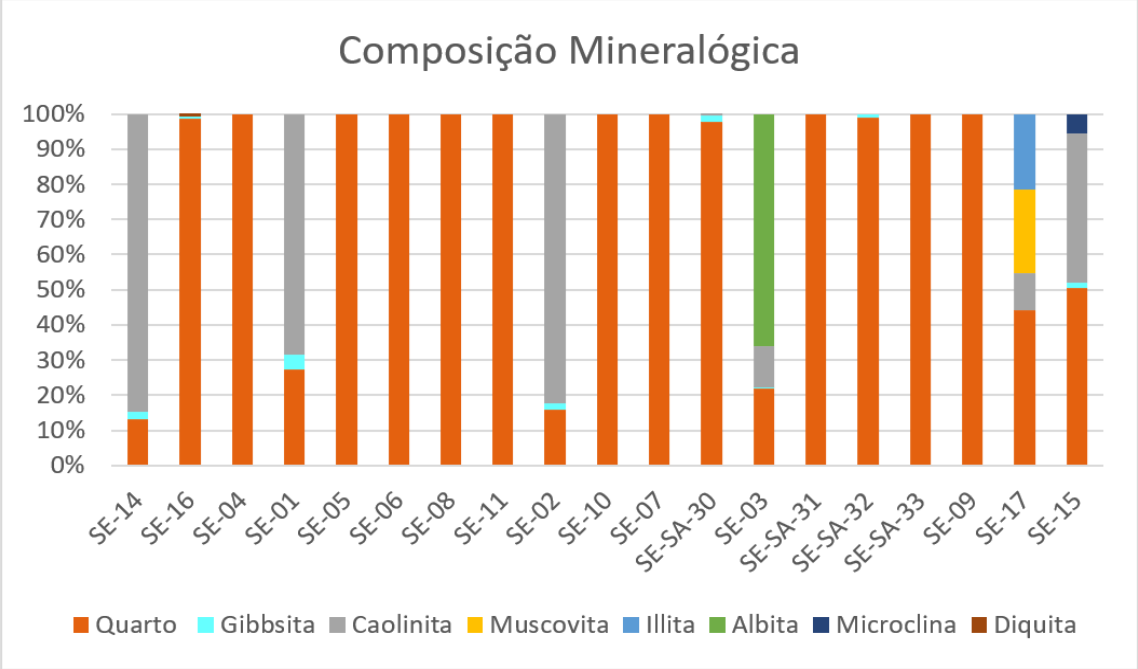


Figura 7.2-210. Composição mineralógica das amostras de sedimento.

E) Discussão dos Resultados

a) Caracterização Geoquímica dos Sedimentos

Nesse tópico serão apresentados os gráficos, gerados em Excel, dos parâmetros que atenderam às seguintes premissas:

- Ter valores orientadores na Resolução Conama nº 454/2012;
- Ser relevante em relação ao contexto ambiental da área de estudo, ou para a discussão de outros parâmetros avaliados, incluindo aqueles que foram quantificados acima do VOR;
- Apresentar resultado acima do LQ para pelo menos um ponto monitorado.

pH

A análise do pH em sedimentos é realizada para avaliar o comportamento do material sólido em presença de água. O valor de pH reflete o comportamento químico da drenagem do material e associa-se as taxas de reação e solubilização dos minerais nos sedimentos (PRICE, 1997).

Para os pontos avaliados a média dos resultados de pH foi de 5,71, com valor máximo de 6,83 no ponto SE-03 e mínimo de 4,42 no ponto SE-14, evidenciando um caráter ácido para os sedimentos da região avaliados (**Figura 7.2-211**).

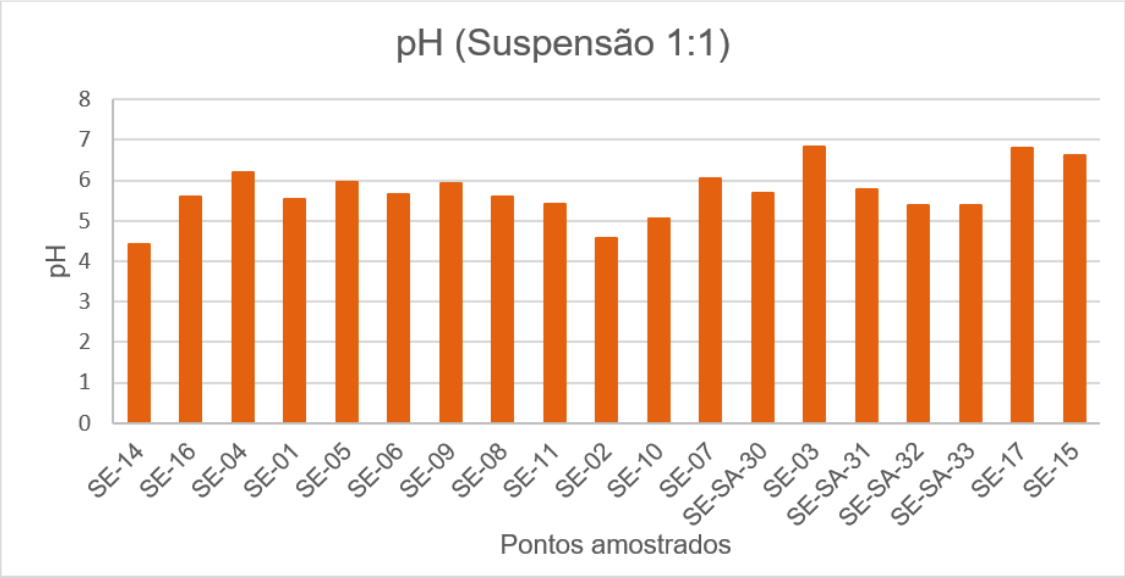


Figura 7.2-211. Gráfico do Potencial Hidrogeniônico (pH) dos sedimentos.

Coliformes totais e termotolerantes

Os coliformes termotolerantes são micro-organismos indicadores de contaminação fecal, que podem apresentar caráter patogênico, já que são encontrados nas fezes de animais de sangue quente, inclusive dos seres humanos. O principal representante desse grupo de bactérias chama-se Escherichia coli e sua concentração na amostra possui relação direta com o grau de contaminação fecal desta (Funasa, 2013).

Para todas as amostras avaliadas foi constatada a presença de coliformes totais **(Figura 7.2-212**) que são organismos presentes naturalmente em água, solo e vegetação, portanto, esperado ser observado nos sedimentos. Contudo, esses resultados foram obtidos com o prazo de validade (holding time-HT) vencido, o que pode ter interferido nos resultados das análises.

Já para o parâmetro Coliformes Termotolerantes (*E. coli*), apenas 21% das amostras apresentaram valores acima do LQ (**Figura 7.2-213**), no entanto, as amostras também ultrapassaram o HT, o que pode ter causado interferências nos resultados. Vale ressaltar que para esse parâmetro grandes variações no LQ foram observadas, o que ocasionou a falsa sensação de elevada variabilidade da concentração entre os pontos.

Além disso, esses parâmetros não possuem valores orientadores nas legislações empregadas para sedimento e, pelo uso ocupação do solo e o volume dos corpos d'água na região, é esperado que não sejam parâmetros críticos.

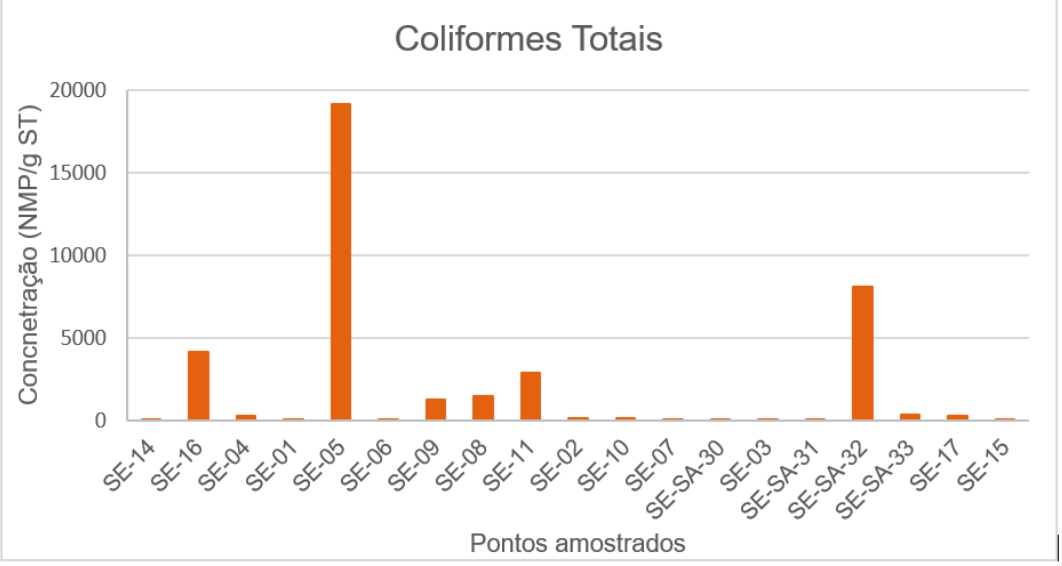


Figura 7.2-212. Gráfico da concentração de Coliformes Totais nas amostras de sedimento.

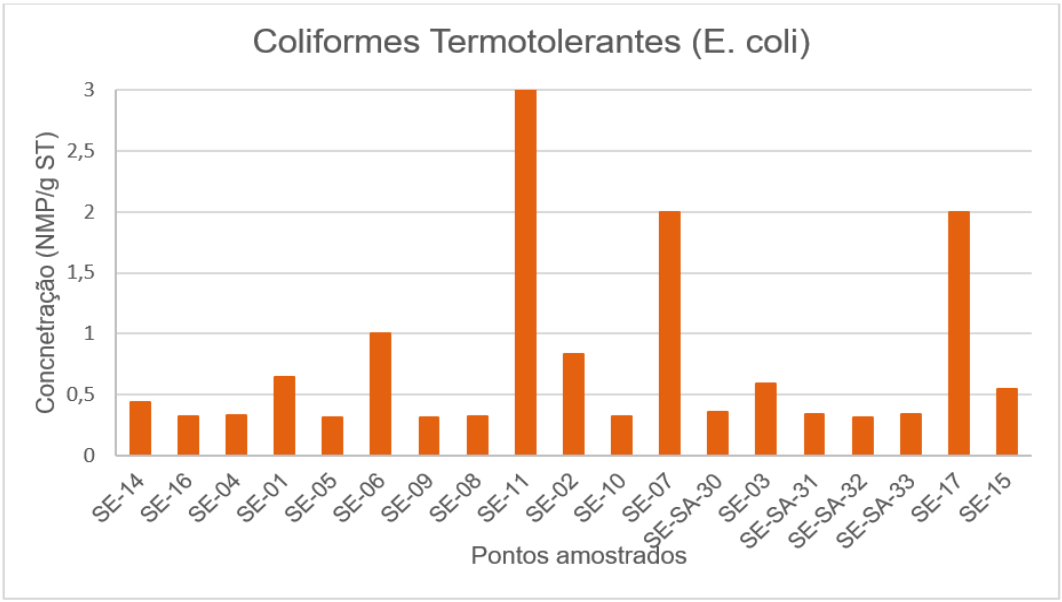


Figura 7.2-213. Gráfico da concentração de Coliformes Termotolerantes (*E. coli*) nas amostras de sedimento.

Metais

Dos 21 metais analisados, os seguintes não foram quantificados em nenhuma das amostras coletadas: Antimônio, Berílio, Cádmio, Cromo Hexavalente, Prata, Selênio e Urânio.

Dentre os metais quantificados, destacam-se o Alumínio, Ferro, Manganês e Zinco, que foram detectados em todas as amostras, além do Cobre, Cromo e Níquel, que apresentaram alguns valores superiores ao VOR Nível 1 da Resolução Conama nº 454/2012.

O Alumínio foi detectado em 100% das amostras de sedimento analisadas, com concentração média de 4.946,8 mg/kg, valor mínimo de 209 mg/kg no ponto SE-08 e máximo de 18.800 mg/kg no ponto SE-14 (ponto localizado no Rio Trombetas, a montante da influência do empreendimento). Valores elevados também foram observados nos pontos SE-01, SE-02, SE-03, SE-15, posicionados na Bacia Hidrográfica do Rio Trombetas, e SE-17 (**Figura 7.2-214**). A presença de altas concentrações desse elemento nos sedimentos, principalmente para os pontos característicos da Bacia Hidrográfica do rio Trombetas, provavelmente está associada à geologia do local, onde é típica a ocorrência de mineralizações de Alumínio.

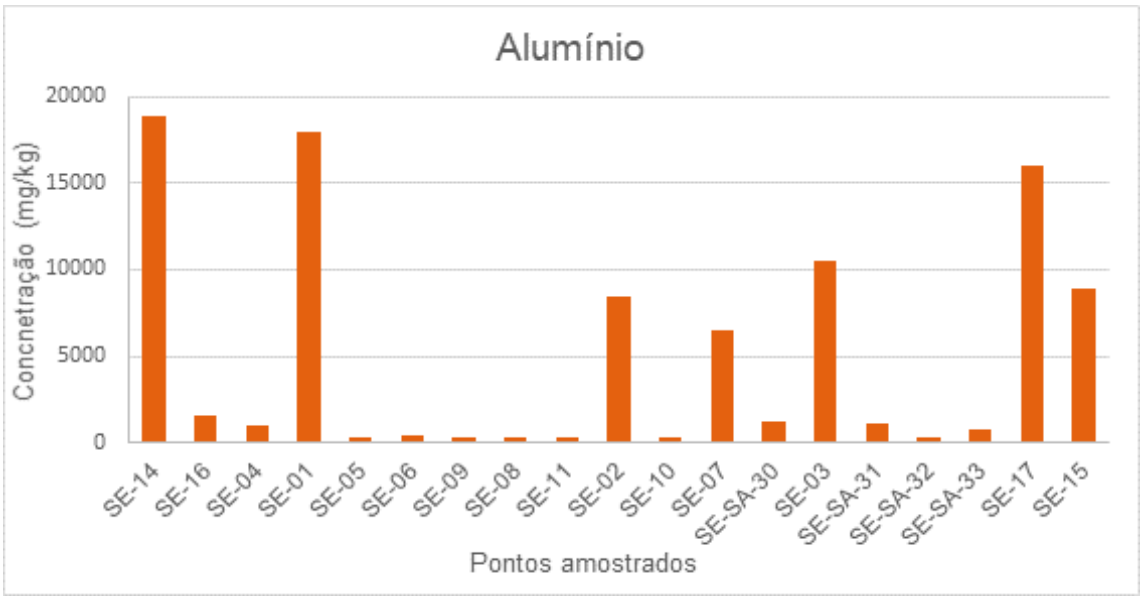


Figura 7.2-214. Gráfico de Alumínio das amostras de sedimento.

O Ferro foi detectado em 100% das amostras analisadas, com concentração média de 5.686,9 mg/kg, valor mínimo de 72,0 mg/kg no ponto SE-10 e valor máximo de 42.200 mg/kg no ponto SE-07, sendo ambos os pontos inseridos na Bacia do Igarapé do Jamari (Sul), indicando elevada variabilidade de concentração na mesma. Concentrações mais altas também ocorrem nos pontos SE-14, SE-03, SE-15 e SE-17 (**Figura 7.2-215**).

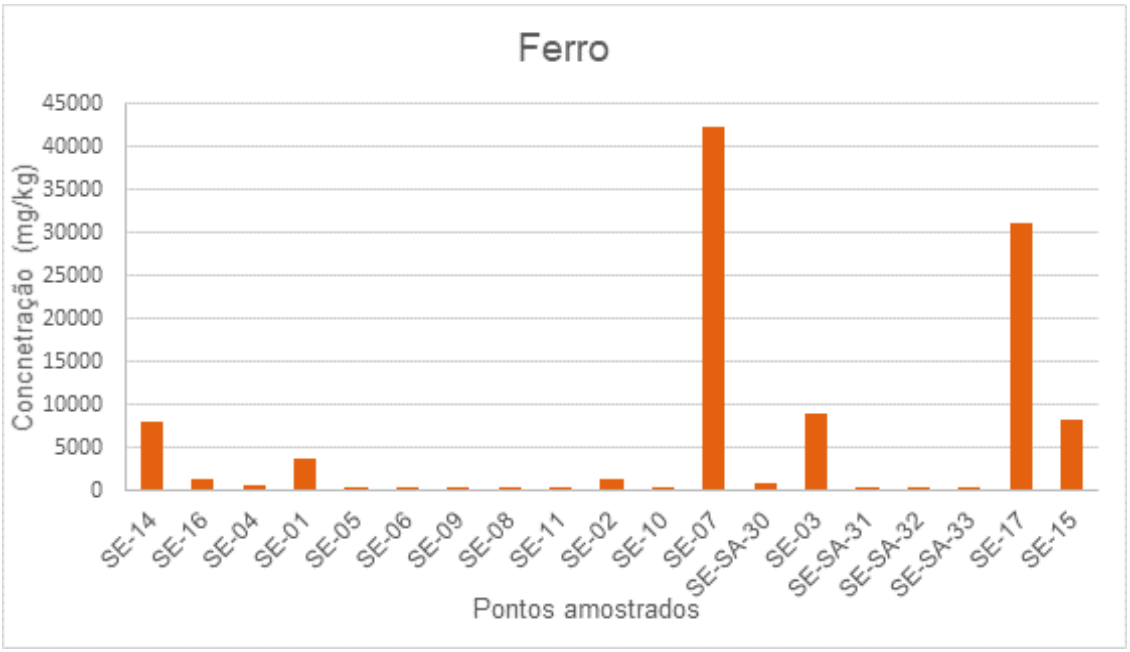


Figura 7.2-215. Gráfico de Ferro das amostras de sedimento.

O Manganês foi detectado em todas as amostras avaliadas, apresenta concentração média de 31,33 mg/kg, valor máximo de 310 mg/kg no ponto SE-17 (Rio Nhamundá) e valor mínimo de 1,1 mg/kg no ponto SE-SA-33 (Sub-bacia do Igarapé Saracá). Concentrações mais elevadas também ocorrem nos pontos SE-03 e SE-15 pertencentes a Bacia Hidrográfica do Rio Trombetas (**Figura 7.2-216**).

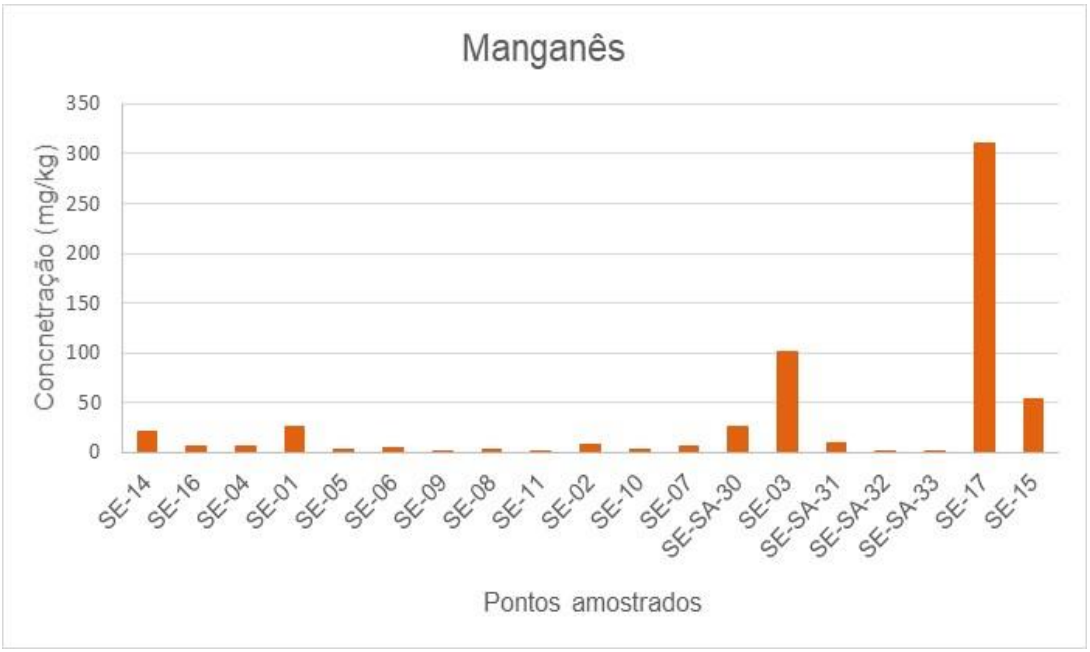


Figura 7.2-216. Gráfico de Manganês das amostras de sedimento.

O Zinco ocorre em todas as amostras avaliadas, apresenta concentração média de 19,39 mg/kg, concentração máxima de 71,5 mg/kg no ponto SE-17 (Rio Nhamundá) e mínima de 6,7

mg//kg no ponto SE-06 (Sub-bacia do Igarapé Aibi), sendo todos os resultados inferiores aos VOR apresentados na resolução Conama nº 454/2012 (**Figura 7.2-217**).

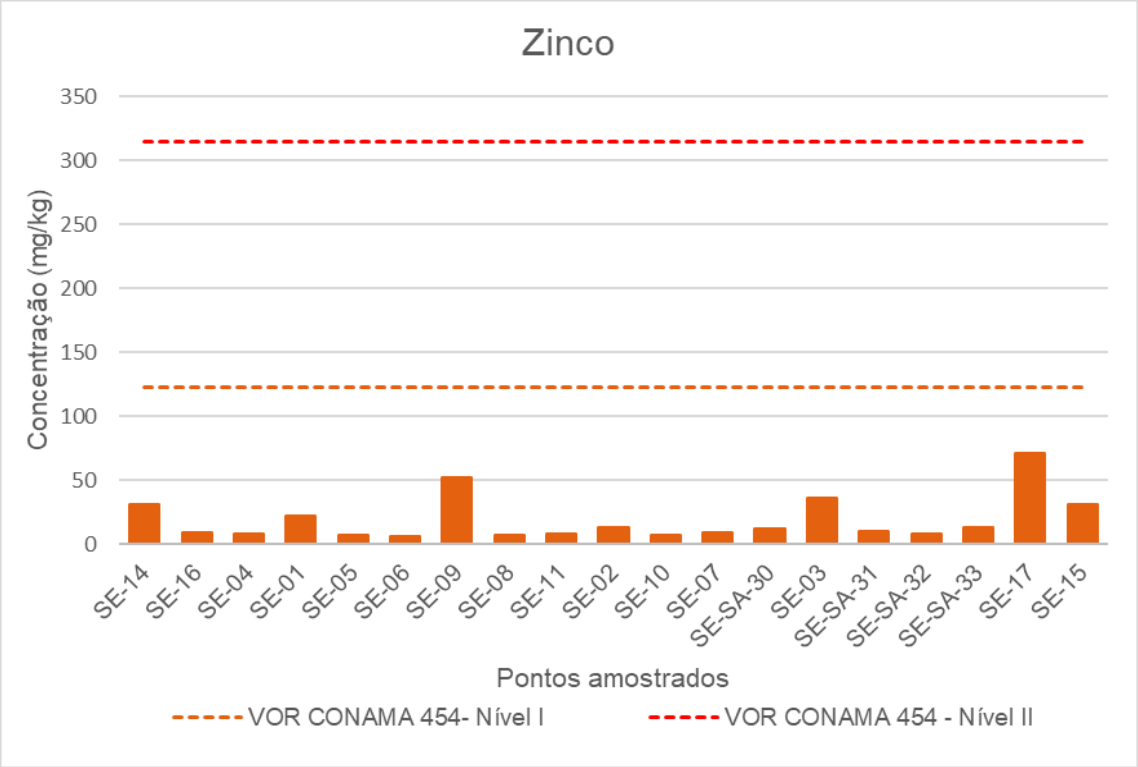


Figura 7.2-217. Gráfico das concentrações Zinco nas amostras de sedimento.

O Cobre foi detectado em 95% das amostras, apresenta concentração média de 25,5 mg/kg e máxima de 55,8 mg/kg no ponto SE-17. As concentrações dos pontos SE-01 (Sub-bacia do Igarapé Arajá), SE-14 (Rio Trombetas) e SE-17 (Rio Nhamundá) superaram o VOR Nível 1 de 35,7 mg/kg da Resolução Conama 454/2012, como evidenciado na **Figura 7.2-218**.

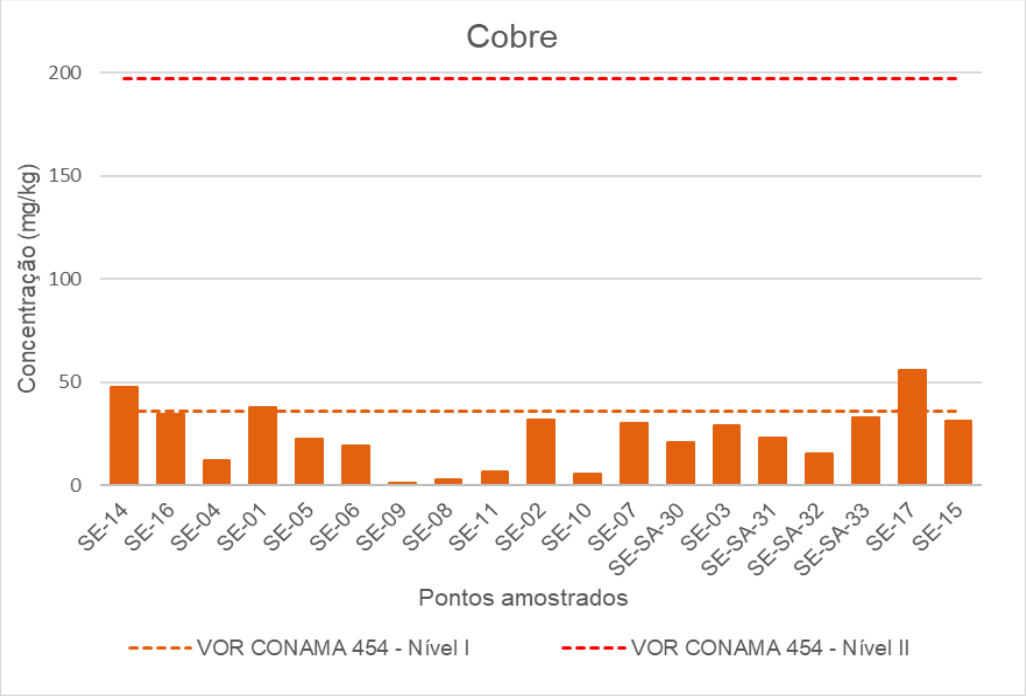


Figura 7.2-218. Gráfico das concentrações de Cobre nas amostras de sedimento.

O Cromo foi detectado em 74% das amostras avaliadas, com concentração média de 29,6 mg/kg e máxima de 66,6 mg/kg no ponto SE-SA-30. As concentrações nos pontos SE-04, SE-05, SE-06, SE-07, pertencentes à Bacia Hidrográfica do Rio Nhamundá, e ponto SE-SA-30, pertencente à sub-bacia do Saracá, superaram o valor orientador de 37,3 mg/kg do Nível 1 da Resolução Conama nº 454/2012 (**Figura 7.2-219**). Tais resultados evidenciam uma provável ocorrência natural de concentrações mais elevadas de Cromo, principalmente nas sub-bacias dos igarapés Taquera, Faro, Aibi e Jamari (sul), pertencentes à Bacia Hidrográfica do Rio Nhamundá.

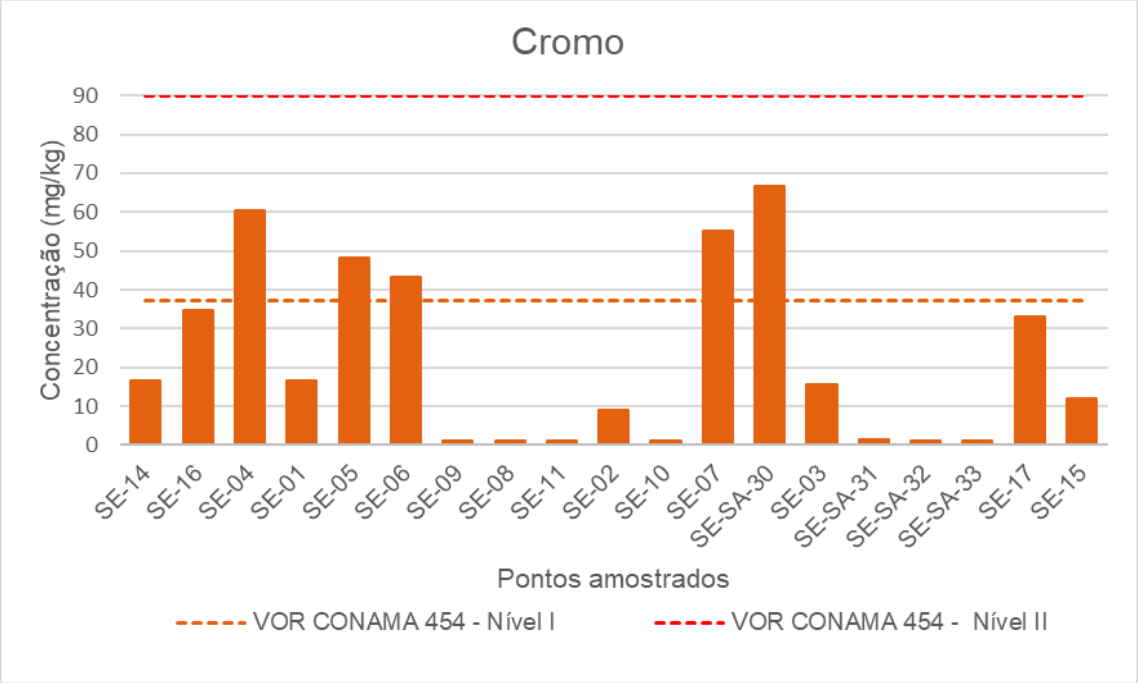


Figura 7.2-219. Gráfico das concentrações de Cromo nas amostras de sedimento.

O Níquel esteve presente em 63% das amostras avaliadas, com concentração média de 10,39 mg/kg e máxima de 22,6 mg/kg no ponto SE-17 (Rio Nhamundá), que ultrapassa o valor orientador de 18 mg/kg estabelecido pelo Nível 1 da Resolução Conama nº 454/2012, conforme evidenciado na **Figura 7.2-220**.

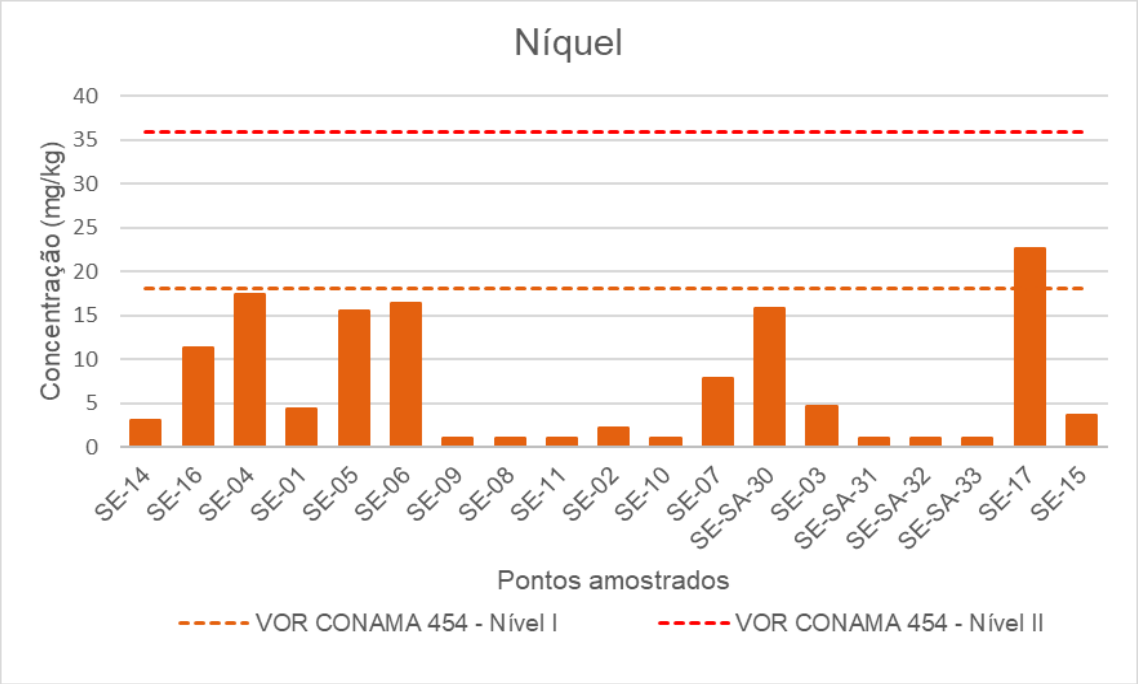


Figura 7.2-220. Gráfico das concentrações de Níquel nas amostras de sedimento.

O Arsênio foi detectado em 21,0% das amostras, o Bário em 57,8%, o Chumbo em 94,7%, o Cobalto em 26,3%, o Mercúrio em 31,5% e Molibdênio em 36,8%. Contudo as concentrações desses parâmetros são muito inferiores aos limites estabelecidos pelas resoluções consideradas, conforme indicado da **Figura 7.2-221** a **Figura 7.2-226.**

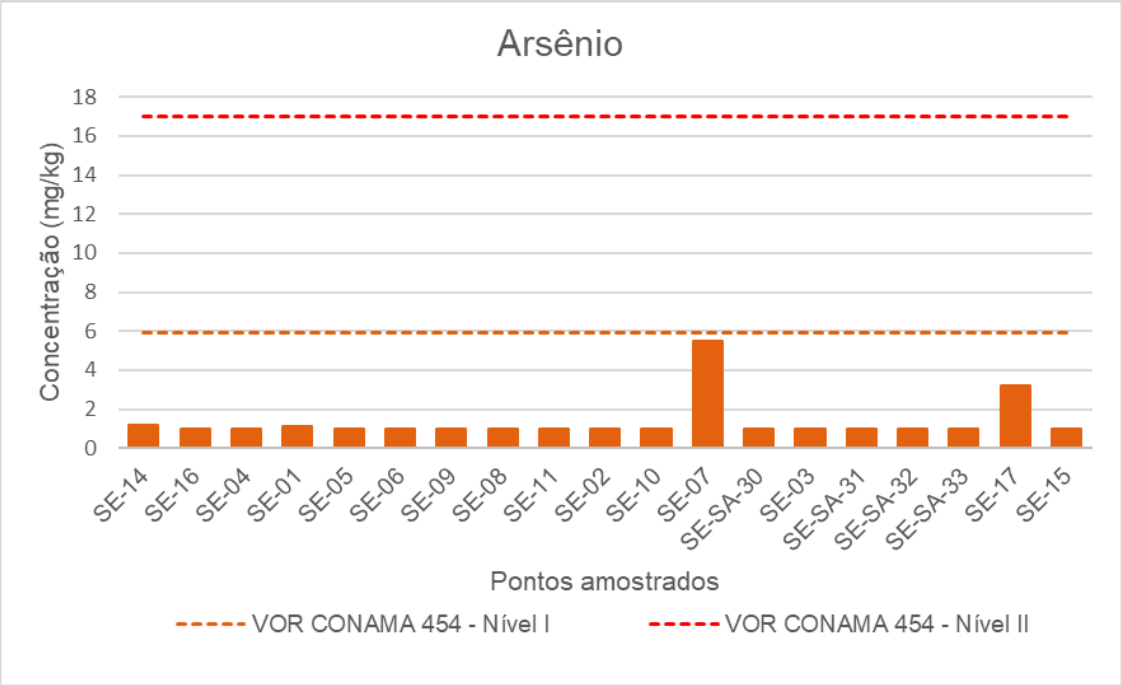


Figura 7.2-221. Gráfico das concentrações de Arsênio nas amostras de sedimento.

Figura 7.2-222. Gráfico das concentrações de Bário nas amostras de sedimento.

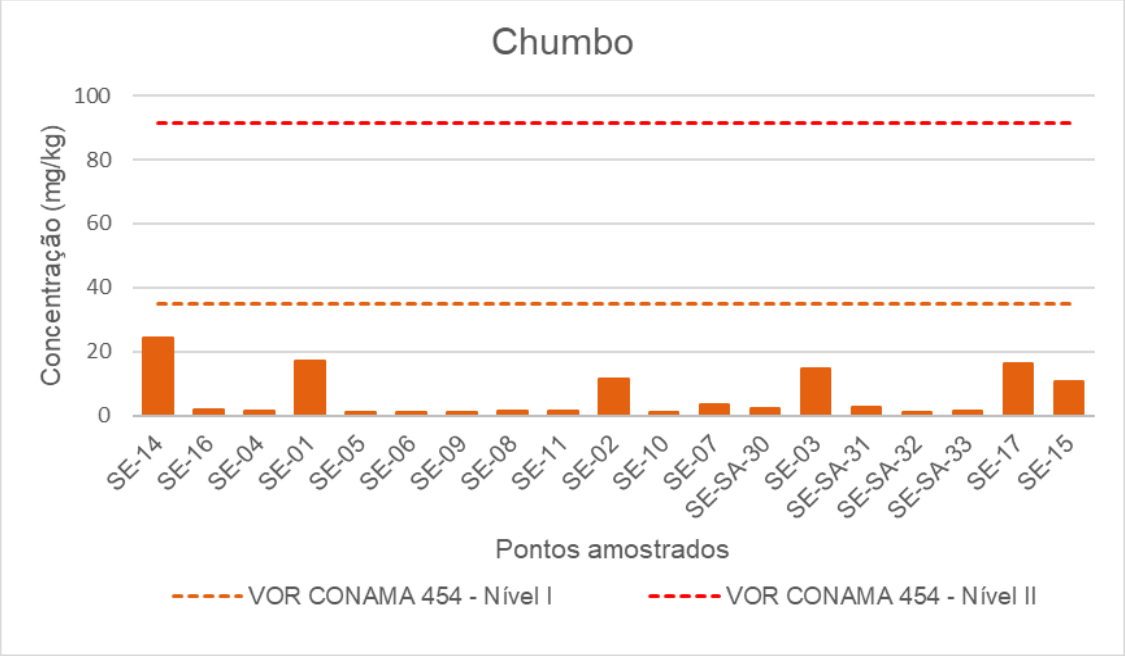


Figura 7.2-223. Gráfico das concentrações de Chumbo nas amostras de sedimento.

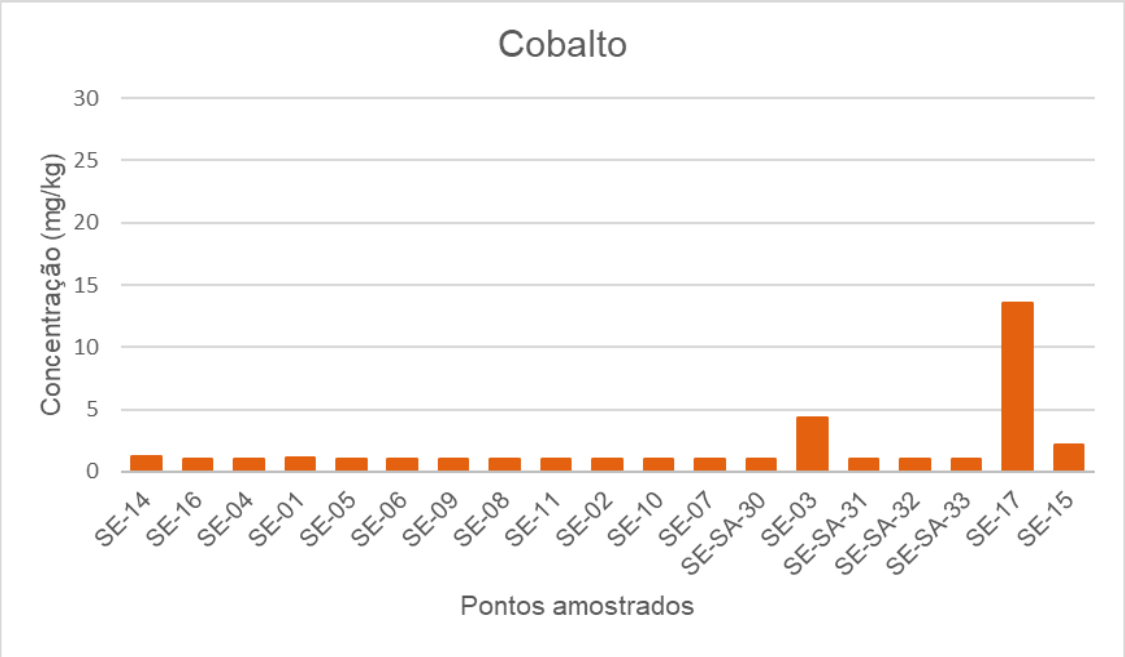


Figura 7.2-224. Gráfico das concentrações de Cobalto nas amostras de sedimento.

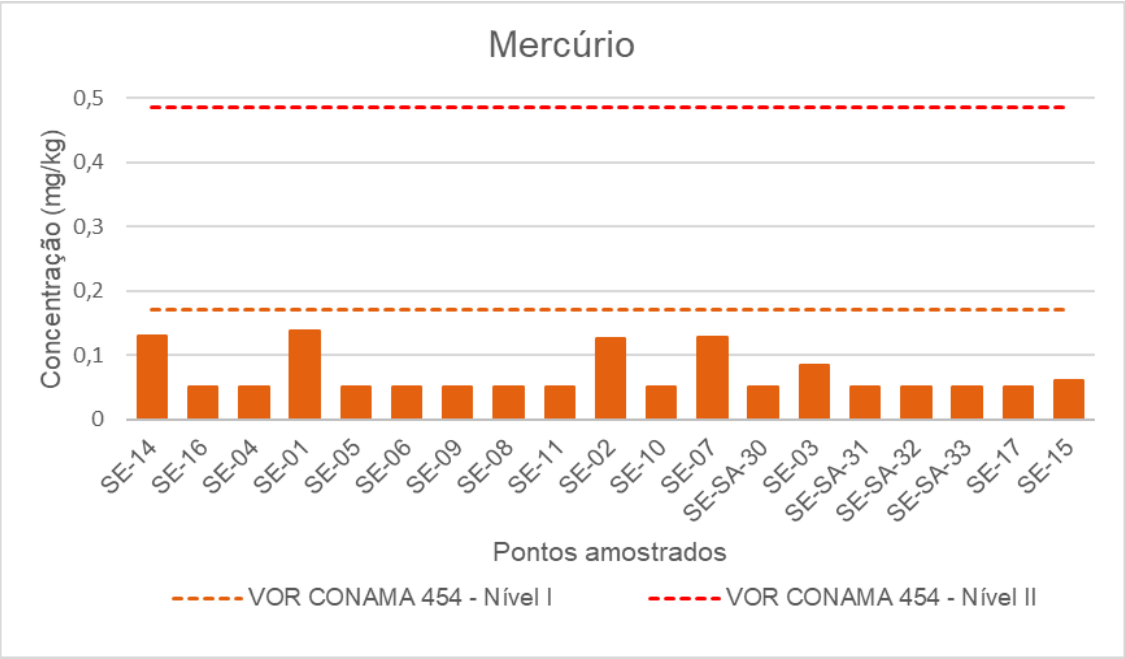


Figura 7.2-225. Gráfico das concentrações de Mercúrio nas amostras de sedimento.

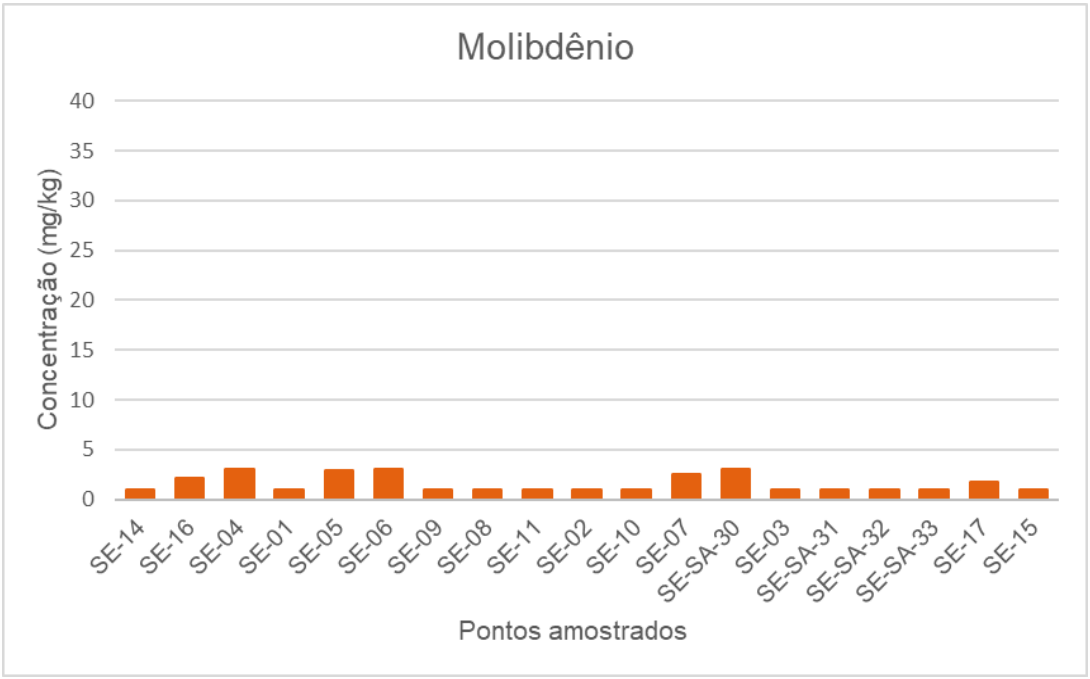


Figura 7.2-226. Gráfico das concentrações de Molibdênio nas amostras de sedimento.

O Boro estava presente em 47,4% das amostras, o Lítio em 31,6% e o Vanádio em 52,6%, conforme evidenciado na **Figura 7.2-227**, **Figura 7.2-228** e **Figura 7.2-229**, respectivamente. Cabe ressaltar que para tais parâmetros não existem valores de referência.

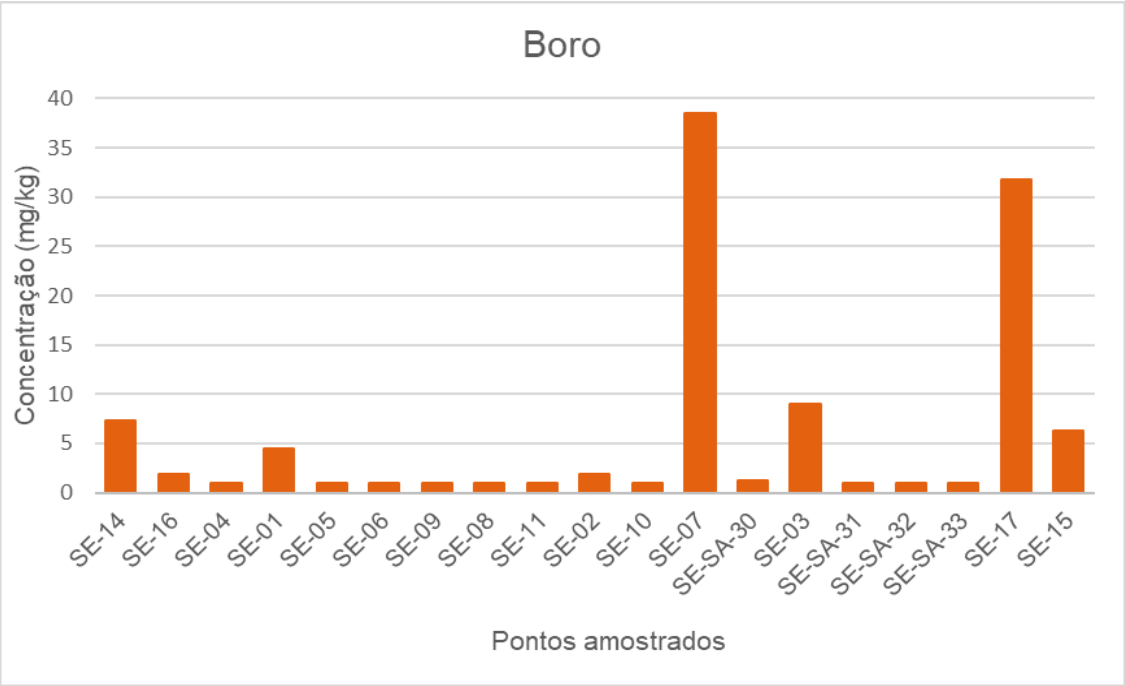


Figura 7.2-227. Gráfico das concentrações de Boro nas amostras de sedimento.

Figura 7.2-228. Gráfico das concentrações de Lítio nas amostras de sedimento.

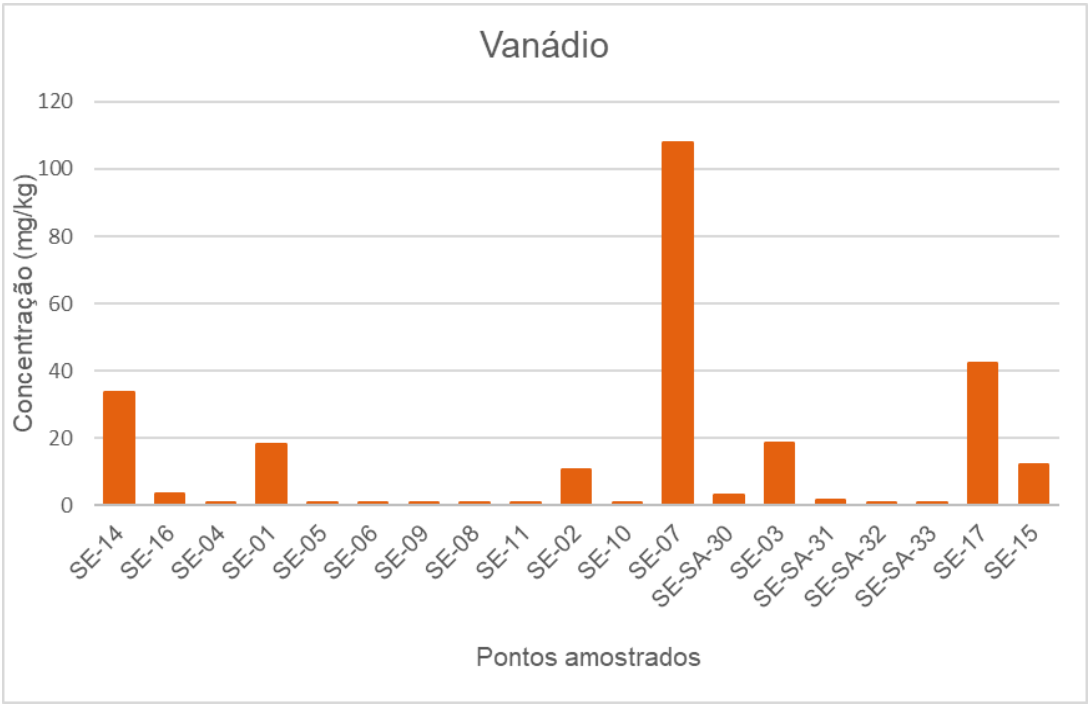


Figura 7.2-229. Gráfico das concentrações de Vanádio nas amostras de sedimento.

Com os resultados das análises de metais nos sedimentos da área de estudo pode-se verificar que não há alterações significativas nas concentrações de metais na região, estando esta ainda bem preservada com influência da formação geológica regional.

Série de Nitrogênio

Engloba as análises de Nitrogênio Amoniacal, Nitrito e Nitrato, que não possuem valores orientadores na Resolução Conama nº 454/2012, mas apresentam grande importância na avaliação da eutrofização de corpos aquáticos e estão associados a águas superficiais e esgotos, além de serem provenientes de processos industriais como os observados em indústrias siderúrgicas.

O parâmetro nitrogênio amoniacal foi detectado em todas as amostras avaliadas, com média de 4 mg/kg, valor máximo de 10,6 mg/kg no ponto SE-14 e valor mínimo de 0,8 mg/kg no ponto SE-11 (**Figura 7.2-230**)

O nitrito foi detectado acima do LQ em 32% das amostras e o valor máximo observado foi de 1,05 mg/kg no ponto SE-14 (**Figura 7.2-231**).

Para o nitrato valores acima do LQ foram observados em apenas 11% das amostras (**Figura 7.2-232),** nos pontos SE-14 (2,03 mg/kg) e no SE-01 (3 mg/kg).

Cabe ressaltar que os parâmetros nitrito e nitrato tiveram o prazo de validade das amostras (holding time-HT) não atendidos, o que pode ter influenciado os resultados das análises.

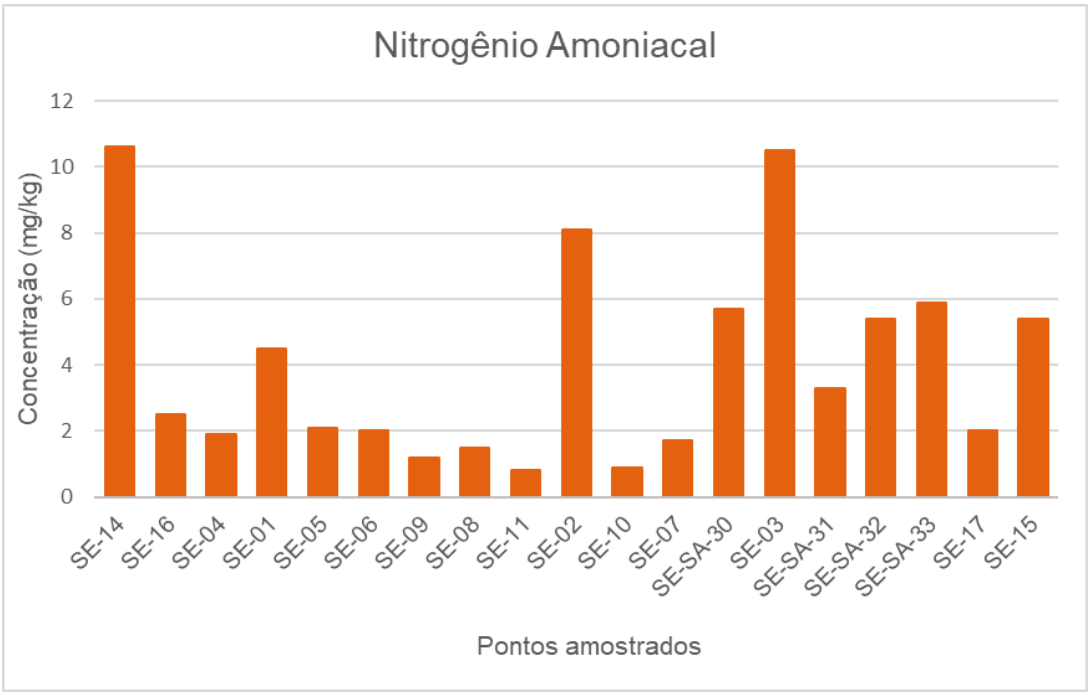


Figura 7.2-230. Gráfico da concentração de Nitrogênio Amoniacal nas amostras de sedimento.

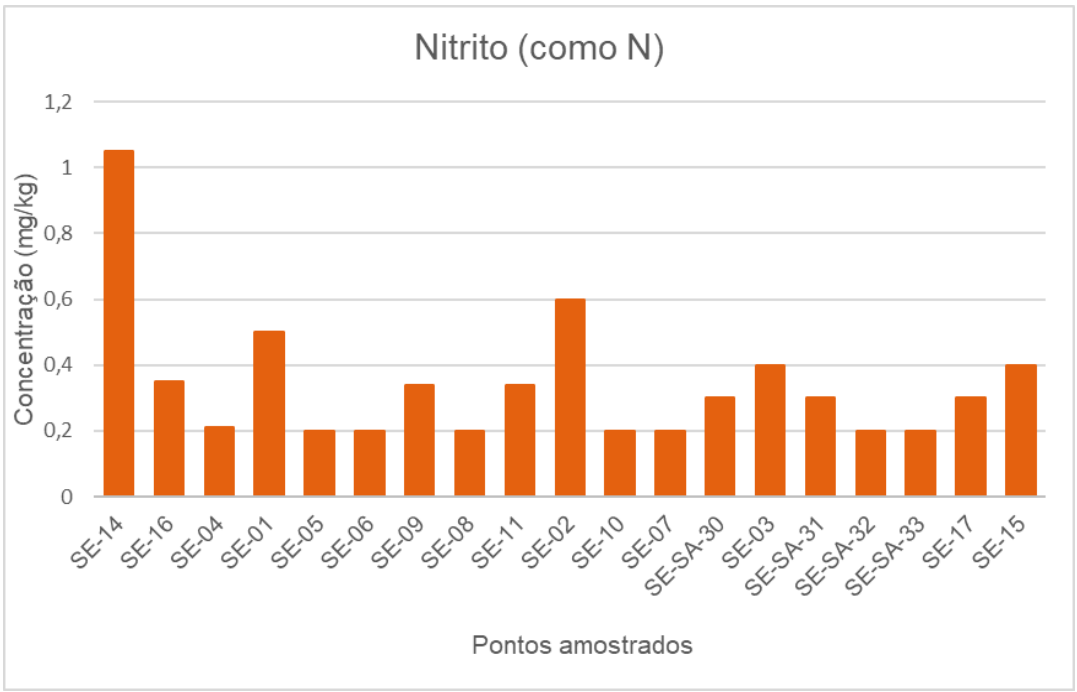


Figura 7.2-231. Gráfico da concentração de Nitrito (como N) nas amostras de sedimento.

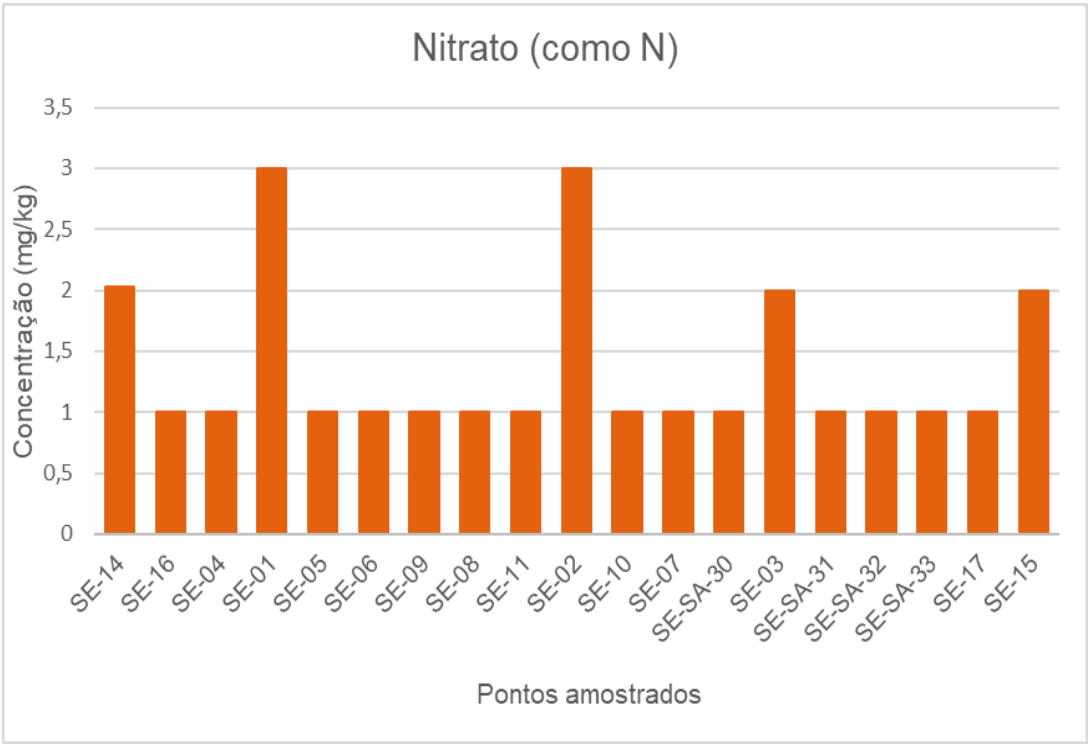


Figura 7.2-232. Gráfico da concentração de Nitrato (como N) nas amostras de sedimento.

Fósforo Total

O fósforo é um dos principais nutrientes para os processos biológicos. Elevadas concentrações desse elemento podem influenciar no processo de eutrofização do meio e estão associadas principalmente às descargas de esgotos sanitários, efluentes industriais e águas drenadas de áreas agrícolas.

Para o Fósforo total, a Resolução Conama nº 454/2012 define no Nível 1 o valor orientador de 2000 mg/kg. Todos os resultados obtidos apresentaram-se abaixo desse valor, indicando ausência de contaminação desse parâmetro nos sedimentos, apesar da ocorrência de comunidades e áreas agrícolas, principalmente ao longo das margens dos rios Trombetas e Nhamundá (**Figura 7.2-233**).

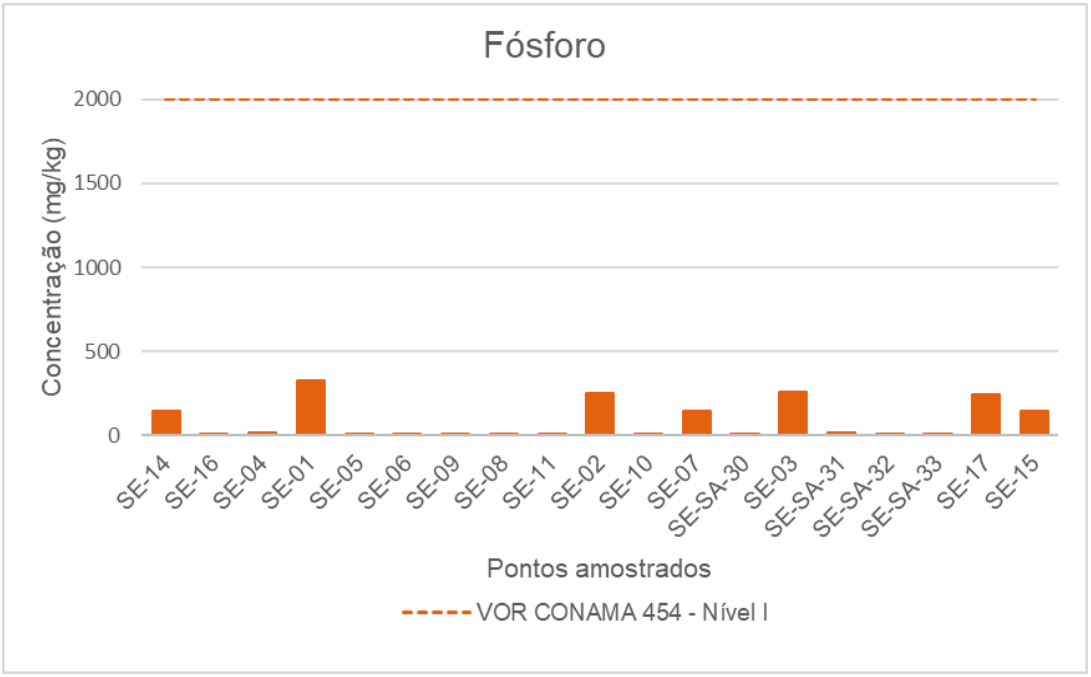


Figura 7.2-233. Gráfico da concentração de Fósforo total nos pontos de sedimento monitorados.

Óleos e Graxas

Os óleos e graxas são substâncias orgânicas que podem ter origem em plantas e animais, mas naturalmente em baixa concentração, portanto a análise dessas substâncias (hidrocarbonetos, gorduras, ésteres, entre outros) pretendem verificar a origem antrópica, de despejos de resíduos industriais, efluentes de postos de gasolina, vias públicas e esgotos domésticos. A presença desses elementos no substrato pode impactar e modificar em curto e longo prazos a comunidade bentônica deles.

Os resultados obtidos para os parâmetros Óleos e Graxas, Óleos e Graxas Minerais (Hidrocarbonetos) e Óleos e Graxas Vegetais e Animais apresentaram concentrações abaixo do LQ para todos os pontos monitorados, indicando a ausência desses compostos nos sedimentos.

Surfactantes

Os Surfactantes, também denominados Substâncias Tensoativas que Reagem com Azul de Metileno, são substâncias associadas aos detergentes. As elevadas descargas desses compostos podem provocar a formação de espumas e acelerar a eutrofização do meio.

Para as amostras avaliadas, 47% dos resultados foram quantificados acima do LQ e o valor máximo obtido foi de 3,3 mg/kg no ponto SE-02 (**Figura 7.2-234**). Vale ressaltar que o parâmetro não possui valor orientador na Resolução Conama 454/2012 e que o laboratório Bioagri não possui acreditação para realização deste na matriz sedimento, apenas para resíduos sólidos.

Figura 7.2-234. Gráfico da concentração de Surfactantes nas amostras de sedimento.

Outros compostos

Os parâmetros inorgânicos cloreto, cianeto, sulfato e sulfeto não foram quantificados nas amostras de sedimento avaliadas. O fluoreto foi quantificado nos pontos SE-14, SE-15, SE-17, SE-01 e SE-02, sendo a maior concentração neste último 2,0 mg/kg (**Figura 7.2-235**). Vale ressaltar que para esse parâmetro algumas variações no LQ foram observadas, o que ocasionou a falsa sensação de elevada variabilidade da concentração entre os pontos. O cloro foi quantificado apenas no ponto SE-10, com concentração de 536 mg/kg (**Figura 7.2-236**).

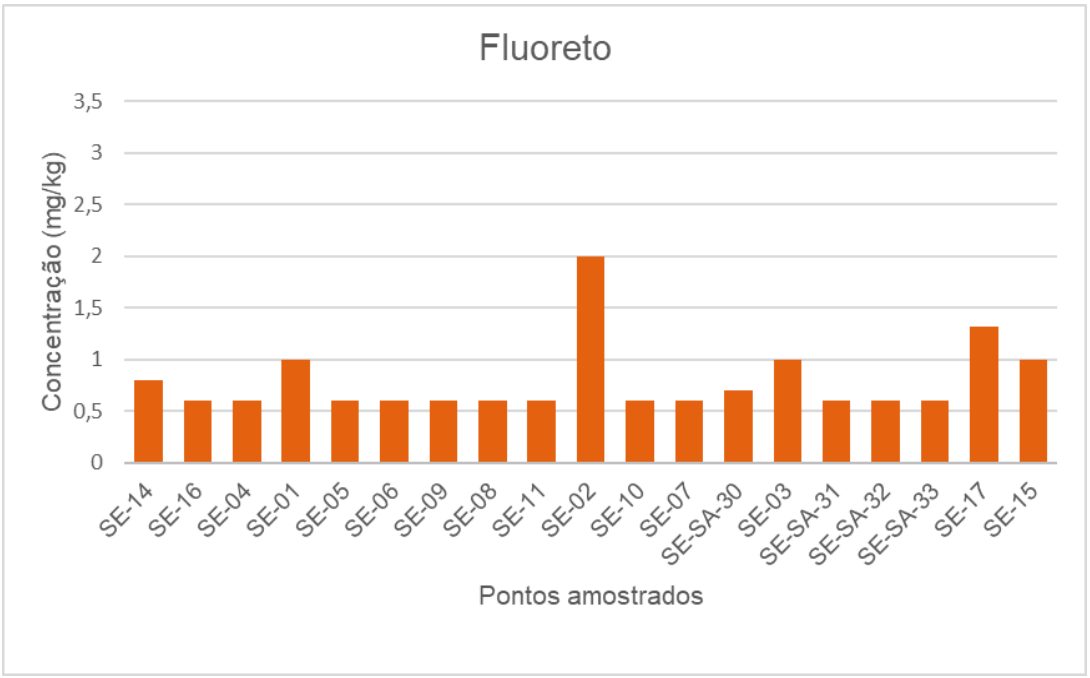


Figura 7.2-235. Gráfico da concentração de fluoreto nas amostras de sedimento.

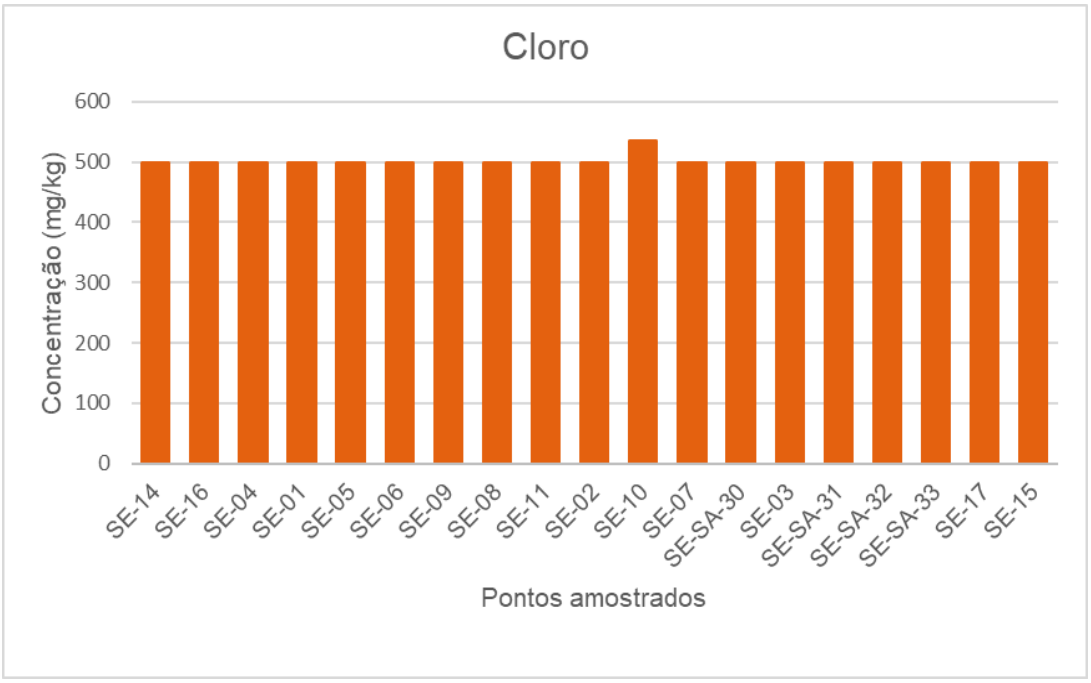


Figura 7.2-236. Gráfico da concentração de cloro nas amostras de sedimento.

Os fenóis são substâncias de origem industrial, conhecidos devido a sua elevada toxicidade e estão presentes em medicamentos, fungicidas, bactericidas e desinfetantes. Nas amostras de sedimento avaliadas tais parâmetros não foram quantificados.

De modo geral, o sedimento é uma matriz importante, pois permite, por meio das análises laboratoriais, avaliar o histórico de contribuição do meio ao sedimento. Como esperado na área de estudo, com ocupação antrópica insipiente, o sedimento não apresenta alterações significativas.

Análises Estatísticas

Um dos maiores desafios ao analisar uma extensa base de dados de parâmetros ambientais é resumir a informação coletada e ao mesmo tempo entender como os parâmetros estão associados entre si. Um dos métodos estatísticos que auxiliam nesse entendimento é a análise de *cluster*. Essa análise é utilizada para classificar elementos em grupos (*clusters*), de forma que elementos dentro de um mesmo cluster sejam muito parecidos, e os elementos em diferentes clusters sejam distintos entre si. Nesse tipo de análise, a geração dos agrupamentos e os níveis de similaridade entre eles são facilmente visualizados por meio dos dendogramas, que correspondem a diagramas de árvore, em que o nível de similaridade é medido ao longo do eixo vertical.

Visando avaliar a similaridade entre os pontos de coleta dos sedimentos e também entre os parâmetros analisados e suas correlações, a partir dos resultados geoquímicos obtidos, procedeu-se a análise de cluster dos pontos e dos metais (**Figura 7.2-237** e **Figura 7.2-238.** Pontos de coleta dos sedimentos com marcação dos clusters interpretados.), além da elaboração de diagramas de dispersão e cálculos da correlação (**Figura 7.2-239**). Vale ressaltar que para efeito das análises estatísticas realizadas, os resultados com valores inferiores ao limite de quantificação (LQ) foram considerados o próprio LQ. Ademais, os

parâmetros que apresentaram resultados abaixo do LQ para todos os pontos foram desconsiderados, sendo eles: Antimônio, Berílio, Cádmio, Cromo Hexavalente, Prata e Urânio.

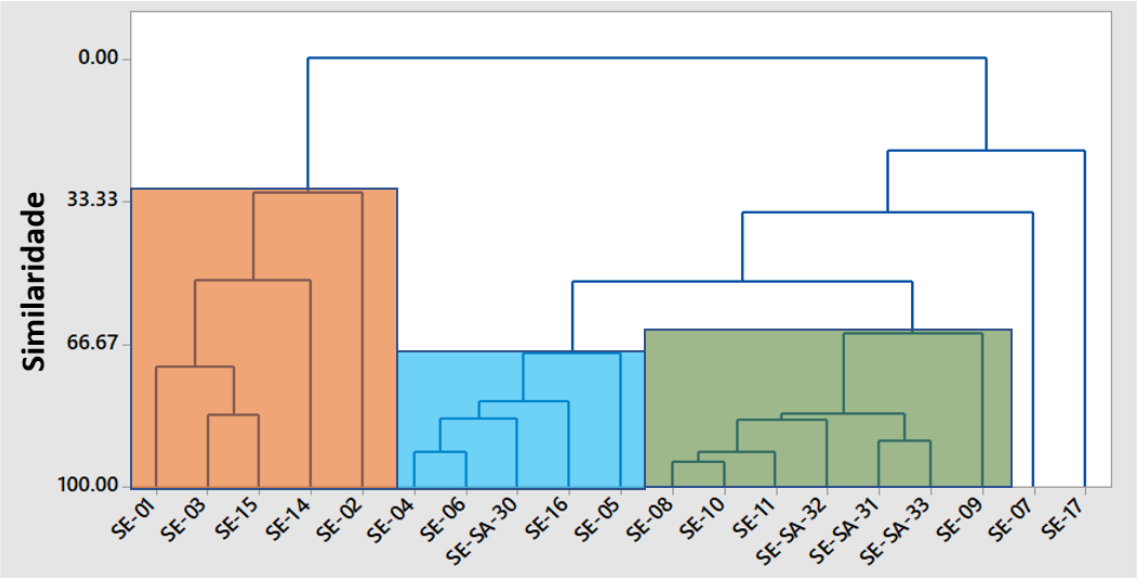


Figura 7.2-237. Dendograma dos pontos e agrupamentos (clusters) interpretados.

Três grandes agrupamentos (clusters) foram individualizados no dendograma dos pontos. Os agrupamentos obtidos evidenciam elevada correlação entre as características geoquímicas dos pontos (**Quadro 7.2-46. Registros de campo dos pontos de** coleta de sedimento.) e as sub-bacias e bacias a que pertencem (**Figura 7.2-237**).

Nesse contexto, o cluster marcado em laranja evidência grande similaridade entre os pontos SE-01, SE-03, SE-15, SE-14 e SE-02 todos localizados na porção norte da área de estudo e pertencentes à Bacia do Rio Trombetas.

Em azul englobam-se os pontos SE-04, SE-06, SE-SA-30, SE-16 e SE-05, localizados na porção sudoeste da área de estudo e pertencentes à bacia do Rio Nhamundá, com exceção do ponto SE-SA-30.

No cluster em verde, agruparam-se os pontos SE-08, SE-10, SE-11, SE-SA-32, SE-SA-31, SE-SA-33, SE-09, que ocorrem nas proximidades dos platôs mineralizados, nas sub-bacias dos igarapés Jamari e Saracá.

Os pontos SE-07 e SE-17 não foram agrupados em nenhum dos clusters gerados por não apresentarem grandes similaridades com os demais pontos coletados.

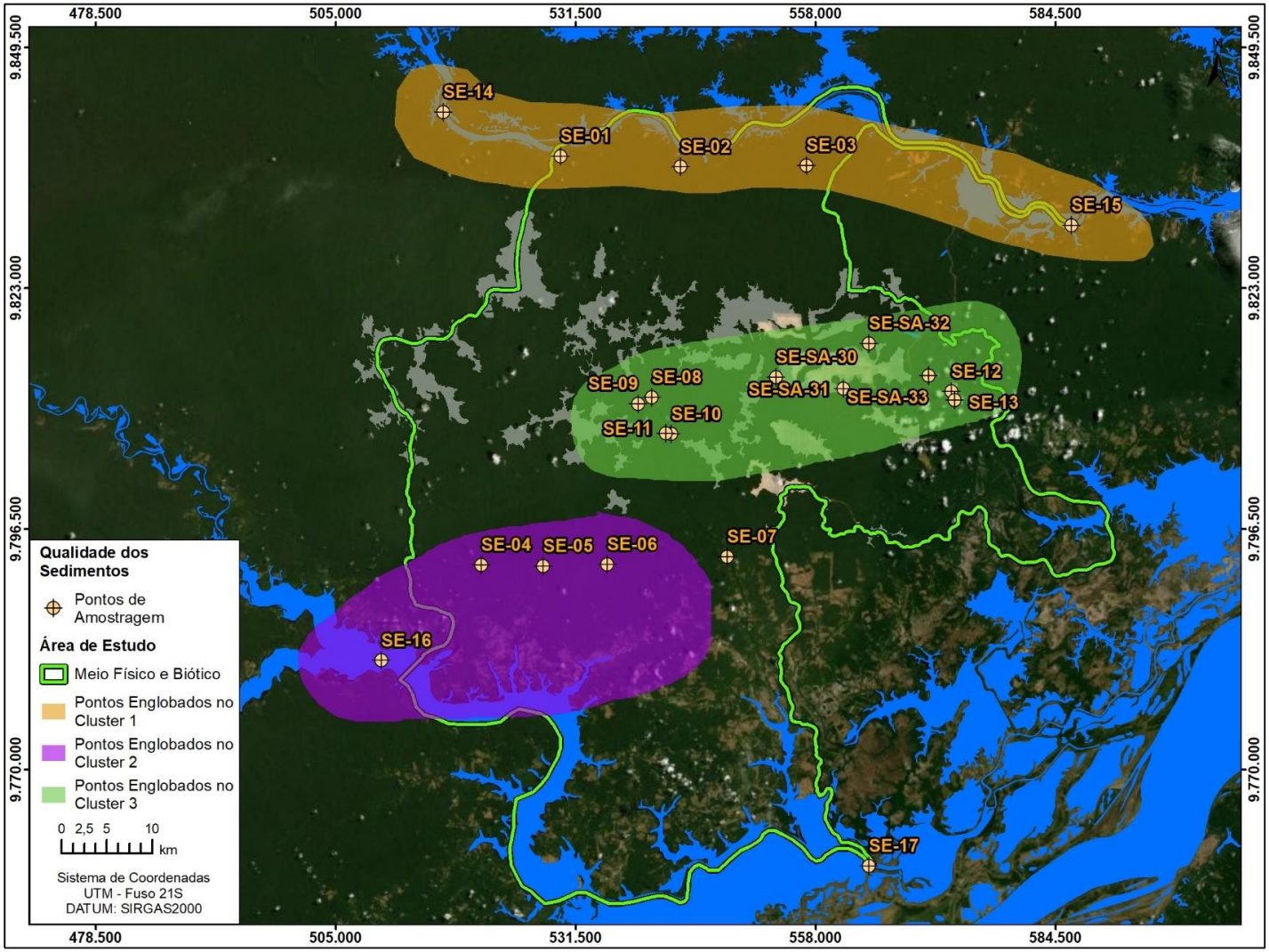


Figura 7.2-238. Pontos de coleta dos sedimentos com marcação dos clusters interpretados.

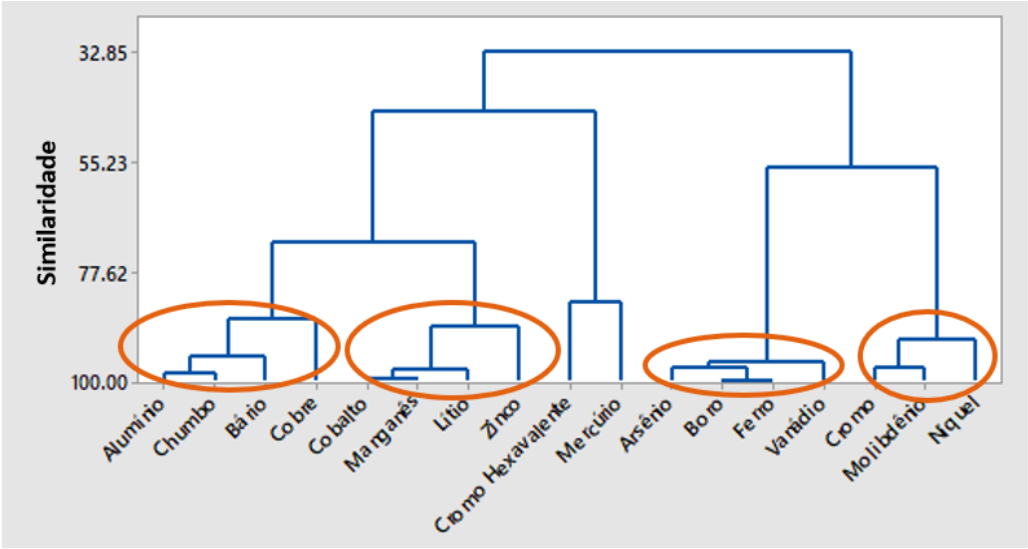


Figura 7.2-239. Dendograma dos metais e agrupamentos (clusters) interpretados.

Quatro agrupamentos (clusters) puderam ser individualizados no dendograma dos metais (**Figura 7.2-239**). O primeiro Cluster indica similaridade entre os parâmetros Alumínio, Chumbo, Bário e Cobre, o segundo entre Cobalto, Manganês, Lítio e Zinco, o terceiro entre Arsênio, Boro, Ferro e Vanádio e o quarto entre Cromo, Molibdênio e Níquel.

Tais similaridades também são comprovadas por diagramas de dispersão e dos cálculos de correlação de Pearson para os principais metais que ocorrem na área de estudo (**Figura 7.2-240**). Observa-se coeficientes de correlação de Pearson (r) de 0,99 entre o Ferro e Boro, de 0,97 entre Alumínio e Chumbo, de 0,84 entre o Níquel e Cromo e de 0,78 entre Alumínio e Cobre, indicando fortes correlações positivas entre esses parâmetros.

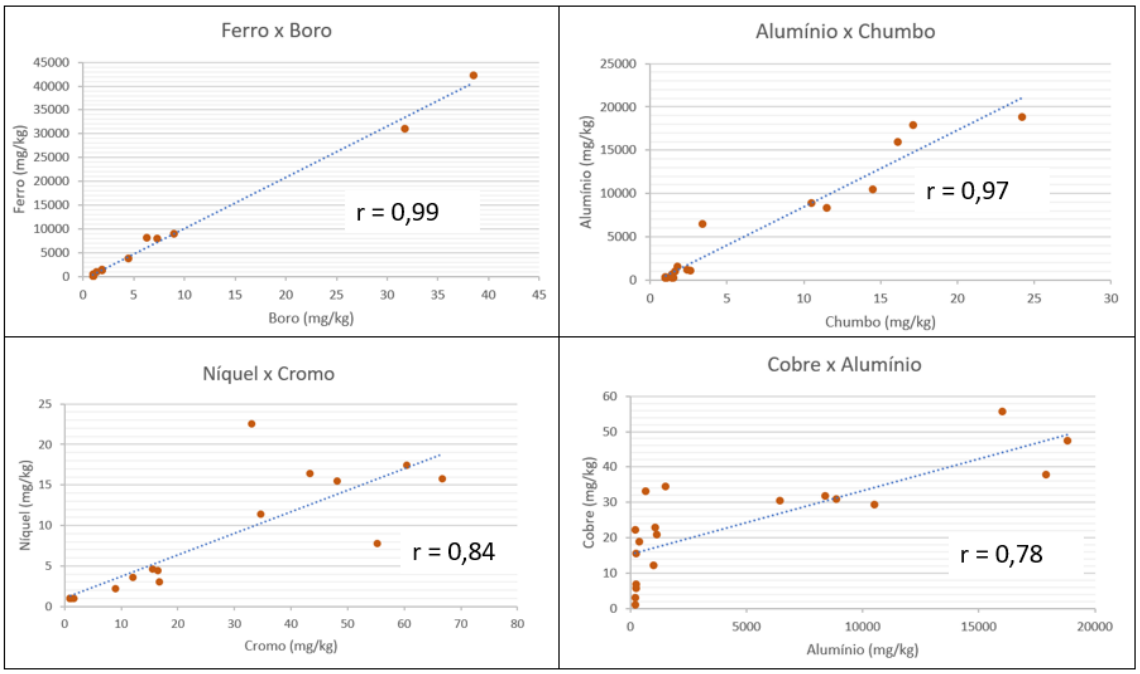


Figura 7.2-240. Diagramas de dispersão evidenciando a correlação positiva entre os elementos.

Tendo em vista a relevância do parâmetro Alumínio para o estudo, a partir da avaliação dos clusters e diagramas da **Figura 7.2-239** e **Figura 7.2-240**, é notória a associação entre o mesmo e os metais pesados Cobre e Chumbo. Nesse contexto ainda se ressalta a superação do VOR Nível 1 da Resolução Conama 454/2012 para o Cobre pelos pontos SE-01, SE-14 e SE-17, o que evidencia a importância da avaliação desses elementos no contexto do empreendimento.

b) Caracterização Granulométrica dos Sedimentos

De forma geral, observa-se que a maior parte das amostras coletadas nas drenagens mais desenvolvidas e de maior ordem (pontos SE-01, SE-02, SE-03, SE-04, SE-07, SE-14, SE-15 e SE-17) apresentam granulometrias mais finas do que aquelas coletadas nas drenagens de menor ordem, localizadas mais próximas aos platôs (SE-08, SE-09, SE-10, SE-11, SE-SA-30, SE-SA-31, SE-SA-32, SE-SA-33), vide **Figura 7.2-206** com a localização dos pontos e **Figura 7.2-208** com os resultados da análise granulométrica. Na **Figura 7.2-241** pontos de coleta dos sedimentos com marcação dos clusters interpretados.

Provavelmente os sedimentos coletados mais próximos aos platôs apresentam granulometria mais grossa já que percorreram uma menor distância desde a área fonte dos sedimentos e, portanto, foram menos retrabalhados ao longo do transporte. Além disso, as declividades do terreno nessas regiões são mais acentuadas, propiciando fluxos hídricos mais energéticos, que não favorecem a deposição ou decantação de partículas mais finas.

Por outro lado, nos pontos coletados nas drenagens mais desenvolvidas e distantes dos platôs, os sedimentos foram mais retrabalhados ao longo do transporte, e as menores declividades do terreno favorecem fluxos menos energéticos, que propiciam a deposição de partículas mais finas. Tais relações evidenciam uma correlação negativa entre a granulometria e a distância percorrida pelos sedimentos e uma correlação positiva entre a granulometria e a energia do fluxo. A distribuição das granulometrias nos sedimentos é apresentada na **Figura 7.2-241** – Distribuição das granulometrias nos sedimentos.

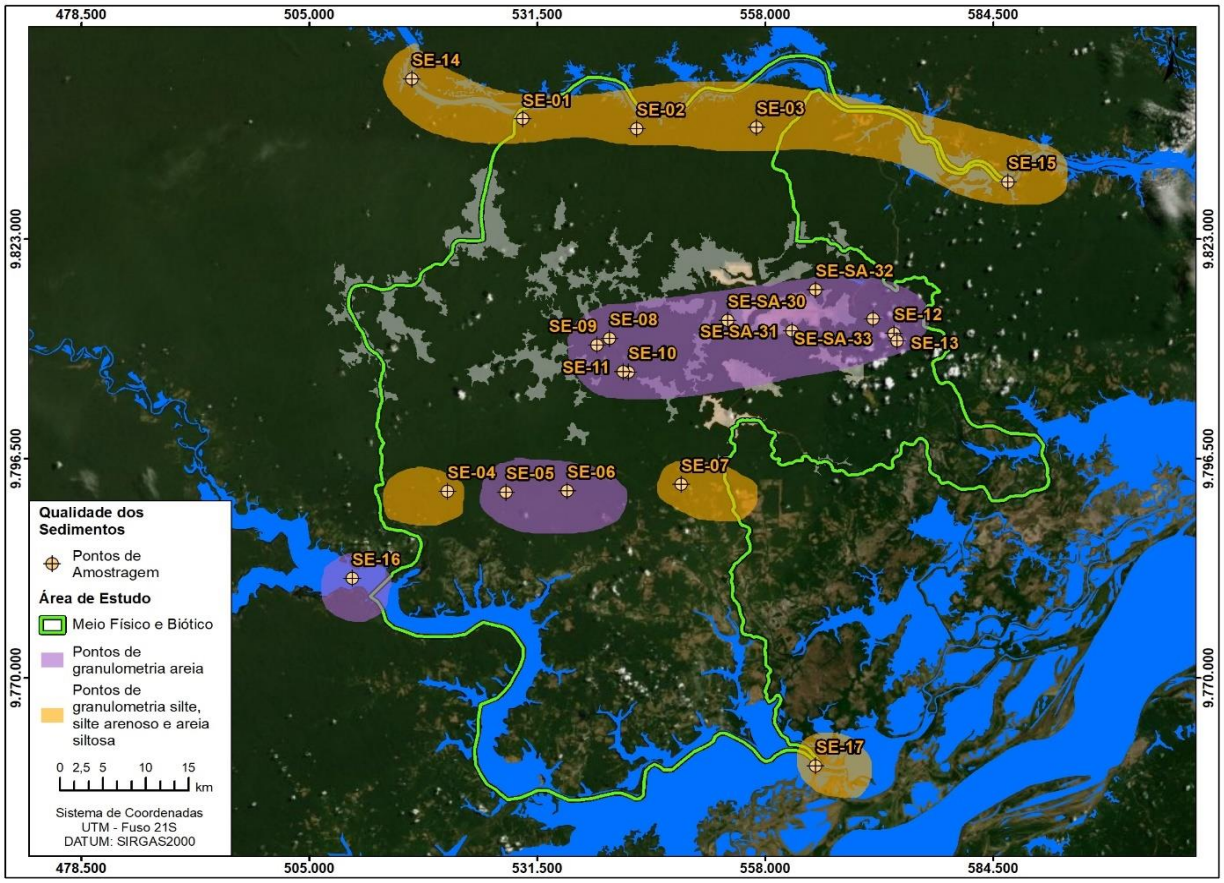


Figura 7.2-241. Distribuição das granulometrias nos sedimentos.

c) Caracterização Mineralógica dos Sedimentos

De forma geral os sedimentos são compostos majoritariamente por quartzo (SiO2; **Figura 7.2-241**), o que condiz com a geologia da região, uma vez que a principal fonte dos sedimentos corresponde aos arenitos quartzo-argilosos da Formação Alter do Chão (Vide capítulo sobre a Geologia). O quartzo, por ser extremamente resistente ao ataque físico e químico do intemperismo, acumulou-se ao longo dos depósitos aluviais. As exceções são as amostras pertencentes à bacia do Rio Trombetas (SE-01, SE-02, SE-03, SE-14 e SE-15) que apresentam elevadas concentrações de Caulinita (Al8Si8O36H) e o ponto SE-17, composto por 44,30% de quartzo (SiO2), 23,9 % de Muscovita ($KAl_2(AlSi_3O_{10})(F,OH)_2$) e 31,8 % de argilo-minerais (Caulinita - Al8Si8O36H - e Ilita - KAl2Si4O12). A localização dos pontos supracitados encontra-se na **Figura 7.2-206**.

Pequenas concentrações do mineral Gibbsita - Al(OH)3 - ocorrem nas amostras SE-01, SE-02, SE-03, SE-14, SE-15, pertencentes à bacia do rio Trombetas, SE-SA-30 e SE-SA-32, coletadas na sub-bacia do Igarapé Saracá, e também na amostra do ponto SE-16, que representa o background do rio Nhamundá (**Figura 7.2-210**). O mineral Gibbsita é um importante minério de alumínio e corresponde a um dos principais constituintes da bauxita que ocorre na superfície dos platôs lateríticos da região. A ocorrência desse mineral em todos os pontos amostrados na bacia do rio Trombetas (SE-01, SE-02, SE-03, SE-14 e SE-15) evidência uma provável concentração natural desse mineral na bacia em questão, além disso, a ocorrência no ponto SE-16, indica contribuições desse mineral à montante da influência dos platôs estudados. A presença da Gibbsita nas amostras SE-SA-30 e SE-SA-32 pode estar associada tanto a maior

proximidade desses pontos aos platôs lateríticos, quando em função das atividades minerárias que ocorrem na sub-bacia do Saracá e que provavelmente disponibilizam mais sedimentos para os igarapés da região.

Os feldspatos Albita e Microclina e o argilomineral Diquita ocorrem pontualmente e em pequenas concentrações nas amostras SE-03, SE-15 e SE-16, respectivamente (**Figura 7.2-210**).

7.2.9.4. Síntese da Caracterização da Água Superficial e Sedimento

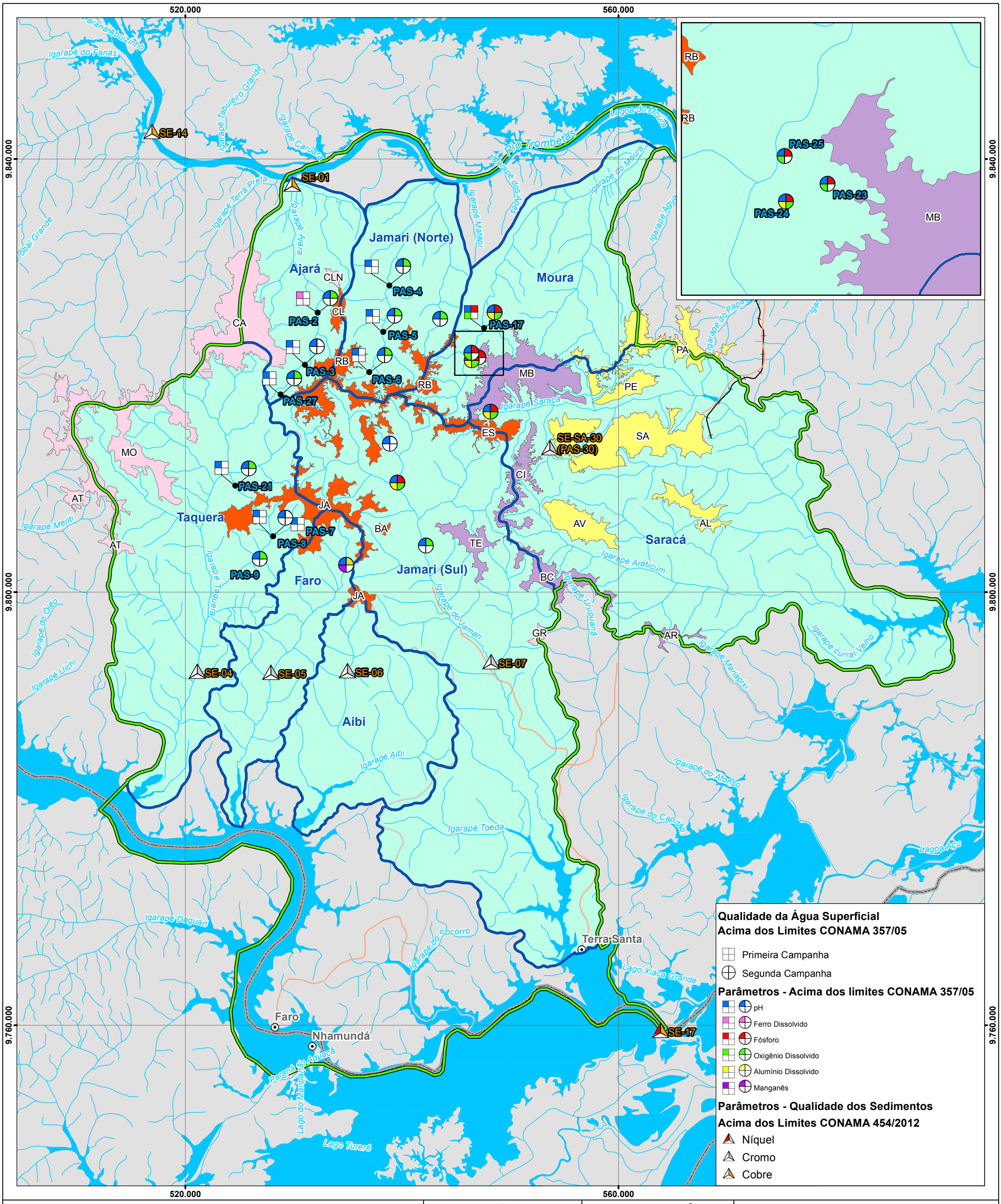
Para avaliar as características dos recursos hídricos na área de estudo do empreendimento em análise, foram realizadas duas campanhas de amostragem de águas superficiais, representativas do período chuvoso (abril/2019) e seco (outubro/2019) e uma campanha de amostragem de sedimentos (outubro/2019). Essas campanhas foram conduzidas juntamente com os levantamentos de biota aquática, permitindo assim a integração dos resultados.

A rede amostral compreendeu um total de 25 pontos de coleta de água superficial, excluindo-se o PAS-29 que estava seco durante a campanha realizada no período de chuva. Os resultados obtidos nas duas amostragens foram comparados aos padrões estabelecidos pela Resolução Conama nº 357/2005 para águas doces classe 2, como é o caso dos corpos d'água em estudo. Dentre os 104 parâmetros físico, químicos e bacteriológicos analisados para água superficial apenas oxigênio dissolvido (OD), pH, Cloreto, Alumínio dissolvido, Ferro dissolvido e Manganês total tiveram amostras com valores em desacordo com os limites estipulados pela Resolução Conama nº 357/2005.

Já para análise de qualidade dos sedimentos, foram amostrados 19 pontos, avaliando 41 parâmetros físico-químicos, químicos e bacteriológicos. Os parâmetros que apresentaram concentrações acima dos limites estabelecidos pela Resolução Conama nº 454/2012 foram o Cobre, Cromo e Níquel.

Na **Figura 7.2-242** é apresentada uma síntese dos pontos de amostragem de água superficial e sedimentos em desacordo com Resoluções Conama nº 357/05 e nº 454/2012, respectivamente.

FORMATO: A3



Referência Locacional
- Sede Municipal
- Limite Estadual

Hidrografia
- Cursos d'água
- Massa d'água
- Sub-Bacias Hidrográficas

Sistema de Transporte
- Rodoviário
- Ferroviário

Área de Estudo
- Meio Físico e Biótico

Platôs
- Objeto do PNM
- Em Operação
- Exauridos
- Demais Platôs

Platôs - Siglas

AL - Almeidas
AR - Aramã
AT - Avertano
AV - Aviso
BA - Barone
BC - Bela Cruz
CI - Cipó
CA - Cruz Alta
CL - Cruz Alta Leste
CLN - Cruz Alta Leste Norte
ES - Escalante
GR - Greigh
JA - Jamari
MB - Monte Branco
MO - Morcego
PA - Papagaio
PE - Periquito
RB - Rebolado
SA - Saracá
TE - Teófilo

REFERÊNCIAS

Fontes:
- IBGE, 2017.
- ARCADIS, 2019.

N

0 1,5 3 6 9 12 Km

Sistema de Coordenadas UTM SIRGAS2000 F21S

MACROLOCALIZAÇÃO

Mineração Rio do Norte — ARCADIS

PROJETO:
EIA - PNM

MAPA:
Pontos de Amostragem em Desacordo com Resoluções CONAMA nº 357/05 e nº 454/12 - Água Superficial e Sedimentos

ELABORADO POR:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
ARCADIS S.A.	1:325.000	Única	26/10/2021

Figura 7.2-242. Pontos de Amostragem em Desacordo com Resoluções Conama nº 357/05 e nº 454/2012 - Água Superficial e Sedimentos.

Será apresentada a compilação por sub-bacias dos resultados que tiveram alguma divergência em relação aos padrões estabelecidos pelas resoluções Conama nº 357/05, para água superficial, e como orientação a Conama nº 454/2012 para sedimento, tendo em vista que não existe uma legislação com abordagem específica para a matriz sedimento, semelhante à proposta desse estudo.

De forma geral, **OD** e **pH** são os parâmetros que apresentaram valores anômalos para água superficial com maior frequência na maioria das sub-bacias, com exceção da sub-bacia hidrográfica do Igarapé Faro, que não teve alteração no parâmetro OD.

O Alumínio também foi quantificado em boa parte das amostras e esteve acima dos valores máximos permitidos para água superficial em cinco amostras durante a segunda campanha (seca), evidenciando uma alta concentração natural desse elemento na região, sobretudo devido ao background regional, tendo em vista que a geologia local contribui para elevadas concentrações do alumínio na água superficial.

A) Sub-bacia Hidrográfica do Igarapé Ajará

A água superficial na sub-bacia é caracterizada pelos resultados analíticos dos pontos PAS-02, PAS-03 e PAS-27 (**Figura 7.2-165.** Rede de amostragem da qualidade das águas superficiais.) e o sedimento pelo ponto SE-01 (**Figura 7.2-206**).

Conforme indicado na **Figura 7.2-242**, para água superficial concentrações fora dos limites estabelecidos pela Resolução Conama nº 357/05 para águas doces classe 2 foram observadas para os parâmetros:

- **Oxigênio Dissolvido** nos pontos PAS-02 e PAS-27 (2ª Campanha);
- **pH** nos pontos PAS-02 (2ª Campanha), PAS-03 e PAS-27 (1ª e 2ª campanhas), também abaixo dos limites da resolução, indicando acidez nas águas da sub-bacia Igarapé Ajará;
- **Ferro dissolvido** no ponto PAS-02 (1ª Campanha).

No caso do sedimento, apenas o parâmetro **Cobre** ultrapassou o valor orientador estabelecido pelo nível 1 da Resolução Conama nº 454/2012. Apesar de não haver valor orientador para Alumínio na Resolução Conama nº 454/2012, observa-se que a concentração desse parâmetro também foi elevada no SE-01 conforme **Figura 7.2-214**, confirmando assim a elevada correlação existente entre eles (**Figura 7.2-240**). No que se refere à granulometria, o ponto amostrado nesta sub-bacia (SE-01) indicou partículas mais finas, classificados como silte arenoso (**Figura 7.2-209**).

Conforme detalhado no **item Uso do Solo**, a sub-bacia do Igarapé Ajará é composta majoritariamente por Floresta Ombrófila Densa, além dos cursos d'água, indicando que não há fontes poluentes.

Deste modo infere-se que naturalmente as águas da região possuem caráter mais ácido, tendo em vista a elevada presença de matéria orgânica no entorno que, no processo de decomposição, confere acidez ao meio e consequente diminuição de OD. Já o parâmetro ferro pode estar associado a geologia local.

B) Sub- bacia hidrográfica do Igarapé Jamari (Norte)

A caracterização dessa sub-bacia baseia-se nos resultados dos pontos PAS-04, PAS-05, PAS-06 e PAS-16 (**Figura 7.2-165**) e dos sedimentos, no ponto SE-02 (**Figura 7.2-206**).

Conforme indicado na **Figura 7.2-242**, para água superficial concentrações fora dos limites estabelecidos pela Resolução Conama nº 357/05 para águas doces classe 2 foram observadas para:

- **Oxigênio Dissolvido** nos pontos PAS-04, PAS-05, PAS-06 e PAS-16 (2ª Campanha);
- **pH** nos pontos PAS-04, PAS-05 e PAS-06 (1ª e 2ª campanhas) e PAS-16 (2ª Campanha).

Para o sedimento **nenhum parâmetro** foi quantificado acima do dos valores orientadores da resolução Conama nº 454/2012. Vale ressaltar, que o pH para o SE-02 (**Figura 7.2-170**) apresentou um dos valores mais baixos observados dentre as demais amostras de sedimento, assim como também identificado nas amostras de água superficial dessa sub-bacia. No que se refere à granulometria, o ponto amostrado nesta sub-bacia (SE-02) indicou partículas mais finas, classificados como silte arenoso (**Figura 7.2-209**).

Conforme detalhado no **item Uso do Solo**, a sub-bacia do Igarapé do Jamari (Norte) é composta majoritariamente por Floresta Ombrófila Densa, além dos cursos d'água, indicando que não há fontes poluentes.

Deste modo infere-se que naturalmente as águas da região possuem caráter mais ácido, tendo em vista a elevada presença de matéria orgânica no entorno que, no processo de decomposição, confere acidez ao meio e consequente diminuição de OD.

C) Sub-bacia hidrográfica do Igarapé do Moura

Para a sub-bacia em questão, os resultados dos pontos PAS-17, PAS-23, PAS-24 e PAS-25 (**Figura 7.2-165**) caracterizam a água superficial e os do ponto SE-03 (**Figura 7.2-206**), os sedimentos. Para água superficial, conforme indicado na **Figura 7.2-242**, concentrações fora dos limites estabelecidos pela Resolução Conama nº 357/2005 para águas doces classe 2 foram observadas para os parâmetros a seguir:

- **Oxigênio Dissolvido** nos pontos PAS-17 (1ª e 2ª campanhas), PAS-23, PAS-24 e PAS-25 (2ª Campanha);
- **pH** nos pontos PAS-17 (1ª e 2ª campanhas), PAS-23, PAS-24 e PAS-25 (2ª Campanha);
- **Alumínio dissolvido** nos pontos PAS-17 e PAS-24 (2ª Campanha).
- **Fósforo total** nos pontos PAS-17 (1ª e 2ª campanhas), PAS-23, PAS-24 e PAS-25 (2ª campanha).

Para o sedimento **nenhum parâmetro** foi quantificado acima do dos valores orientadores da resolução Conama nº 454/2012. Apesar de nenhum valor orientador para Alumínio ser apresentado nas resoluções empregadas, ressalta-se a alta concentração desse parâmetro no SE-03 (**Figura 7.2-215**), assim como o observado para água superficial. Para o parâmetro Fósforo, apesar, do resultado estar inferior ao valor orientador da Conama nº 454/2012, observou-se um valor elevado para o ponto em relação aos demais sedimentos avaliados

(**Figura 7.2-234**). No que se refere à granulometria, o ponto amostrado nesta sub-bacia (SE-03) indicou partículas mais finas, classificados como silte arenoso (**Figura 7.2-209**).

Conforme detalhado no **item Uso do Solo**, apesar da sub-bacia do Igarapé Moura ser composta majoritariamente por Floresta Ombrófila Densa, há ocorrência de atividade minerária (platô Monte Branco), que pode contribuir para as concentrações de alumínio e fósforo nas águas superficiais e sedimentos.

Deste modo infere-se que naturalmente as águas da região possuem caráter mais ácido, tendo em vista a elevada presença de matéria orgânica no entorno que, no processo de decomposição, confere acidez ao meio e consequente diminuição de OD.

D) Sub-bacia Hidrográfica do Igarapé Taquera

A água superficial na sub-bacia é caracterizada pelos resultados dos pontos PAS-07, PAS-08, PAS-09 e PAS-21 (**Figura 7.2-166**) e o sedimento pelo ponto SE-04 (**Figura 7.2-207**).

Para a matriz água superficial, conforme indicado na **Figura 7.2-242**, concentrações fora dos limites estabelecidos pela Resolução Conama nº 357/2005 para águas doces classe 2 foram observadas para os seguintes parâmetros:

- **Oxigênio Dissolvido** nos pontos PAS-09 e PAS-21 (2ª Campanha);
- **pH** nos pontos PAS-07 (1ª Campanha), PAS-08 e PAS-21 (1ª e 2ª campanhas), e PAS-09 (2ª Campanha), indicando acidez das águas da sub-bacia;
- **Fósforo total** no ponto PAS-21 (1ª Campanha), e

Para sedimento apenas o parâmetro **Cromo** do ponto SE-04 ultrapassou o valor orientador do nível 1 da Resolução Conama nº454/2012. Apesar de não ter ultrapassado o valor orientador da Conama nº454/2012, o parâmetro Níquel no SE-04 (**Figura 7.2-221**) apresentou elevada concentração no ponto evidenciando a alta correlação observada entre os parâmetros Cromo e Níquel (**Figura 7.2-241**). No que se refere à granulometria, o ponto amostrado nesta sub-bacia (SE-04) indicou partículas mais finas, classificados como areia siltosa (Figura 7.2-209).

Conforme detalhado no **item Uso do Solo**, a sub-bacia do Igarapé Taquera é composta principalmente por Floresta Ombrófila Densa, com ocorrência de Savana, solo exposto e pastagem em menor proporção. Ressalta-se que, estes usos que poderiam influir na qualidade das águas superficiais, como pastagem, estão localizados a jusante dos pontos amostrados, próximos ao exutório da sub-bacia. Por essa razão não são considerados como fontes de poluição responsáveis pelas alterações detectadas.

Deste modo infere-se que naturalmente as águas da região possuem caráter mais ácido, tendo em vista a elevada presença de matéria orgânica no entorno que, no processo de decomposição, confere acidez ao meio, consequente diminuição de OD e aumento na concentração de fósforo.

E) Sub-bacia hidrográfica do Igarapé Faro

A caracterização da água superficial da sub-bacia em questão é representada pelos resultados do ponto PAS-22 (**Figura 7.2-166**) e do sedimento pelo ponto SE-05 (**Figura 7.2-207**).

Para água superficial, conforme indicado na **Figura 7.2-242**, concentrações fora dos limites estabelecidos pela Resolução Conama nº 357/2005 para águas doces classe 2 foram observadas para os parâmetros:

- **pH, Alumínio dissolvido e Manganês total**, todos referentes à 2ª campanha de coleta do ponto PAS-22.

Para sedimento apenas o parâmetro **Cromo** ultrapassou o valor orientador do nível 1 da Resolução Conama nº 454/2012. Apesar de não ter ultrapassado o valor orientador da Conama nº454/2012, o parâmetro **Níquel** no SE-05 (**Figura 7.2-221**) apresentou elevada concentração no ponto evidenciando a alta correlação observada entre os parâmetros Cromo e Níquel (**Figura 7.2-241**). No que se refere à granulometria, o ponto amostrado nesta sub-bacia (SE-05) indicou partículas mais grossas, classificados como areia (**Figura 7.2-209**).

Conforme detalhado no **item Uso do Solo**, a sub-bacia do Igarapé Faro é composta principalmente por Floresta Ombrófila Densa, com ocorrência de Savana, campo antrópico, área degradada/queimada e ocupações rurais em menor proporção. Ressalta-se que, estes últimos, que poderiam influir na qualidade das águas superficiais, estão localizados a jusante dos pontos amostrados, próximos ao exutório da sub-bacia. Por essa razão não são considerados como fontes de poluição responsáveis pelas alterações detectadas.

Deste modo infere-se que naturalmente as águas da região possuem caráter mais ácido, tendo em vista a elevada presença de matéria orgânica no entorno que, no processo de decomposição, confere acidez ao meio. Já os metais verificados, tanto nas amostras de água como sedimento, podem estar associados a geologia local.

F) Sub-bacia hidrográfica do Igarapé Aibi

Na sub-bacia caracterizou-se apenas o sedimento, por meio do ponto SE-06 (**Figura 7.2-207**). Os resultados obtidos apresentaram-se abaixo dos valores referenciais das resoluções empregadas, com exceção do parâmetro **Cromo** que ultrapassou o valor orientador do nível 1 da Resolução Conama nº 454/2012. Apesar de não ter ultrapassado o valor orientador da resolução, o parâmetro **Níquel** no SE-06 (**Figura 7.2-221**) apresentou elevada concentração no ponto evidenciando a alta correlação observada entre os parâmetros Cromo e Níquel (**Figura 7.2-241**). No que se refere à granulometria, o ponto amostrado nesta sub-bacia (SE-06) Indicou partículas mais grossas, classificados como areia (**Figura 7.2-209**).

Conforme detalhado no **item Uso do Solo**, a sub-bacia do Igarapé Aibi é composta principalmente por Floresta Ombrófila Densa, com ocorrência de Savana, campo antrópico, área degradada/queimada e ocupações rurais em menor proporção. Ressalta-se que, estes últimos estão localizados a jusante dos pontos amostrados, próximos ao exutório da sub-bacia. Deste modo infere-se que o cromo verificado pode estar associado a geologia local.

G) Sub-bacia hidrográfica do Igarapé do Jamari (Sul)

A caracterização da sub-bacia é embasada nos resultados dos pontos PAS-10, PAS-11, PAS-12, PAS-28 de coleta de água superficial (**Figura 7.2-166**) e pontos, SE-07, SE-08, SE-09, SE-10, SE-11 de coleta de sedimentos (**Figura 7.2-207**).

Conforme indicado na **Figura 7.2-242**, para água superficial concentrações fora dos limites estabelecidos pela Resolução Conama nº 357/2005 para águas doces classe 2 foram observadas para os parâmetros:

- **Oxigênio dissolvido** dos pontos PAS-11, PAS-12 (2ª Campanha);
- **pH** dos pontos PAS-10, PAS-11, PAS-12 (2ª Campanha);
- **Alumínio dissolvido** do ponto PAS-11 (2ª Campanha).
- **Fósforo total** do ponto PAS-11 (2ª Campanha).

Para os pontos de sedimento avaliados, apenas o parâmetro **Cromo** do ponto SE-07 ultrapassou o valor orientador do nível 1 da Resolução Conama nº454/2012. No que se refere à granulometria, os pontos amostrados próximos aos platôs (SE-08, SE-09, SE-10 e SE-11) indicaram partículas mais grossas, classificados como areia, já o ponto SE-07, localizado mais próximo ao exutório da sub-bacia, apresenta menor granulometria, classificado como areia siltosa (**Figura 7.2-209**).

Conforme detalhado no **item Uso do Solo**, a sub-bacia do Igarapé Jamari (Sul) é composta principalmente por Floresta Ombrófila Densa, contudo, na região mais ao sul da sub-bacia, próximo ao exutório, há também a ocorrência de Savana, campo antrópico, área degradada/queimada, área urbana e ocupações rurais em menor proporção.

Deste modo infere-se que naturalmente as águas da região possuem caráter mais ácido, tendo em vista a elevada presença de matéria orgânica no entorno que, no processo de decomposição, confere acidez ao meio, consequente diminuição de OD e aumento na concentração de fósforo. Já os metais verificados, tanto nas amostras de água como sedimento, podem estar associados a geologia local.

H) Sub-bacia hidrográfica do Igarapé Saracá

A caracterização da sub-bacia é embasada nos resultados do ponto PAS-26 de coleta de água superficial e pontos SE-SA-30/PAS-30, SE-SA-31/PAS-31, SE-SA-32/PAS-32, SE-SA-33/PAS-33 de coleta coincidente de água superficial e sedimentos (**Figura 7.2-166** e **Figura 7.2-207**).

Importante destacar que inicialmente o PAS-29 compunha a rede amostral para água superficial dessa sub-bacia, contudo por estar seco durante a primeira campanha (chuvosa), foi excluído da malha amostral. Os pontos que coincidem com a avaliação de sedimentos foram incluídos na lista posteriormente, a fim de detalhar a área do platô Saracá, razão pela qual foram coletados apenas na campanha seca. Dessa forma, apenas o PAS-26 foi amostrado tanto na campanha chuvosa (abril/2019) quanto na seca (outubro/2019) para água superficial.

Tendo por base os pontos mencionados para água superficial, concentrações fora dos limites estabelecidos pela Resolução Conama nº 357/2005 para águas doces classe 2 foram observadas para os parâmetros (**Figura 7.2-242**):

- **Oxigênio Dissolvido** e **pH** em todos os pontos considerados na sub-bacia (PAS-26, SE-SA-30, SE-SA-31, SE-SA-32, SE-SA-33); e
- **Alumínio dissolvido** e **Fósforo total** no ponto PAS-26 (2ª campanha).

Para sedimento apenas o parâmetro **Cromo** do ponto SE-SA-30 ultrapassou o valor orientador do nível 1 da Resolução Conama nº454/2012. Apesar de não ter ultrapassado o valor orientador da resolução, o parâmetro **Níque**l no SE-AS-30 (**Figura 7.2-221**) apresentou elevada concentração no ponto evidenciando a alta correlação observada entre os parâmetros Cromo e Níquel (**Figura 7.2-241**). No que se refere à granulometria, os pontos amostrados nesta sub-bacia (SE-SA-30, SE-SA-31, SE-SA-32, SE-SA-33) indicaram partículas mais grossas, classificados como areia (Figura 7.2-209).

Conforme detalhado no **item Uso do Solo**, a sub-bacia do Igarapé Saracá é composta principalmente por Floresta Ombrófila Densa, com ocorrência de Savana, campo antrópico, área degradada/queimada, área urbana e ocupações rurais na região sudeste da sub-bacia. Também ocorre na sub-bacia do Igarapé Saracá atividade de exploração mineral em operação, nos platôs Monte Branco e Saracá+, além dos platôs já exauridos Almeidas, Aviso e Periquito. As atividades no platô Monte Branco podem ter ocasionado nas concentrações de Alumínio dissolvido e Fósforo total detectadas no ponto PAS-26, na segunda campanha (seca), assim como do parâmetro Cromo no SE-AS-30.

Já os valores verificados de OD e pH refletem a característica das águas na região que apresentando caráter mais ácido, tendo em vista a elevada presença de matéria orgânica no entorno que, no processo de decomposição, confere acidez ao meio, consequente diminuição de OD e aumento na concentração de fósforo.

7.2.9.5. Hidrogeologia e Qualidade das Águas Subterrâneas

Este item tem como objetivo caracterizar os principais aspectos regionais e locais acerca da dos domínios hidrogeológicos, considerando as características relativas à geometria e propriedades físicas, hidrodinâmicas e notas sobre o potencial para explotação e condição geoquímica das águas subterrâneas.

Adicionalmente, são destacadas as principais áreas de recarga e descarga dos sistemas aquíferos, a caracterização da piezometria dos aquíferos de interesse e a caracterização físico-química e biológica das águas subterrâneas.

A) Considerações Metodológicas

Para a caracterização regional dos sistemas aquíferos foi utilizada a Carta Hidrogeológica da Folha SA.21 Santarém (CPRM, 2016) e a tese de doutorado de Tancredi, A.C. (1996) que versa sobre estudos hidrogeológicos do aquífero Alter do Chão no município de Santarém.

Para a caraterização da hidrogeologia do entorno do PNM foi utilizada a tese de doutorado de Azevedo, J.H. (2019), o Estudo Hidrológico e Hidrogeológico da empresa HATCH (2019), os dados cadastrais de poços tubulares profundos existentes na região, constantes do acervo atual do SIAGAS (CPRM), bem como dados de monitoramentos da MRN dos platôs em operação, e quando disponível para os platôs objeto de licenciamento do presente estudo ambiental.

Destaca-se, tal como solicitado no TR emitido pelo Ibama , que a presente caracterização está calcada em dados secundários, bem como de monitoramentos já executados e/ou em execução.

B) Caracterização Regional

O Sistema Aquífero Alter do Chão é do tipo poroso livre, possuindo uma área de recarga de 312.574 km², sendo explorado principalmente nas cidades de Manaus, Belém, Santarém e na ilha de Marajó. A qualidade da água do aquífero é boa, apresentando pH de 4,8 e sólidos totais dissolvidos inferiores a 100 mg/l, porém as concentrações de ferro alcançam algumas vezes 15 mg/l (FGV, 1998, in ANA, 2005). Os problemas mais frequentes associados à presença de ferro são manchas em instalações sanitárias e roupas, incrustação em tubulações e filtros de poços e mudança do gosto da água.

A Formação Alter do Chão é o principal domínio hidrogeológico na Bacia do Amazonas, havendo estudos recentes que sugerem que este sistema pode ter conexões com outra unidade hidrogeológica regional, estendendo-se pelas bacias do Solimões e Acre, além de países vizinhos (Abreu *et al*, 2013, Rosário et al, 2016, *in* Pita, R.C.S., 2018).

O Sistema Aquífero Alter do Chão na região de Manaus pode ter a qualidade de suas águas influenciada por formações subjacentes, principalmente a Formação Nova Olinda, formada por calcários e evaporitos, o que é facilitado por falhas profundas que podem estabelecer o contato de águas enriquecidas em sais que circulam nesta formação. Na cidade de Manacapuru há poços públicos que com pouco mais de 200 m produzem águas duras, com elevados teores de bicarbonatos, cálcio e magnésio (Pita, R.C.S., *op.cit*.).

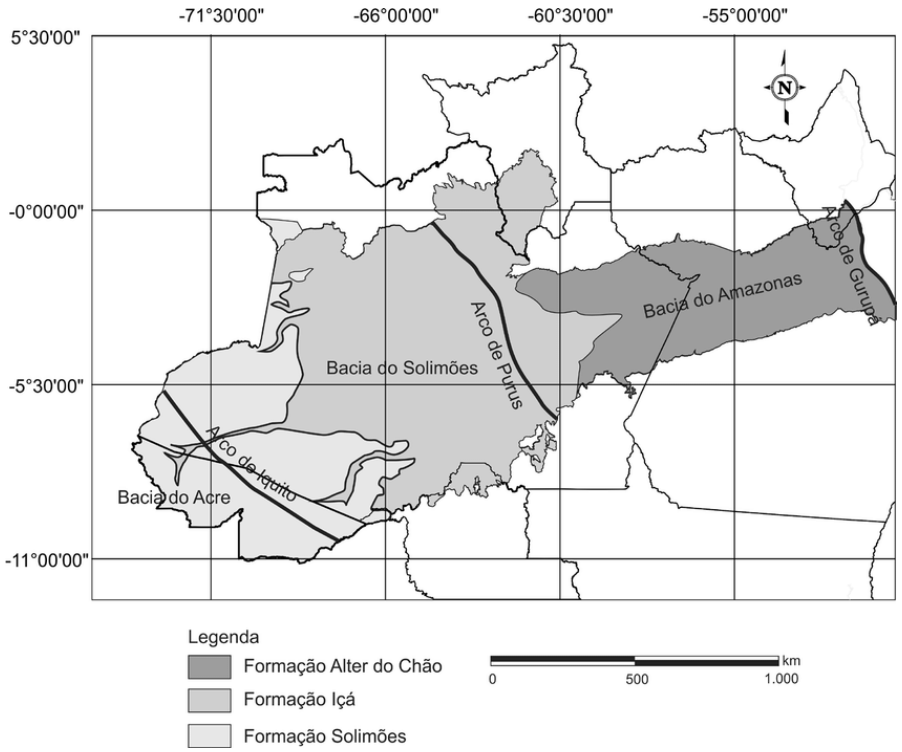


Figura 7.2-243. Distribuição da Formação Alter do Chão na Bacia Amazônica.
Fonte: Souza et al (2013).

Segundo Tancredi, A.C. (1996), o sistema hidrogeológico da Formação Alter do Chão na região de Santarém é formado por dois aquíferos principais: um aquífero livre, de cerca de 50 m de espessura, e outro, de aquíferos confinados de 430 m de espessura, estando estes dois sistemas aquíferos separados por aquicludes e aquitardes constituídos por camadas argilosas

no intervalo de 44 a 80 m de profundidade. A grande variação litológica da Formação Alter do Chão tanto no sentido vertical quanto no horizontal resulta em um comportamento hidrodinâmico complexo dos aquíferos. Os parâmetros hidráulicos indicam condutividades hidráulicas (K) entre 5,0 x 10-5 e 2,1 x 10-4 m/s, transmissividade (T) entre 1,5 x 10-3 a 9,1 x 10-3 m²/s, coeficiente de armazenamento (S) entre 3,3 a 4,1 x 10-4, com porosidade média de cerca de 20%.

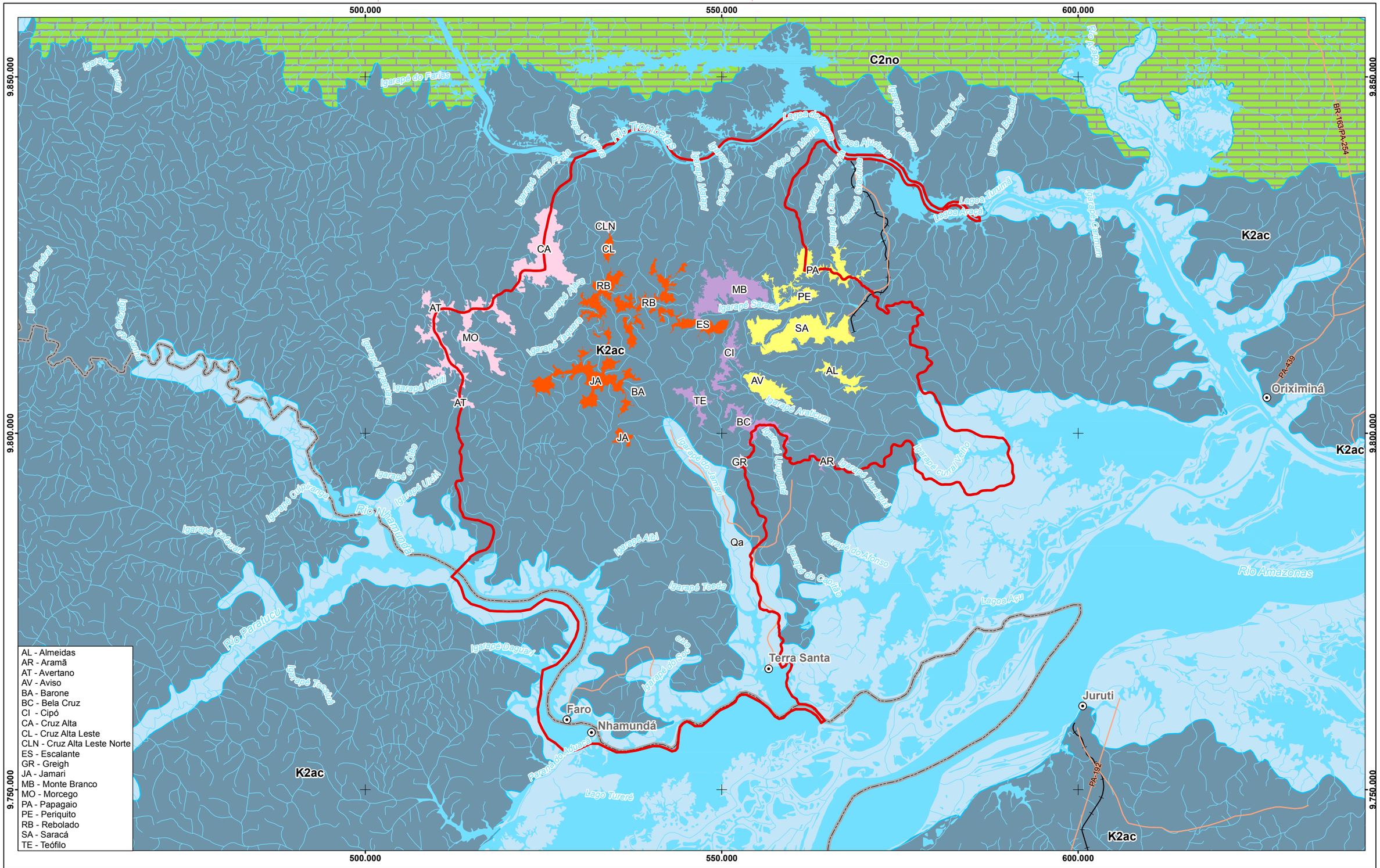
Quanto à qualidade das águas subterrâneas, o **Quadro 7.2-48** sintetiza os resultados das análises físico-químicas obtidos por Tancredi (*op.cit*.).

Quadro 7.2-48. Qualidade das águas do sistema hidrogeológico Alter do Chão.

Qualidade das Águas Subterrâneas	
pH	4,0 a 4,7
Temperatura (ºC)	25,0 a 29,6
Condutividade Elétrica (µS/cm)	11,4 a 37,2
Alcalinidade (mg/L de $CaCO_3$)	0,79 a 3,7
Dureza (mg/L de $CaCO_3$)	1,1 a 4,3
Na (mg/L)	0,60 a 2,30
K (mg/L)	0,10 a 2,40
Ca (mg/L)	0,40 a 1,60
Mg (mg/L)	0,10 a 0,40
Fe_{total} (mg/L)	0,2 a 0,4
Cl (mg/L)	1,50 a 4,60
SO_4 (mg/L)	1,0 a 2,50
HCO_3 (mg/L)	1,0 a 4,40
SiO_2 (mg/L)	0,73 a 3,42

Fonte: Tancredi, A.C (1996).

A **Figura 7.2-244** exibe a hidrogeologia regional da Área de Estudo com a caracterização hidráulica dos aquíferos nela contidos e próximos, notando-se a grande superioridade dos parâmetros hidráulicos do aquífero Alter do Chão, de muito alta produtividade.



Referência Locacional

- Sede Municipal
- Limite Estadual

Área de Estudo

- Meio Físico e Biótico

Platôs

- Objeto do PNM
- Em Operação
- Exauridos
- Demais Platôs

FORMATO: A3

Caracterização Hidraúlica dos Aquíferos

Unidade	Classe	Granular	Cárstico	Q/s (m³/h/m)	T (m²/s)	K (m²/s)	Q (m³/h)	Produtividade
Depósito Aluvionar	(4)	Qa		0,4 ≤Q/s < 1,0	10^{-5}≤ T <10^{-4}	10^{-7}≤ K <10^{-6}	10 ≤ Q <25	Baixa
Formação Alter do Chão	(1)	K2ac		≥ 4,0	≥10^{-2}	≥10^{-4}	≥100	Alta
Formação Nova Olinda	(4)	C2no		Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	10 ≤ Q < 25	Baixa a Moderada

REFERÊNCIAS

Fontes:
- IBGE, 2017.
- ARCADIS, 2019.
- CPRM, 2016.
- SIAGAS/CPRM, 2019.

N

0 2,5 5 10 15 20 Km

Sistema de Coordenadas UTM SIRGAS2000 F21S

MACROLOCALIZAÇÃO

MRN Mineração Rio do Norte

ARCADIS

PROJETO: **EIA - PNM**

MAPA: **Mapa Hidrogeológico Regional**

ELAB:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
ARCADIS S.A.	1:500.000	Única	26/10/2021

Figura 7.2-244. Mapa Hidrogeológico Regional.

C) Caracterização Local

Para a caracterização da hidrogeologia da AE foi utilizada a tese de doutorado de Azevedo, J.H. (2019), o Estudo Hidrológico e Hidrogeológico da empresa HATCH (2021), os dados cadastrais de poços tubulares profundos existentes na região, constantes do acervo do SIAGAS (CPRM), bem como dados de monitoramentos da MRN dos platôs em operação, e quando disponível para os platôs objeto de licenciamento do presente estudo ambiental.

Desta forma, a seguir são apresentados e caracterizados os principais domínios hidrogeológicos relacionados ao PNM e entorno, bem como são tratados, em sequência, os aspectos gerais relacionados aos monitoramentos piezométricos (níveis d'água), à qualidade das águas superfícies (nascentes e surgências), bem como os aspectos qualitativos das águas subterrâneas.

a) Principais Domínios Hidrogeológicos

O PNM e respectivas estruturas, segundo a geologia regional e os perfis geológicos dos poços constantes do acervo atual do SIAGAS (CPRM, 2021), compreendem dois domínios hidrogeológicos, descritos a seguir.

Coberturas Cenozóicas

São formadas por sedimentos inconsolidados, representados por aluviões, que, quando espessos, podem armazenar grande volume de água, sendo diretamente carregados por águas de chuva ou indiretamente pelas descargas dos cursos d'água superficiais. Por serem pouco consolidados, estes depósitos possuem, geralmente, maior porosidade efetiva e maior permeabilidade, constituindo o sistema aquífero poroso.

Formação Alter do Chão

O Sistema Aquífero Alter do Chão é formado por arenitos finos, médios e grossos com lentes de argila, que afloram eventualmente nas bases das encostas dos platôs lateríticos, apresentando aquitarde constituído por camada silto-argilosa e argilito em menor quantidade, discriminado como perfil de argila variegada (Costa, 1991, MRN & Frasa, 2012, Costa et al. 2014, in Azevedo, J.H. et al , 2019).

Para a piezometria do aquífero regional, os dados de monitoramento indicam variações piezométricas entre 60 e 80 metros, as quais se relacionam diretamente com as altimetrias dos platôs. Para as fácies arenosas da Formação Alter do Chão é admitida uma condutividade hidráulica da ordem de 10^{-5} até 10^{-4} m/s, conforme Tancredi (1996).

A zona não saturada ocorre nas camadas superiores dos platôs, enquanto a zona saturada tem lugar na camada de argila variegada e nos sedimentos não consolidados, com descarga na base das encostas e conectadas às redes hidrográficas por fluxos de base. Os topos dos platôs constituem áreas de recarga regional (**Figura 7.2-245**), a partir dos quais se desenvolvem fluxos radiais promovidos pelas diferenças de permeabilidade entre as diversas camadas do perfil. Conforme apresentado na **Figura 7.2-245,** as encostas ilustradas nas regiões 2 e 3 da figura podem apresentar as maiores concentrações de nascentes, correspondendo a uma faixa de descarga que se estende para as porções mais baixas do terreno, alimentando, por meio de fluxos de base igarapés e rios da região. (Brandt, 2007, in

Azevedo, J.H. et al, 2019). A piezometria dos aquíferos rasos nos domínios dos platôs varia de 26 a 39 m.

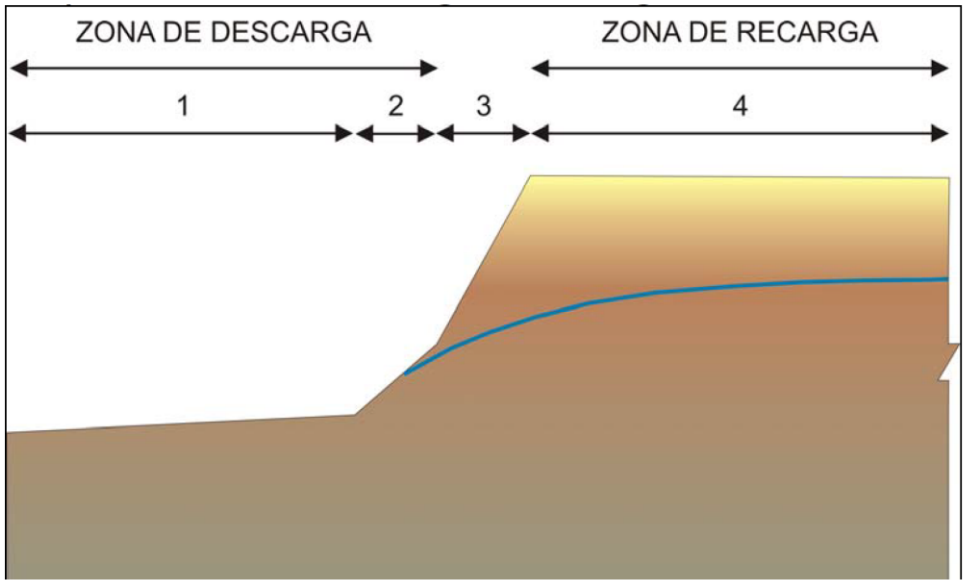


Figura 7.2-245. Esquema das localizações das nascentes nas encostas dos platôs e das zonas de recarga e descarga.
Fonte: Brandt, 2007.

Testes de infiltração realizados por Brandt (2007, in Azevedo, J.H. et al , 2019), indicam as seguintes variações nos valores de condutividade hidráulica em perfil: Faixa não saturada (zona vadosa) 10^{-4} m/s para o solo superior; 10^{-6} a 10^{-7} m/s para o horizonte de Argila Belterra; e para os principais materiais da zona saturada valores de condutividade hidráulica de 10^{-5} a 10^{-6} m/s para as crostas lateríticas, sendo os maiores valores para a bauxita nodular e crosta ferruginosa e os menores para bauxita maciça, e de 10^{-7} m/s para a argila variegada.

O modelo de circulação dos platôs (MRN & FRASA, 2012) apresenta a seguinte configuração do topo para a base: Zona não saturada, com espessuras variáveis para cada platô que podem chegar até 29 m de profundidade, presença de aquíferos superficiais isolados, originados de faixas temporariamente saturadas; aquíferos suspensos locais ocorrendo em profundidades que variam de 5 a 29 m, temporariamente existentes na região da zona vadosa quando da existência de lentes mais argilosas; aquitarde na camada de silte e argila variegada; e aquífero regional com níveis d'água em profundidades entre 40 e 82 m, correspondente à faixa permanentemente saturada (**Figura 7.2-246**). A depender, portanto, das feições da topossequência dos platôs, o aquífero se apresenta na forma semi-confinada ou na forma livre.

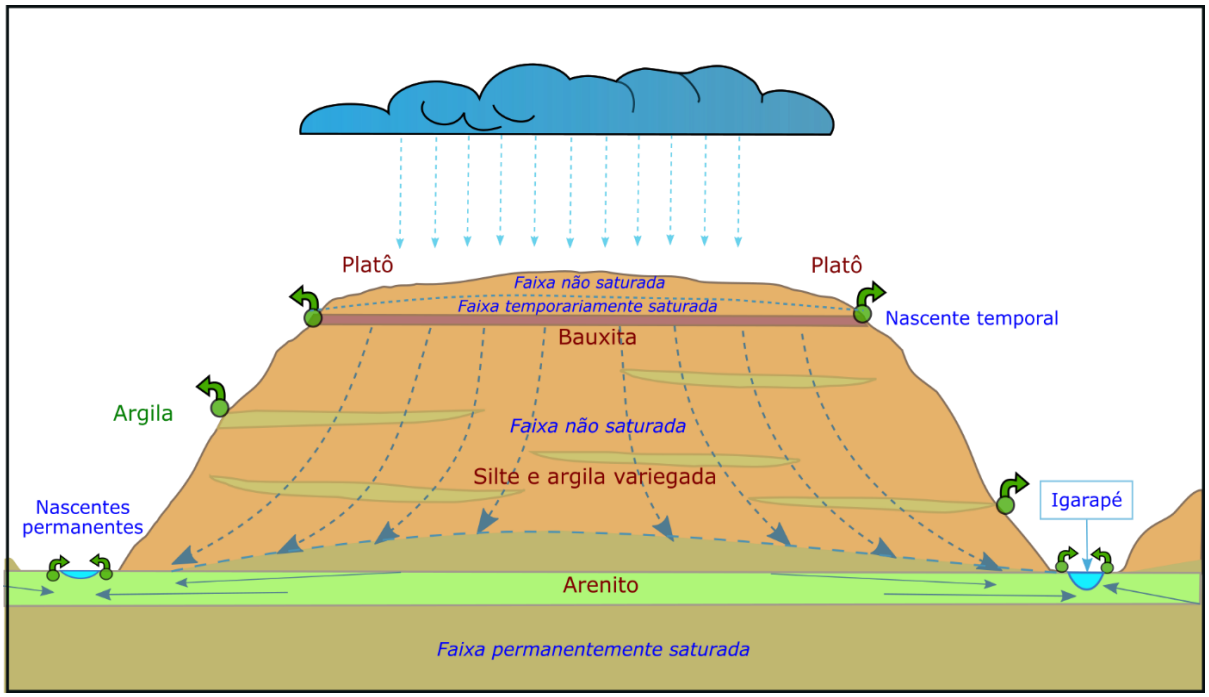


Figura 7.2-246. Ilustração esquemática dos sistemas de fluxo subterrâneo a partir de platôs bauxíticos.

Fonte: Arcadis (2020) modificado de MRN & FRASA, 2012 in Azevedo, J.H. et al (2019).

Considerando o modelo conceitual das zonas de recarga e descarga apresentadas na Figura 7.2-246 e descritas pela BRANDT (2007) e das características hidrogeológicas dos platôs apresentadas descritas por Azevedo, J.H. et al (2019), foi realizada a compartimentação da AE seguindo tais preposições juntamente com os dados hipsométrico, definindo-se as zonas de recarga e descarga para a AE (**Figura 7.2-247**).

FORMATO: A3

520.000

560.000

9.840.000

9.800.000

9.760.000

Lagoa do Erepecu

Lagoa Erepecuru

Igarapé do Farias

Igarapé Tabuleiro Grande

Igarapé Caruara

Rio Trombetas

Igarapé Terra Preta

Lagoa do Moura

Igarapé do Moura

Igarapé Matapi

Igarapé dos Apés

Igarapé Água Fria

Igarapé Caraná

Igarapé Gracinha

Igarapé do Papagaio ou do Pinto

Igarapé do Inferno

Igarapé Pari

Igarapé Bacabal

Lagoa Ajudante

Lagoa Batata

Lagoa Araçá

Lagoa Turumã

Lagoa Araçuã de Cima

CLN

CL

CA

RB

RB

MB

PA

PE

SA

ES

MO

AT

AT

JA

BA

JA

CI

AV

AL

TE

BC

GR

AR

Igarapé Piara

Igarapé Taquera

Igarapé Saracá

Igarapé Meriti

Igarapé Araticum

Igarapé do Óleo

Igarapé Uichi

Igarapé do Jamari

Igarapé Aibi

Igarapé Urupuiana

Igarapé Mariapixi

Igarapé do Afonso

Igarapé do Capitão

Igarapé Toeda

Igarapé Daguari

Igarapé do Socorro

Igarapé Curral Velho

Lagoa Açu/ Sapucuá

LAGO PIRARUACÁ

Lagoa Açu

Lago Xixia Mirim

Lago do Macuricanã

Rio Amazonas

Terra Santa

Lago Algodoal

Faro

Nhamundá

Lago Ubim

LAGO URUÃ

Paraná do Aduacá

Platôs

AL - Almeidas
AR - Aramã
AT - Avertano
AV - Aviso
BA - Barone
BC - Bela Cruz
CI - Cipó
CA - Cruz Alta
CL - Cruz Alta Leste
CLN - Cruz Alta Leste Norte
ES - Escalante
GR - Greigh
JA - Jamari
MB - Monte Branco
MO - Morcego
PA - Papagaio
PE - Periquito
RB - Rebolado
SA - Saracá
TE - Teófilo

Referência Locacional
- Sede Municipal
- Limite Estadual

Sistema de Transporte
- Rodoviário
- Ferroviário

Área de Estudo
- Meio Físico e Biótico

Platôs
- Objeto do PNM
- Em Operação
- Exauridos
- Demais Platôs

Águas Subterrâneas

Zona de Recarga
- Platôs e Altitudes acima de 50 metros

Zona de Descarga
- Encostas e Altitudes inferiores a 50 metros
- Curso d'água
- Massa d'água

REFERÊNCIAS

Fontes:
- IBGE, 2017.
- ARCADIS, 2019.

N

0 1,5 3 6 9 12 Km

Sistema de Coordenadas UTM SIRGAS2000 F21S

MACROLOCALIZAÇÃO

MRN Mineração Rio do Norte

ARCADIS

PROJETO:
EIA - PNM

MAPA:
Mapa de Áreas de Recarga e Descarga das Águas Subterrâneas na Área de Estudo

ELABORADO POR:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
ARCADIS S.A.	1:325.000	Única	26/10/2021

Figura 7.2-247. Mapa das Zonas de Recarga e Descarga das Águas Subterrâneas na Área de Estudo.

As informações hidrogeológicas obtidas de uma base de dados de 15 poços tubulares profundos (**Figura 7.2-250**) cadastrados no SIAGAS (CPRM, 2021), em sua grande maioria executados nos platôs das minas de bauxita, mostram que o sistema aquífero explorado é o Alter do Chão. Em função desta localização, os poços apresentam perfil geológico muito semelhante, atravessando sucessivamente as camadas de argila Belterra, lateritas, argila plástica variegada e atingindo os horizontes arenosos a profundidades variáveis de 22,0 a 42,0 m.

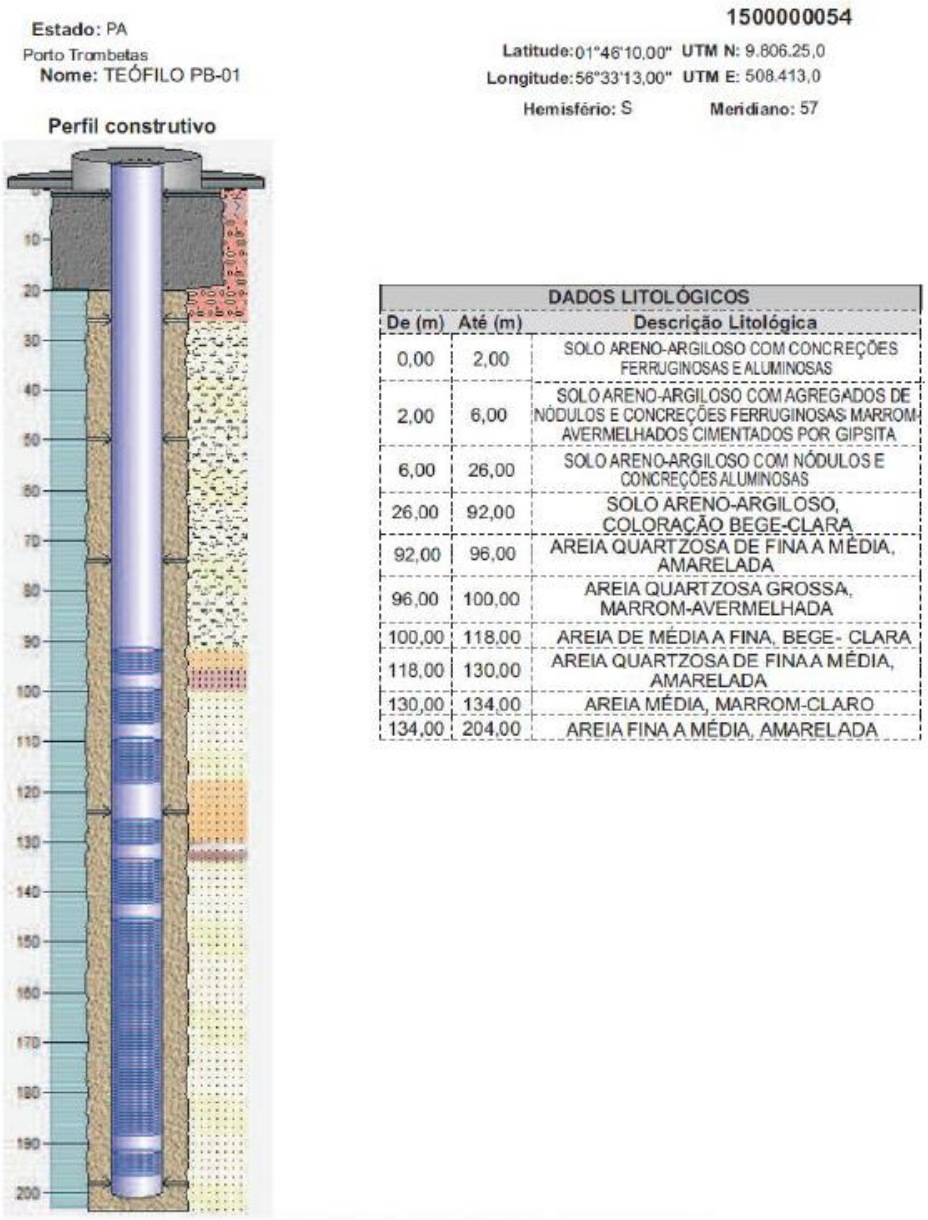
Os poços locados nos platôs foram em sua maior parte perfurados à profundidade de 102,00 m, apresentando nível estático (NE) variável de 60,40 a 87,0 m de profundidade e nível dinâmico (ND) variável de 84,00 a 93,00 m de profundidade. Poços mais profundos (P5820, P5752 e P5819) atingiram profundidades de 252,00 a 258,00 m com nível dinâmico a profundidades variáveis de 108,27 a 112,94 m.

As vazões dos poços variaram de 0,70 a 90,00 m³/h, situando-se em sua maioria entre 2,0 e 5,0m³/h. A menor e a segunda maior vazão encontradas relacionam-se aos poços mais profundos P5819 e P5752, que apresentaram valores de 0,70 m³/s e 32,73 m³/s, respectivamente.

As vazões específicas, por sua vez, variaram de 0,019 m³/h/m (P5819) no platô Bela Cruz a 3,814 m³/h/m (P5179) no platô Saracá, situando-se na maioria dos poços entre 0,25 e 0,50 m³/h/m.

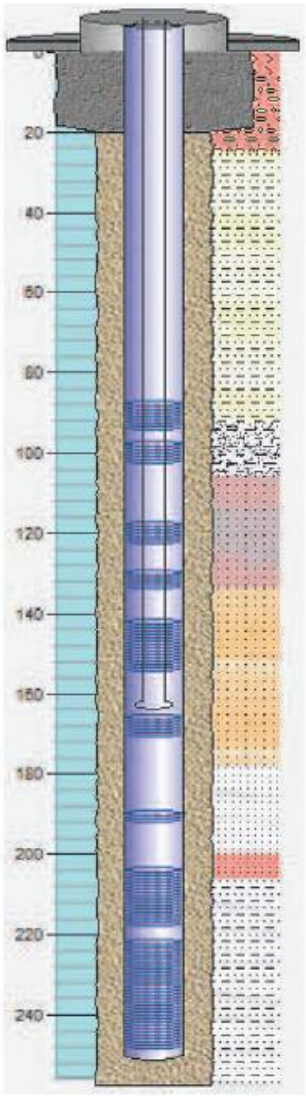
O Estudo Hidrológico e Hidrogeológico desenvolvido pela HATCH (**QC7-HAT-08-09-515-RT**), datado de 2021, assinala a existência de dois poços no platô Teófilo que à data de consulta do SIAGAS não estavam cadastrados. São eles:

- PB-01, com 204 m de profundidade, nível estático a 72 m e nível dinâmico a 144 m de profundidade, vazão de 5m³/h e vazão específica de 0,07 m³/h/m (**Figura 7.2-248**).
- PB-02, com 250 m de profundidade, nível estático a 100 m e nível dinâmico a 137 m de profundidade, para uma produção de 36 m³/h, ou seja, vazão específica de 1,0 m³/h/m **(Figura 7.2-249).**



DADOS LITOLÓGICOS		
De (m)	Até (m)	Descrição Litológica
0,00	2,00	SOLO ARENO-ARGILOSO COM CONCREÇÕES FERRUGINOSAS E ALUMINOSAS
2,00	6,00	SOLO ARENO-ARGILOSO COM AGREGADOS DE NÓDULOS E CONCREÇÕES FERRUGINOSAS MARROM-AVERMELHADOS CIMENTADOS POR GIPSITA
6,00	26,00	SOLO ARENO-ARGILOSO COM NÓDULOS E CONCREÇÕES ALUMINOSAS
26,00	92,00	SOLO ARENO-ARGILOSO, COLORAÇÃO BEGE-CLARA
92,00	96,00	AREIA QUARTZOSA DE FINA A MÉDIA, AMARELADA
96,00	100,00	AREIA QUARTZOSA GROSSA, MARROM-AVERMELHADA
100,00	118,00	AREIA DE MÉDIA A FINA, BEGE- CLARA
118,00	130,00	AREIA QUARTZOSA DE FINA A MÉDIA, AMARELADA
130,00	134,00	AREIA MÉDIA, MARROM-CLARO
134,00	204,00	AREIA FINA A MÉDIA, AMARELADA

Figura 7.2-248. Perfil construtivo e litológico do poço Teófilo PB-01.
Fonte: HATCH, 2021 (QC7-HAT-08-09-515-RT).



DADOS LITOLÓGICOS		
De (m)	Até (m)	Descrição Litológica
0,00	6,00	SOLO ARENO-ARGILOSO MAL SELECIONADO C/ CONCREÇOES FERRUGINOSAS
6,00	25,00	ARGILA-ARENOSA COM NODULOS E CONCREÇÕES ALUMINOSAS
25,00	92,00	AREIA-ARGILOSA BEM SELECIONADA, BEGE CLARA
92,00	106,00	AREIA MÉDIA VARIEGADA
106,00	134,00	AREIA DE FINA A MÉDIA, AMARELADA
134,00	178,00	AREIA MÉDIA, LARANJA
178,00	200,00	AREIA FINA A MÉDIA ESBRANQUIÇADA, BEM COMPACTADA
200,00	206,00	ARENITO AVERMELHADO, SILICIFICADO
206,00	258,00	AREIA FINA ESBRANQUIÇADA, COM LENTES DE ARGILA

Figura 7.2-249. Perfil construtivo e litológico do poço Teófilo PB-02.
Fonte: HATCH, 2021 (QC7-HAT-08-09-515-RT).

A **Figura 7.2-250** e **Quadro 7.2-49** exibem os dados de localização, geometria e hidráulica dos poços cadastrados no SIAGAS (CPRM) contidos no entorno do empreendimento e dos limites da AE.

FORMATO: A3

520.000 560.000 9.840.000 9.800.000 9.760.000

Lagoa Erepecuru
Igarapé do Farias
Igarapé Tabuleiro Grande
Igarapé Caruara
Rio Trombetas
Lagoa do Moura
Igarapé Pará
Igarapé Bacabal
Igarapé do Inferno
Lagoa Ajucaré
Igarapé do Moura
Igarapé Terra Preta
Igarapé Matapi
Igarapé dos Apes
Igarapé Água Fria
Igarapé Caraná
Igarapé Cracinha
Igarapé do Papagaio ou do Pinto
Lagoa Batata
Lagoa Turumã
Lagoa Araçá
Lagoa Araçá de Cima
P5752
P4688
Ajará
CLN
Jamari (Norte)
Moura
CL
CA
P5187
PA
RB
MB
P5186
PE
Igarapé Ajara
Igarapé Saracá
ES
P5179
SA
MO
Igarapé Taquara
CI
Saracá
AT
JA
P5178
AL
P5182
AV
Igarapé Meriti
PB-02
BA
P5180
P6337
Taquera
TE
PB-01
P5184
P5819
P5820
Igarapé Araticum
Jamari (Sul)
BC
P5183
JA
Lagoa Açu/ Sapucuá
Igarapé do Jamari
GR
P5181
Igarapé do Óleo
Faro
P5185
AR
Igarapé Matapixi
Igarapé curral Velho
Igarapé Ucichi
Aibi
Igarapé Aibi
Igarapé Urupuanã
Igarapé do Afonso
Igarapé do Capitão
Igarapé Toeda
LAGO PIRARUACÁ
Lagoa Açu
Igarapé Daguari
Igarapé do Socorro
Terra Santa
Lago Algodoal
Lago Xixia Mirim
LAGO URUÁ
Faro
Nhamundá
Lago Ubim
Lago do Macurieanã
Paraná do Aduacá
Rio Amazonas
Lago Turerá

AL - Almeidas
AR - Aramã
AT - Avertano
AV - Aviso
BA - Barone
BC - Bela Cruz
CI - Cipó
CA - Cruz Alta
CL - Cruz Alta Leste
CLN - Cruz Alta Leste Norte
ES - Escalante
GR - Greigh
JA - Jamari
MB - Monte Branco
MO - Morcego
PA - Papagaio
PE - Periquito
RB - Rebolado
SA - Saracá
TE - Teófilo

Caracterização Hidraúlica dos Aquíferos

Unidade	Classe	Granular	Cárstico	Q/s ($m^3/h/m$)	T (m^2/s)	K (m^2/s)	Q (m^3/h)	Produtividade
Depósito Aluvionar	(4)	Qa		0,4 ≤Q/s < 1,0	10^{-5}≤ T <10^{-4}	10^{-7}≤ K <10^{-6}	10 ≤ Q <25	Baixa
Formação Alter do Chão	(1)	K2ac		≥ 4,0	≥10^{-2}	≥10^{-4}	≥100	Alta
Formação Nova Olinda	(4)	C2no		Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	10 ≤ Q < 25	Baixa a Moderada

Referência Locacional
- Sede Municipal
- Limite Estadual

Hidrografia
- Curso d'água
- Massa d'água
- Sub Bacias Hidrográficas (Platôs)

Sistema de Transporte
- Rodoviário
- Ferroviário

Área de Estudo
- Meio Físico e Biótico

Poços Tubulares Profundos
- SIAGAS/CPRM
- MRN

Platôs
- Objeto do PNM
- Em Operação
- Exauridos
- Demais Platôs

REFERÊNCIAS

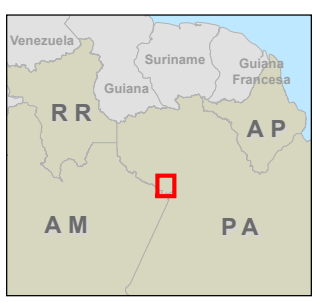
Fontes:
- IBGE, 2017.
- ARCADIS, 2019.
- MRN, 2018.
- SIAGAS/ CPRM, 2019.

N

0 1,5 3 6 9 12 Km

Sistema de Coordenadas UTM SIRGAS2000 F21S

MACROLOCALIZAÇÃO



Mineração Rio do Norte | ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

PROJETO: **EIA - PNM**

MAPA: **Mapa Hidrogeológico e Poços Tubulares Profundos Existentes na Área de Estudo**

ELABORADO POR:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
ARCADIS S.A.	1:325.000	Única	26/10/2021

Figura 7.2-250. Mapa Hidrogeológico da Área de Estudo e Localização dos poços tubulares profundos existentes.

Quadro 7.2-49. Dados de geometria e hidráulica dos PTP (Poços Tubulares Profundos) outorgados na Área de Estudo.

Município/Local Nº do Poço	Nomenclatura no mapa (Figura 5-102)	Coordenadas UTM	Cota da Boca (m)	Profundidade (m)	Nível Estático (m)	Nível Dinâmico (m)	Vazão (m³/h)	Vazão Específica (m³/h/m)	Sistema Aquífero e Tipo de Perfil Geológico
Oriximiná/Mina do Platô Saracá 1500005179	P5179	EW: 558.797 NS: 9.812.949	157	102	60,4	84	90	3,814	Alter do Chão - Poroso 0,0 a 6,0m: argila amarela 6,0 a 12,0m: laterita vermelha 12,0 a 30,0m: argila plástica variegada 30,0 a 70,0: areia média compacta variegada 70,0 a 102,0: arenito médio cinza esbranquiçado friável
Oriximiná/Mina do Platô Aviso 1500005180	P5180	EW: 556.478 NS: 9.806.195	-	102	78	88	4	0,4	Alter do Chão - Poroso 0,0 a 8,0m: argila 8,0 a 12,0m: laterita 12,0 a 30,0m: argila plástica variegada
Oriximiná/Platô do Aramã 1500005181	P5181	EW: 564.755 NS: 9.796.244	152	102	80	84	6,5	1,625	Alter do Chão - Poroso 0,0 a 9,0m: argila amarela 9,0 a 19,0m: laterita 19,0 a 36,0: argila plástica variegada 36,0 a 86,0: areia fina compacta variegada 86,0 a 102,0m: arenito fino cinza esbranquiçado friável

Município/Local Nº do Poço	Nomenclatura no mapa (Figura 5-102)	Coordenadas UTM	Cota da Boca (m)	Profundidade (m)	Nível Estático (m)	Nível Dinâmico (m)	Vazão (m³/h)	Vazão Específica (m³/h/m)	Sistema Aquífero e Tipo de Perfil Geológico
Oriximiná/Platô Cipó 1500005182	P5182	EW: 549.278 NS: 9.806.657	157	102	68,5	89	3,5	0,171	Alter do Chão - Poroso 0,0 a 9,0m: argila amarela 9,0 a 20,0m: laterita 20,0 a 42,0m: argila plástica variegada 42,0 a 70,0m: areia fina variegada compacta 70 a 102,0m: arenito fino cinza esbranquiçado friável
Terra Santa/Platô Bela Cruz 1500005183	P5183	EW: 554.283 NS: 9.800.730	200	102	78	88	3,8	0,38	Alter do Chão - Poroso 0,0 a 10,0m: argila amarela 10,0 a 20,0m: laterita 20,0 a 36,0m: areia argilosa variegada 36,0 a 80,0m: areia fina variegada compacta 80 a 102,0m: arenito fino cinza esbranquiçado friável
Terra Santa/Platô do Teófilo 1500005184	P5184	EW: 546.869 NS: 9.804.478	220	102	76,7	89	3,8	0,309	Alter do Chão - Poroso 0,0 a 9,0m: argila amarela 9,0 a 24,0m: laterita vermelha 24,0 a 38,0m: argila plástica amarela variegada 38,0 a 80,0m: areia média variegada compacta

Município/Local Nº do Poço	Nomenclatura no mapa (Figura 5-102)	Coordenadas UTM	Cota da Boca (m)	Profundidade (m)	Nível Estático (m)	Nível Dinâmico (m)	Vazão (m³/h)	Vazão Específica (m³/h/m)	Sistema Aquífero e Tipo de Perfil Geológico
									80 a 102,0m: areia média cinza esbranquiçado friável
Terra Santa/Platô do Greig 1500005185	P5185	EW: 552.551 NS: 9.796.217	260	102	81	89	2	0,25	Alter do Chão - Poroso 0,0 a 8,0m: argila amarela 8,0 a 18,0m: laterita amarela avermelhada 18,0 a 42,0m: argila plástica variegada 42,0 a 75,0m: areia média variegada compacta 75 a 102,0: arenito médio cinza esbranquiçado friável
Oriximiná/Platô Papagaio Oeste 1500005186	P5186	EW: 557.841 NS: 9.819.613	173	28	12,7	24	2	0,177	Alter do Chão - Poroso 0,0 a 5,0m: argila amarela 5,0 a 10,0m: laterita amarela avermelhada 10,0 a 22,0m: argila amarela plástica variegada 22,0 a 28,0m: areia média branca avermelhada
Oriximiná/Platô Papagaio Oeste II 1500005187	P5187	EW: 566.926 NS: 9.822.650	178	102	87	93	5	0,833	Alter do Chão - Poroso 0,0 a 5,0m: argila amarela 5,0 a 10,0m: laterita amarela avermelhada 10,0 a 30,0m: argila plástica variegada

Município/Local Nº do Poço	Nomenclatura no mapa (Figura 5-102)	Coordenadas UTM	Cota da Boca (m)	Profundidade (m)	Nível Estático (m)	Nível Dinâmico (m)	Vazão (m³/h)	Vazão Específica (m³/h/m)	Sistema Aquífero e Tipo de Perfil Geológico
									30,0 a 85,0m: areia fina variegada compacta 85,0 a 102,0m: areia média cinza esbranquiçado friável
Oriximiná/MRN-Platô Bela Cruz 1500005820	P5820	EW: 553.974 NS: 9.802.511	-	252	82,47	112,94	0,99	-	Alter do Chão - Poroso 0,0 a 4,0m: argila amarela 4,0 a 26,0m: argila arenosa 26,0 a 94,0m: arenito fino 94,0 a 108,0m: arenito grosso branco friável 108,0 a 188,0m: arenito fino c/ intercalações de arenito médio 188,0 a 252,0m: arenitos finos a grossos brancos c/ intercalações de argilitos
Oriximiná/Porto Trombetas 1500004688	P4688	EW: 569.278 NS: 9.834.010	76,2	42	16,5	28	2	0,174	Alter do Chão - Poroso 0,0 a 6,0m: areia fina 6,0 a 15,0m: areia média 15,0 a 17,0m: areia grossa 17,0 a 41,0m: areia fina a média c/ intercalações de areia grossa
Oriximiná/Mina do Platô Almeida	P5178	EW: 567.292	153	102	80	88	4	0,5	Alter do Chão - Poroso

Município/Local Nº do Poço	Nomenclatura no mapa (Figura 5-102)	Coordenadas UTM	Cota da Boca (m)	Profundidade (m)	Nível Estático (m)	Nível Dinâmico (m)	Vazão (m³/h)	Vazão Específica (m³/h/m)	Sistema Aquífero e Tipo de Perfil Geológico
1500005178		NS: 9.807.635							0,0 a 6,0m: solo areno-argiloso amarelo 6,0 a 12,0m: laterita avermelhada 12,0 a 36,0m: argila plástica vermelha 36,0 a 70,0m: areia grossa branca avermelhada compacta 70,0 a 102,0m: arenito médio cinza esbranquiçado friável
Oriximiná/MRN 1500005752	P5752	EW: 553.983 NS: 9.837.882	-	258	82,37	108,27	32,73	1,264	Alter do Chão - Poroso 0,0 a 5,0m: solo arenoso 5,0 a 11,0m: laterita 11,0 a 21,0m: argila arenosa 21,0 a 35,0m: arenito argiloso 35,0 a 59,0m: arenito fino 59,0 a 258,0m: arenito fino a médio c/ intercalações de argilito (231,0 a 233,0m e 241,0 a 243,0m)
Oriximiná/Platô Bela Cruz 1500005819	P5819	EW: 554.067 NS: 9.802.481	-	252	73,42	109,54	0,7	0,019	Alter do Chão - Poroso 0,0 a 6,0m: argila amarela 6,0 a 10,0m: laterita 10,0 a 18,0m: argila

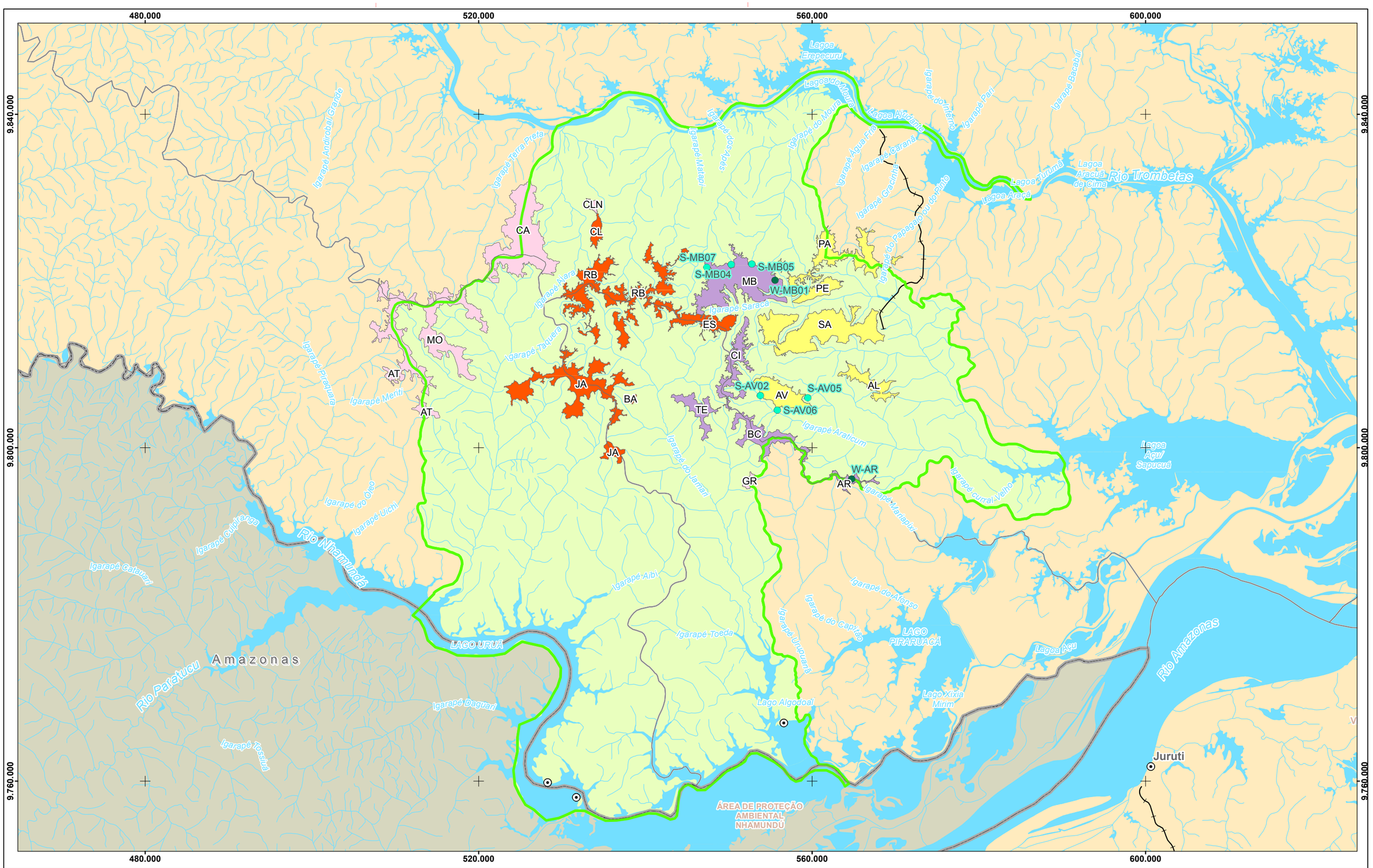
Município/Local Nº do Poço	Nomenclatura no mapa (Figura 5-102)	Coordenadas UTM	Cota da Boca (m)	Profundidade (m)	Nível Estático (m)	Nível Dinâmico (m)	Vazão (m³/h)	Vazão Específica (m³/h/m)	Sistema Aquífero e Tipo de Perfil Geológico
									18,0 a 252,0m: arenito fino a médio
Oriximiná/Andrade Gutierrez 1500006337	P6337	EW: 589.661 NS: 9.804.740	-	45	2,34	17,94	6	0,385	Alter do Chão - Poroso 0,0 a 22,0m: argila 22,0 a 45,0m: areia fina a média

Fonte: SIAGAS – CPRM, 2021. Consulta realizada em 10/2019 (http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/).

Em sua tese, Azevedo, J.H. et al (2019) seleciona alguns pontos de monitoramento da MRN para o desenvolvimento de seu trabalho. Alguns desses pontos são coincidentes com os apresentados nos itens **7.2.9.1.B)a) Monitoramento Hídrico** e **7.2.9.5.C)d) Qualidade da Água Subterrânea**. As análises feitas por Azevedo (op. cit) apresenta dados independentes que fazem contraponto ao monitoramento realizado MRN, apresentando dados de qualidade da água com monitoramentos realizados em platôs sem intervenções antrópicas, com topo dos platôs e encostas marcados por coberturas florestais.

As características hidrogeoquímicas dos poços instalados nos platôs Aramã (W-AR) e Monte Branco (W-MB-01) referente aos monitoramentos realizados entre julho de 2012 e junho de 2017, são apresentados, respectivamente, nos **Quadro 7.2-50** e **Quadro 7.2-51**. O **Quadro 7.2-52** e **Quadro 7.2-53** apresentam os dados referentes ao monitoramento das surgências d'água em duas campanhas realizadas de janeiro a junho de 2016 e a segunda entre julho de 2017 e fevereiro de 2018, no rebordo dos platôs Monte Branco e Aviso (Azevedo, J.H *et al, op.cit*.).

O resultado deste monitoramento indica que as amostras de água se caracterizam por baixa mineralização e acidez, em média pH de 5,4, variando de 4,2 a 4,8 na água subterrânea e de 3,9 a 6,5 nas surgências. Estes dados são coerentes com os apresentados por Tancredi (op.cit.) para as águas do aquífero Alter do Chão em Santarém.



Referência Locacional
- Sede Municipal
- Limite Municipal
- Limite Estadual
- Estado do Pará

Sistema de Transporte
- Estradas
- Ferroviário

Hidrografia
- Curso d'água
- Massa d'água

Área de Estudo
- Meios Físico e Biótico

Pontos de Monitoramento
- Nascente
- Poço

Platôs
- Objeto do PNM
- Em Operação
- Exauridos
- Demais Platôs

AL - Almeidas
AR - Aramã
AT - Avertano
AV - Aviso
BA - Barone
BC - Bela Cruz
CI - Cipó
CA - Cruz Alta
CL - Cruz Alta Leste
CLN - Cruz Alta Leste Norte
ES - Escalante
GR - Greigh
JA - Jamari
MB - Monte Branco
MO - Morcego
PA - Papagaio
PE - Periquito
RB - Rebolado
SA - Saracá
TE - Teófilo

REFERÊNCIAS

Fontes:
- IBGE, 2017.
- ARCADIS, 2019.
-Azevedo, J.H. et al , 2019

N
0 2,5 5 10 15 Km
Sistema de Coordenadas UTM SIRGAS2000 F21S

MACROLOCALIZAÇÃO

MRN Mineração Rio do Norte
ARCADIS

PROJETO: EIA - PNM

MAPA: Mapa de Localização dos Pontos de Monitoramento Apresentados por Azevedo, J.H. et al (2019)

ELAB:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
ARCADIS S.A.	1:425.000	Única	26/10/2021

FORMATO: A3

Figura 7.2-251. Mapa de localização dos pontos de monitoramento apresentados por Azevedo, J.H. et al (2019).

Quadro 7.2-50. Parâmetros físico-químicos da água subterrânea do Platô Aramã (P5181).-7.2-5. Parâmetros físico-químicos da água subterrânea do Platô Aramã (P5181).

Ponto	Ano	Mês	pH	T (°C)	CE	Turb	Al	Fe	Ca	Cl	Mg	NO_3	K	SiO_2	Na	SO_4
					(µS/cm)	(NTU)	(µg/L)	(µg/L)	(µg/L)	(µg/L)	(µg/L)	(µg/L)	(µg/L)	(µg/L)	(µg/L)	(µg/L)
VMP CONAMA Nº 420/09	-	-	-	-	-	-	3500	2450	-	-	-	10000	-	-	-	-
VMPCONAMA Nº 396/08	-	-	-	--	-	-	200	300	-	-	-	10000	-	-	200000	250000
W-AR	2012	6	6,3	26,4	22,6	3,75	30	20	760	820	380	100	160	2840	460	200
W-AR	2012	7	5,2	24,8	18,2	0,44	8	10	510	680	430	90	20	2420	500	400
W-AR	2012	8	6,1	31	21,7	0,54	21	20	940	1340	430	70	1290	< LoQ	1320	400
W-AR	2012	9	5,2	26,5	22,9	0,4	25	18	670	1880	220	50	1570	6360	500	400
W-AR	2012	10	6,8	26,7	22	0,4	50	40	1380	880	720	50	110	2970	500	400
W-AR	2013	1	5,1	25,3	18,3	1,16	180	7	190	650	20	270	130	1530	510	400
W-AR	2013	4	5	25,1	19,6	0,4	100	20	20	790	70	50	150	2390	500	400
W-AR	2013	s	5,2	26,9	19,6	0,4	100	40	690	820	340	50	770	1070	500	400
W-AR	2013	6	5,2	26,3	16,8	0,4	50	9	760	1810	360	50	330	1400	2370	400
W-AR	2013	s	5,8	26,1	16,9	0,4	50	20	500	870	160	50	140	1740	500	400
W-AR	2013	9	5,4	26,2	21	0,46	50	20	460	1800	290	80	400	2350	660	400
W-AR	2013	11	4,9	26,1	19,7	0,4	190	20	360	1620	230	90	900	2320	1630	400
W-AR	2014	1	6,3	25,9	13,8	0,4	50	9	480	1360	240	20	160	3840	500	400
W-AR	2014	2	6,2	26,3	23,7	8,86	70	20	20	590	50	40	420	1270	500	400
W-AR	2014	3	5,9	27,1	24,8	0,4	60	20	20	1040	220	80	190	1440	500	400
W-AR	2014	4	S,9	25,9	25,1	0,4	80	30	20	1030	300	70	470	1070	1230	400
W-AR	2014	s	5,8	25,9	25,4	0,4	90	30	20	990	120	70	20	1070	500	400
W-AR	2014	6	5,8	26,5	25,1	0,4	80	20	20	930	80	40	20	1280	500	400
W-AR	2014	7	5,8	25,5	29,1	1,64	70	8	20	830	150	30	340	1240	500	400
W-AR	2014	8	5,8	25,7	28,3	2,14	50	20	110	1280	180	40	410	1700	570	400
W-AR	2014	10	5,8	25,5	23,2	0,67	50	20	20	1110	160	20	170	2410	500	400
W-AR	2014	11	5,2	25,4	18,5	1,11	50	20	50	1320	140	70	410	2550	500	400
W-AR	2015	1	5,3	25,4	18	1,05	50	30	670	1350	310	20	660	2600	630	400
W-AR	2015	4	5,2	25,2	18,3	2,91	120	20	20	760	130	50	200	1390	500	100
W-AR	2015	5	5,2	25,3	18,4	0,4	100	20	20	1000	30	50	< LoQ	1070	1600	200
W-AR	2015	6	5,1	25,5	18,4	0,4	100	30	150	1090	150	60	260	1170	830	200
W-AR	2015	7	4,7	26	18,2	0,4	50	20	50	1180	140	80	170	1340	570	100
W-AR	2015	s	4,3	26,1	18,2	< LoQ	< LoQ	< LoQ	260	690	200	40	< LoQ	7390	< LoQ	200
W-AR	2015	9	5,1	26,1	18,3	< LoQ	< LoQ	< LoQ	220	1320	190	70	260	2670	< LoQ	100
W-AR	2015	10	5,1	25,9	18,1	< LoQ	< LoQ	< LoQ	< LoQ	1690	160	40	110	3300	< LoQ	200
W-AR	2015	11	5,2	26	18,1	< LoQ	90	80	180	1590	160	30	660	< LoQ	820	400
W-AR	2016	1	5,1	26	18,2	l,65	25	< LoQ	820	2000	< LoQ	110	1030	6020	1140	1600
W-AR	2016	2	5,2	25,9	18,1	< LoQ	51	< LoQ	1200	990	350	150	910	7850	1260	100
W-AR	2016	4	5,1	26	17,9	1,98	150	10	50	890	< LoQ	90	1160	4400	1480	150
W-AR	2016	5	5,2	25,9	18,2	< LoQ	160	< LoQ	< LoQ	900	< LoQ	80	360	1070	< LoQ	230
W-AR	2016	6	5,2	25,8	18,1	0,42	130	< LoQ	< LoQ	750	30	60	< LoQ	< LoQ	260	130

Ponto	Ano	Mês	pH	T (°C)	CE	Turb	Al	Fe	Ca	Cl	Mg	NO_3	K	SiO_2	Na	SO_4
					(µS/cm)	(NTU)	(µg/L)	(µg/L)	(µg/L)	(µg/L)	(µg/L)	(µg/L)	(µg/L)	(µg/L)	(µg/L)	(µg/L)
VMP CONAMA Nº 420/09	-	-	-	-	-	-	3500	2450	-	-	-	10000	-	-	-	-
VMPCONAMA Nº 396/08	-	-	-	--	-	-	200	300	-	-	-	10000	-	-	200000	250000
W-AR	2016	7	5,2	25,9	18,1	0,52	74	41	190	730	180	60	< LoQ	1070	< LoQ	< LoQ
W-AR	2016	8	5,2	25,9	19,2	< LoQ	100	15	310	800	200	60	240	2240	540	< LoQ
W-AR	2016	9	5,1	25,8	19,2	6,24	70	35	670	870	400	50	200	6100	350	160
W-AR	2016	10	5,2	26,8	20,2	0,4	71	7	780	770	490	30	890	10900	< LoQ	100
W-AR	2016	11	5,2	25,8	18,7	< LoQ	15	120	890	770	680	150	120	11200	< LoQ	40
W-AR	2016	12	5,1	25,8	18,4	0,79	80	29	1130	660	760	30	190	11300	360	70
W-AR	2017	1	5,2	25,1	18,1	3,46	80	93	< LoQ	860	< LoQ	60	910	2090	490	130
W-AR	2017	2	5,2	25,9	17,4	5,89	150	16	130	860	160	1060	200	1550	< LoQ	200
W-AR	2017	4	5,2	25,6	18,4	3,7	120	180	< LoQ	700	50	30	190	6400	170	200
W-AR	2017	5	5,1	26,4	17,8	0,8	200	< LoQ	< LoQ	840	40	380	30	1360	70	100

Fonte: (Azevedo, J.H. et al, 2019).
Legenda: < LoQ – Limite de Quantificação

Quadro 7.2-51. Parâmetros físico-químicos da água subterrânea do Platô Monte Branco (PZP-MB).

Ponto	Ano	Mês	pH	T (°C)	CE	Turb	Al	Fe	Ca	Cl	Mg	NO_3	K	SiO_2	Na	SO_4
					(µS/cm)	(NTU)	(µg/L)	(µg/L)	(µg/L)	(µg/L)	(µg/L)	(µg/L)	(µg/L)	(µg/L)	(µg/L)	(µg/L)
VMP CONAMA Nº 420/09	-	-	-	-	-	-	3500	2450	-	-	-	10000	-	-	-	-
VMPCONAMA Nº 396/08	-	-	-	--	-	-	200	300	-	-	-	10000	-	-	200000	250000
W - MB01	2012	6	5,9	25	15,3	0,68	16	5	390	630	360	110	30	3890	500	200
W - MB01	2012	7	6	26,1	14	1,17	16	16	790	1160	380	20	920	4940	230	400
W - MB01	2012	8	5,9	25,5	15,2	0,4	12	15	780	520	410	30	90	6940	500	400
W - MB01	2012	9	5,9	26,5	17	3,12	20	5	760	580	510	40	40	9140	500	400
W - MB01	2012	11	6	25,9	20,6	0,63	50	130	1380	1090	580	330	700	9080	3960	400
W - MB01	2012	12	5,9	25,2	18,5	0,4	50	150	990	610	540	40	130	10500	500	400
W - MB01	2013	1	5,7	26	17,8	0,4	50	90	1020	850	360	20	430	1150	500	400
W - MB01	2013	3	5,8	25,3	19,2	0,4	90	120	1080	880	490	60	390	12300	500	1000
W - MB01	2013	4	5,2	25,6	19,6	0,4	70	140	750	620	490	20	110	5280	500	1000
W - MB01	2013	5	5,6	25,3	20,3	0,5	50	10	380	610	110	< LoQ	280	1070	2750	80
W - MB01	2013	6	5,6	25,3	15,3	0,03	80	20	350	780	280	< LoQ	290	1070	500	400
W - MB01	2013	7	5,9	25,2	15,2	0,4	50	8	220	760	190	20	410	2080	500	400
W - MB01	2013	9	5,3	26	16,5	0,62	90	20	140	1220	20	40	480	1070	730	400
W - MB01	2013	10	5,9	25,6	15,3	0,94	80	20	110	970	20	40	320	1250	500	400
W - MB01	2013	11	5,3	25	15,1	1,02	100	50	800	930	170	50	430	2030	1590	400
W - MB01	2013	12	5,4	25,2	20,3	137	120	20	530	780	40	30	290	3190	500	400
W - MB01	2014	1	5,5	26,2	15,1	1,26	50	20	280	840	110	30	220	2240	500	400
W - MB01	2014	2	5,8	26,1	15,2	2,31	80	20	150	1020	40	20	520	1190	560	400

Ponto	Ano	Mês	pH	T (°C)	CE	Turb	Al	Fe	Ca	Cl	Mg	NO_3	K	SiO_2	Na	SO_4
					(µS/cm)	(NTU)	(µg/L)	(µg/L)	(µg/L)	(µg/L)	(µg/L)	(µg/L)	(µg/L)	(µg/L)	(µg/L)	(µg/L)
VMP CONAMA Nº 420/09	-	-	-	-	-	-	3500	2450	-	-	-	10000	-	-	-	-
VMPCONAMA Nº 396/08	-	-	-	--	-	-	200	300	-	-	-	10000	-	-	200000	250000
W - MB01	2014	3	5,6	26,1	15,8	0,4	50	60	290	610	330	40	410	6190	500	400
W - MB01	2014	5	5,6	26,4	17,4	0,4	60	20	110	780	160	40	20	2190	880	400
W - MB01	2014	6	5,6	26,5	17,6	1,01	50	30	20	650	210	40	20	3020	500	400
W - MB01	2014	7	5,7	26,8	17,8	0,4	60	20	20	1010	100	20	550	5520	500	400
W - MB01	2014	8	6	26,9	18,5	0,64	70	20	80	1150	120	30	480	1500	500	400
W - MB01	2014	10	5,5	25,6	19,6	2,23	50	20	20	780	20	20	160	1850	500	400
W - MB01	2014	11	5,5	26	19,3	1,22	50	20	20	1150	60	20	160	2270	740	400
W - MB01	2014	12	5,8	26,8	19,4	2,13	60	20	20	1110	50	850	330	1220	500	400
W - MB01	2015	1	5,6	25,2	15,1	1,25	70	20	20	990	80	30	490	1070	500	400
W - MB01	2015	2	5,6	25,6	15,6	1,12	50	20	610	1230	230	60	2420	2880	500	1000
W - MB01	2015	3	5,6	25,8	16,8	2,71	90	40	610	1140	320	50	1910	4810	500	100
W - MB01	2015	4	5,6	25,5	16,7	0,4	50	10	1010	880	510	90	1420	6660	500	300
W - MB01	2015	5	5,1	25,2	18,7	0,4	60	10	160	730	420	50	20	3070	600	1000
W - MB01	2015	6	5,1	25,2	18,7	0,4	50	20	740	710	430	60	440	2670	550	200
W - MB01	2015	7	5,1	25,2	18,7	0,4	50	20	600	760	540	80	430	2870	< LoQ	500
W - MB01	2015	8	5	25,2	17,1	0,55	< LoQ	< LoQ	690	820	570	70	510	4140	< LoQ	300
W - MB01	2015	9	4,9	25,2	17	1,32	70	140	1140	810	490	90	540	6160	< LoQ	500
W - MB01	2015	10	4,8	25,9	17	0,86	100	100	1790	910	650	80	1050	7410	20	400
W - MB01	2015	11	5	25,3	17,1	1,55	140	180	1350	800	370	70	620	8150	560	400
W - MB01	2015	12	6,3	25,8	22,9	0,79	80	190	1400	630	330	60	420	8060	230	100
W - MB01	2016	1	5,1	26,1	21,5	< LoQ	76	130	160	980	70	10	20	8130	60	400
W - MB01	2016	2	6,8	25,9	12,1	3,02	60	28	160	610	60	20	20	8540	< LoQ	200
W - MB01	2016	6	5,3	25,6	35,2	< LoQ	27	13	1200	720	760	10	150	9680	200	230
W - MB01	2016	7	6	25	31,85	4,17	95	100	750	580	560	30	< LoQ	6210	< LoQ	210
W - MB01	2016	8	5,1	25,9	17,4	< LoQ	31	9	1210	500	580	20	190	8190	280	180
W - MB01	2016	11	5,4	25,8	30,1	3,08	78	27	370	700	140	20	250	6940	410	310
W - MB01	2016	12	5,2	25,4	30,1	2,41	170	49	150	650	100	30	40	6590	330	200
W - MB01	2017	1	5,6	24,3	22,3	0,72	80	29	720	760	80	40	150	5780	30	510
W - MB01	2017	2	4,3	26,2	31,1	6,72	150	< LoQ	110	770	110	30	210	6020	< LoQ	190
W - MB01	2017	4	6,2	25,1	18,2	9,53	120	17	< LoQ	800	70	30	150	6430	210	200
W - MB01	2017	5	5,7	26,1	21,4	4,6	200	< LoQ	< LoQ	1260	30	20	90	1760	530	220

Fonte: (Azevedo, J.H. et al, 2019).
Legenda: < LoQ – Limite de Quantificação

Quadro 7.2-52. Parâmetros físico-químicos de nascentes/surgências do Platô Aviso (S – AV).

Ponto	Ano	Mês	pH	T (°C)	CE (µS/cm)	Turb (NTU)	Al (mg/L)	Fe (mg/L)	Ca (mg/L)	Cl (mg/L)	Mg (mg/L)	NO3 (mg/L)	K (mg/L)	SiO2 (mg/L)	Na (mg/L)	SO4 (mg/L)
VMP CONAMA Nº 357/05	-	-	6 a 9	-	-	100	0,1	0,3	-	-	-	10	-	-	-	250
S-AV 02	2012	9	6,4	25,6	8,1	0,4	0,08	0,28	0,02	0,9-8	0,07	0,27	0,02	3,26	0,5	1,43
S-AV 02	2013	1	5,1	25,6	8,6	0,4	0,06	0,04	0,19	1,1	0,02	0,1	0,02	6,21	1,9	1,83
S-AV 02	2013	5	6,4	25,3	7,7	0,4	0,07	0,25	0,32	1,34	0,14	0,1	0,41	6,4	0,5	1
S-AV 02	2013	9	4,6	25,5	8	0,93	0,05	0,08	0,02	0,84	0,02	0,37	0,02	5,38	0,5	2,85
S-AV 02	2014	1	5,3	27,1	10,8	1,35	0,05	0,04	0,04	2,23	0,08	0,43	0,39	6,23	0,5	2,85
S-AV 02	2014	5	5,8	29,4	9,6	0,4	0,05	0,07	0,07	0,7	0,12	0,62	0,02	6,29	0,5	2,39
S-AV 02	2014	9	5,8	25,6	9,3	1,08	**0,6**	0,06	0,02	1,13	0,1	0,77	0,34	6,26	0,5	3,93
S-AV 02	2015	1	5,2	25	9,1	3,02	**0,5**	0,28	0,02	0,98	0,09	1,26	0,38	5,64	0,5	4,28
S-AV 02	2015	5	5,1	25,2	9,1	0,58	**0,5**	0,1	0,05	0,54	0,14	0,29	0,28	7,02	0,5	1,83
S-AV 02	2015	9	4	25,9	8,6	<LoQ	**0,6**	0,092	0,19	1,02	0,06	0,3	0,24	7,62	<LoQ	2,54
S-AV 02	2016	1	5,1	26	8,5	<LoQ	**0,97**	0,047	<LoQ	1,34	<LoQ	<LoQ	0,91	7,25	0,91	1,77
S-AV 02	2016	5	5	25,4	9,3	<LoQ	0,077	0,054	<LoQ	1,36	<LoQ	0,32	0,86	5,53	0,86	2,04
S-AV 02	2016	9	5,1	25,4	9,4	<LoQ	0,057	0,09	<LoQ	1,21	<LoQ	0,29	0,08	7,63	0,08	2,6
S-AV 02	2017	1	5,3	25,7	7,8	0,73	**0,48**	0,17	0,14	1,64	0,02	0,23	0,01	7,53	0,11	<LoQ
S-AV 02	2017	5	5,1	25	8,7	4,89	**0,12**	0,12	0,28	1,19	0,09	0,31	0,06	8,05	0,37	2,25
S-AV 05	2012	9	5,3	25,8	9,1	0,72	0,05	0,05	0,02	1,9	0,09	0,11	0,07	2,32	0,5	2,78
S-AV 05	2013	1	5,1	26,1	10,2	0,4	0,06	0,1	0,03	1,1	0,12	0,16	0,08	6,84	0,53	1,42
S-AV 05	2013	5	5,5	24,9	10,5	0,54	**0,12**	0,009	0,02	2,89	0,03	0,84	0,3	5,98	0,5	1,99
S-AV 05	2013	9	5,6	26,1	10,6	0,97	0,08	0,02	0,02	0,64	0,02	0,33	0,08	3,22	0,05	3,1
S-AV 05	2014	1	5,2	27,1	8,1	0,78	0,05	0,02	0,02	2,17	0,06	0,35	0,2	6,24	0,5	2,96
S-AV 05	2014	5	5,9	29,1	9,3	0,4	0,05	0,03	0,02	0,92	0,02	0,39	0,02	4,54	0,55	1,68
S-AV 05	2014	9	5,8	25,7	9,3	0,87	0,07	0,03	0,02	1,02	0,05	0,88	0,35	3,48	0,5	11,8
S-AV 05	2015	1	5,2	25	8,6	1,24	0,05	0,02	0,02	0,96	0,09	1,33	0,36	2,68	0,5	9,95
S-AV 05	2015	5	5,2	25,4	8,3	0,4	0,05	0,02	0,02	0,61	0,14	0,27	0,28	7,46	0,65	1,83
S-AV 05	2015	9	4,4	25,8	9,2	<LoQ	0,06	<LoQ	<LoQ	1,03	<0,5	0,69	0,24	5,08	<LoQ	2,75
S-AV 05	2016	1	5,2	26,1	8,7	8,49	0,052	0,11	<LoQ	1,31	<LoQ	<LoQ	0,9	4,95	0,9	2,04
S-AV 05	2016	5	5,1	25,7	8,9	<LoQ	0,044	<LoQ	<LoQ	1,58	<LoQ	0,36	0,86	4,17	0,86	1,88
S-AV 05	2016	9	5,1	26	9,3	<LoQ	0,062	<LoQ	<LoQ	1,12	0,1	0,53	0,71	5,34	0,71	1,83
S-AV 05	2017	1	5,1	25,5	8,9	<LoQ	0,079	0,012	<LoQ	1,11	0,17	0,43	0,88	4,96	0,26	1,31
S-AV 05	2017	5	5,1	25,7	8,9	7,89	0,025	<LoQ	<LoQ	1,36	0,01	0,25	<LoQ	5,28	<LoQ	<LoQ
S-AV 06	2012	9	6,5	25,7	10,4	0,4	0,06	0,05	0,02	1,05	0,05	0,76	0,08	3,47	0,5	1

Ponto	Ano	Mês	pH	T (°C)	CE (µS/cm)	Turb (NTU)	Al (mg/L)	Fe (mg/L)	Ca (mg/L)	Cl (mg/L)	Mg (mg/L)	NO3 (mg/L)	K (mg/L)	SiO2 (mg/L)	Na (mg/L)	SO4 (mg/L)
VMP CONAMA Nº 357/05	-	-	6 a 9	-	-	100	0,1	0,3	-	-	-	10	-	-	-	250
S-AV 06	2013	1	5	24,8	8,5	0,4	0,07	0,02	0,02	1,08	0,09	0,14	0,09	6,2	0,5	2,7
S-AV 06	2013	5	6,1	25,8	11,5	0,4	0,07	0,01	0,1	1,85	0,04	0,68	0,3	5,44	0,5	1,78
S-AV 06	2013	9	6,1	25,9	10,6	1,06	0,06	0,02	0,02	0,98	0,02	0,34	0,06	6,63	0,05	2,05
S-AV 06	2014	1	5,1	27,1	10,5	0,95	0,06	0,02	0,02	2,19	0,07	0,27	0,19	6,03	0,56	1,83
S-AV 06	2014	5	5,8	30	9,2	0,41	0,5	0,02	0,02	0,79	0,08	0,3	0,02	5,43	0,5	1,88
S-AV 06	2014	9	5,8	25,6	9,1	1,32	0,5	0,02	0,02	1,23	0,09	1,14	0,39	6,78	0,5	9,24
S-AV 06	2015	1	5,3	25,2	8,6	3,47	0,5	0,04	0,02	1,09	0,1	0,92	0,38	5,88	0,5	6,28
S-AV 06	2015	5	5,2	25,3	9,1	0,4	0,5	0,02	0,02	0,55	0,12	0,17	0,25	4,47	0,5	1,83
S-AV 06	2015	9	3,9	25,9	8,1	<LoQ	0,14	0,23	0,09	1,14	0,05	0,21	0,24	8,3	<LoQ	2,54
S-AV 06	2016	1	5,1	25,9	7,9	<LoQ	0,054	0,021	<LoQ	1,32	<LoQ	<LoQ	0,91	7,93	0,91	1,71
S-AV 06	2016	5	5,1	25,3	7,9	<LoQ	0,078	0,028	<LoQ	1,65	<LoQ	0,27	0,85	7,31	0,85	1,88
S-AV 06	2016	9	5,1	25,6	9,2	<LoQ	0,063	0,052	<LoQ	1,15	0,1	0,32	0,72	8,25	0,72	1,83
S-AV 06	2017	1	5,1	25,2	9,1	<LoQ	0,032	<LoQ	<LoQ	1,3	<LoQ	0,3	0,78	7,66	0,21	<LoQ
S-AV 06	2017	5	5,1	25,3	8,4	5,94	0,042	0,02	<LoQ	1,27	0,03	0,36	<LoQ	8,53	<LoQ	<LoQ

Fonte: (Azevedo, J.H. et al, 2019).
Legenda: LoQ – Limite de Quantificação.

Quadro 7.2-53. Parâmetros físico-químicos nascentes/surgências do Platô Monte Branco (S – MB).

Ponto	Ano	Mês	pH	T (°C)	CE (µS/cm)	Turb (NTU)	Al (mg/L)	Fe (mg/L)	Ca (mg/L)	Cl (mg/L)	Mg (mg/L)	NO_3 (mg/L)	K (mg/L)	SiO_2 (mg/L)	Na (mg/L)	SO_4 (mg/L)
VMP 357/05	-	-	6 a 9	-	-	100	0,1	0,3	-	-	-	10	-	-	-	250
S-MB04	2012	9	5.7	25.9	9.50	0.44	0.060	0.050	0.37	1.72	0.11	0.30	0.22	2.73	0.50	2.66
S-MB04	2013	1	5.4	25.4	8.10	0.40	0.050	0.060	0.02	1.22	0.14	0.16	0.12	6.04	0.50	1.93
S-MB04	2013	5	5.5	26.2	9.20	0.40	0.130	0.050	0.02	1.20	0.08	0.25	0.09	6.08	2.28	2.72
S-MB04	2013	9	5.6	26.0	8.60	0.98	0.070	0.080	0.02	0 .69	0.06	0.42	0.49	4.94	0.50	2.75
S-MB04	2014	1	5.5	30.1	7.20	0.85	0.050	0.020	0.11	2.53	0.02	0.17	0.02	4.92	0.50	1.83
S-MB04	2014	5	5.6	28.6	6.30	0.40	0.130	0.020	0.02	0.77	0.11	0.41	0.02	4.57	0.57	1.99
S-MB04	2014	9	5.8	26.7	6.20	1.12	0.075	0.006	0.02	0.94	0.10	0.67	0.15	8.07	0.50	6.12
S-MB04	2015	1	5.8	27.8	7.20	3.14	0.120	0.020	0.04	1.23	0.24	0.73	0.61	6.13	1.51	5.36
S-MB04	2015	5	5.8	26.2	6.80	0.54	0.050	0.370	0.02	0.56	0.16	0.29	0.29	4.98	0.50	1.83
S-MB04	2015	9	6.4	25.0	9.50	< LoQ	< LoQ	< LoQ	< LoQ	1.07	0.10	0.16	0.17	7.24	< LoQ	2.54
S-MB04	2016	1	5.0	25 .8	14.10	< LoQ	0.089	0.005	< LoQ	1.70	0.06	0.25	0.57	7.49	1.00	1.60

Ponto	Ano	Mês	pH	T (°C)	CE (µS/cm)	Turb (NTU)	Al (mg/L)	Fe (mg/L)	Ca (mg/L)	Cl (mg/L)	Mg (mg/L)	NO_3 (mg/L)	K (mg/L)	SiO_2 (mg/L)	Na (mg/L)	SO_4 (mg/L)
VMP 357/05	-	-	6 a 9	-	-	100	0,1	0,3	-	-	-	10	-	-	-	250
S-MB04	2016	5	5.0	25.1	17.10	< LoQ	0.100	< LoQ	0.14	1.20	0.28	0.26	1.40	6.01	4.86	1.83
S-MB04	2016	9	5.0	25.5	14.20	< LoQ	0.028	0.009	0.03	0.03	0.11	0.33	0.18	7.33	0.32	1.83
S-MB04	2017	1	5.6	26.2	8.90	< LoQ	0.047	0.130	< LoQ	1.16	< LoQ	0.43	0.18	5.35	0.05	1.75
S-MB04	2017	5	6.0	25.5	10.50	< LoQ	0.030	0.010	< LoQ	1.11	< LoQ	32	0.03	5.35	< LoQ	< LoQ
S-MB05	2012	9	5.6	24.1	10.00	0.40	0.050	0.050	0.34	1.92	0.17	0.16	0.04	2.61	0.50	2.35
S-MB05	2013	1	5.7	25.2	8.60	0.40	0.050	0.050	0.19	1.19	0.16	0.10	0.12	5.67	0.50	1.68
S-MB05	2013	5	5.7	25.2	8.60	0.40	0.080	0.020	0.02	1.14	0.10	0.56	0.10	6.04	2.36	2.04
S-MB05	2013	9	5.8	26.0	7.60	0.82	0.060	0.070	0.02	0.95	0.02	0.41	0.27	4.88	0.91	2.75
S-MB05	2014	1	5.9	30.2	9.10	0.64	0.050	0.020	0.19	2.71	0.02	0.32	0.02	5.93	1.14	1.83
S-MB05	2014	5	5.8	28.9	6.80	0.40	0.130	0.020	0.02	0.82	0.10	0.46	0.02	3.88	0.50	1.83
S-MB05	2014	9	5.6	25.6	5.70	1.23	0.056	0.020	0.02	0.97	0.10	1.52	0.16	8.09	0.50	4.13
S-MB05	2015	1	5.6	25.6	8.20	3.47	0.120	0.020	0.03	1.22	0.24	0.69	0.62	6.16	1.25	1.83
S-MB05	2015	5	5.7	26 .8	6.80	0.40	0.072	0.380	0.02	0.45	0.11	0.36	0.41	3.88	0.50	3.01
S-MB05	2015	9	4.5	25.9	11.40	< LoQ	0.098	< LoQ	< LoQ	1.13	0.11	0.26	0.17	6.94	< LoQ	2.54
S-MB05	2016	1	5.4	25.1	8.40	< LoQ	0.051	0. 010	< LoQ	1.57	0.06	0.18	0.56	6.74	0.95	1.60
S-MB05	2016	5	5.1	25.1	17.30	< LoQ	0.043	0.005	0.12	1.23	0.20	0.29	0.56	5.67	< LoQ	1.83
S-MB05	2016	9	5.7	25.5	11.60	< LoQ	0.008	< LoQ	0.02	0.95	0.11	0.33	0.17	7.25	0.29	1.83
S-MB05	2017	1	5.6	25.6	7.30	< LoQ	0.022	0.009	< LoQ	1.18	0.07	0.34	0.18	6.53	0.20	< LoQ
S-MB05	2017	5	5.2	24.9	10.50	< LoQ	0.140	0.043	< LoQ	1.11	0.03	0.29	0.23	3.85	0.53	< LoQ
S-MB07	2012	9	5.3	25.2	8.80	0.96	0.080	0.040	0.02	1.55	0.05	0.11	0.41	2.88	1.64	1.67
S-MB07	2013	1	5.8	25.2	8.20	0.40	0.050	0.060	0.10	0.84	0.15	0.10	0.13	6.58	0.50	1.07
S-MB07	2013	5	5.9	25.3	9.20	0.40	0.080	0.060	0.02	1.05	0.07	0.33	0.10	3.70	0.87	2.66
S-MB07	2013	9	5.7	26.2	9.10	0.86	0.070	0.060	0.02	0.54	0.04	0.43	0.47	5.01	0.74	3.00
S-MB07	2014	1	5.8	29.8	7.60	0.94	0.050	0.030	0.12	2.34	0.02	0.18	0.02	4.60	0.57	1.93
S-MB07	2014	5	5.9	28.7	9.20	0.83	0.070	0.010	0.04	0.83	0.09	0.50	0.02	3.23	0.50	1.99
S-MB07	2014	9	5.9	26.7	6.70	0.57	0.063	0.050	0.02	0.93	0.09	0.88	0.13	6.12	0.50	0.77
S-MB07	2015	1	5.8	26.2	7.80	1.56	0.050	0.020	0.02	1.14	0.02	1.55	0.38	4.43	0.52	5.71
S-MB07	2015	5	5.8	26.7	7.20	0.40	0.085	0.020	0.02	0.49	0.02	0.43	0.28	6.52	0.50	2.29
S-MB07	2015	9	5.1	26.1	7.40	< LoQ	< LoQ	< LoQ	< LoQ	0.99	0.10	0.13	0.16	7.23	< LoQ	2.54
S-MB07	2016	1	5.8	25.8	13.80	< LoQ	0.083	0.008	0.06	1.65	0.07	0.25	0.56	7.53	1.13	1.60
S-MB07	2016	5	5.1	25.4	15.50	<. LoQ	0.130	0.007	0.12	1.27	0.20	0.21	0.51	5.86	< LoQ	1.83
S-MB07	2016	9	5.8	26.0	9.80	< LoQ	0.036	0.085	0.10	0.97	0.12	0.39	0.24	7.23	0.32	1.83
S-MB07	2017	1	5.3	25.6	8.20	< LoQ	0.089	0.110	< LoQ	1.14	< LoQ	0.80	0.21	3.36	0.04	1.82

Ponto	Ano	Mês	pH	T (°C)	CE (µS/cm)	Turb (NTU)	Al (mg/L)	Fe (mg/L)	Ca (mg/L)	Cl (mg/L)	Mg (mg/L)	NO_3 (mg/L)	K (mg/L)	SiO_2 (mg/L)	Na (mg/L)	SO_4 (mg/L)
VMP 357/05	**-**	**-**	**6 a 9**	**-**	**-**	**100**	**0,1**	**0,3**	**-**	**-**	**-**	**10**	**-**	**-**	**-**	**250**
S-MB07	2017	5	**5.1**	25.3	9.30	< LoQ	0.071	< LoQ	< LoQ	1.11	0.09	0.61	0.15	6.82	0.17	1.17

Fonte: (Azevedo, J.H. et al, 2019). Legenda: LoQ – Limite de Quantificação.

Por fim, os valores dos parâmetros analisados nos quadros referente aos poços profundos (**Quadro 7.2-50** e **Quadro 7.2-51**) e dos **Quadro 7.2-52** e **Quadro 7.2-53** para as surgências d'água não apresentaram nenhuma medição acima dos valores orientadores para águas subterrâneas (Resoluções CONAMA n°420/09 e nº 396/08). Os resultados das águas subterrâneas e surgências apresentados por Azevedo, J.H. et al (2019) indicam que tais fontes aquíferas não apresentam influências de contaminantes decorrentes de atividades antrópicas.

Complementarmente, como referência para os estudos hidrogeológicos no entorno do PNM e respectivas estruturas, foram utilizados os documentos técnicos constantes no **Quadro 7.2-54** os quais são relativos às atividades de monitoramento realizadas pela MRN, compreendendo dados relacionados aos níveis piezométricos, à qualidade das águas superficiais (nascentes e surgências) e das águas subterrâneas relacionados ao entorno de alguns dos platôs inserido na AE dos Meios Físico e Biótico.

Quadro 7.2-54. Documentos de referência dos dados monitoramento das águas subterrâneas, piezômetros e surgências/nascentes.

Tema	Platô	Documento	Dados Referente ao Ano	Referenciado no texto
Piezômetros (nível d'água)	Monte Branco e Saracá	Relatório de monitoramento ambiental da Mineração Rio do Norte – integral – Anual 2017	2017	MRN (2018a)
	Teófilo, Jamari e Rebolado	UP 08 - Zona Central e Oeste PNM01 – Projeto Novas Minas Estudo Hidrológico e Hidrogeológico – Captação água Subterrânea Projeto Conceitual	2017	HATCH (2019)
	Teófilo, Monte Branco, Saracá	Relatório de Monitoramento Ambiental da Mineração Rio do Norte - Integral Ano 2018	2018	MRN (2018b)
	Escalante, Rebolado, Teófilo, Saracá, Monte Branco e Jamari	Tabelas de Monitoramento Ambiental do Meio Físico - Medições do Nível da Água 2018	2018	MRN (2018)
		Tabelas de Monitoramento Ambiental do Meio Físico - Medições do Nível da Água 2019	2019	MRN (2019)
	Monte Branco, Saracá, Teófilo	Relatório de monitoramento ambiental da Mineração Rio do Norte 2020	2020	MRN (2020)
Qualidade da Água em Nascentes	Monte Branco, Teófilo e Saracá	Tabelas de Monitoramento Ambiental do Meio Físico - Monitoramento Anual das Nascentes 2018	2018	MRN (2018)

Tema	Platô	Documento	Dados Referente ao Ano	Referenciado no texto
	Monte Branco, Teófilo e Saracá	Tabelas Monitoramento Ambiental do Meio Físico - Monitoramento Anual das Nascentes 2020	2020	MRN (2020)
Qualidade da Água Subterrânea	Saracá	Relatório de monitoramento ambiental da Mineração Rio do Norte – integral – Anual 2017	2017	MRN (2018a)
	Monte Branco e Teófilo.	Tabelas Monitoramento Ambiental do Meio Físico - Monitoramento Anual das Águas subterrâneas 2018	2018	MRN (2018)
	Monte Branco, Teófilo e Saracá.	Tabelas Monitoramento Ambiental do Meio Físico - Monitoramento Anual das Águas subterrâneas 2019	2019	MRN (2019)
	Monte Branco, Teófilo e Saracá.	Tabelas Monitoramento Ambiental do Meio Físico - Monitoramento Anual das Águas subterrâneas 2020	2020	MRN (2020)

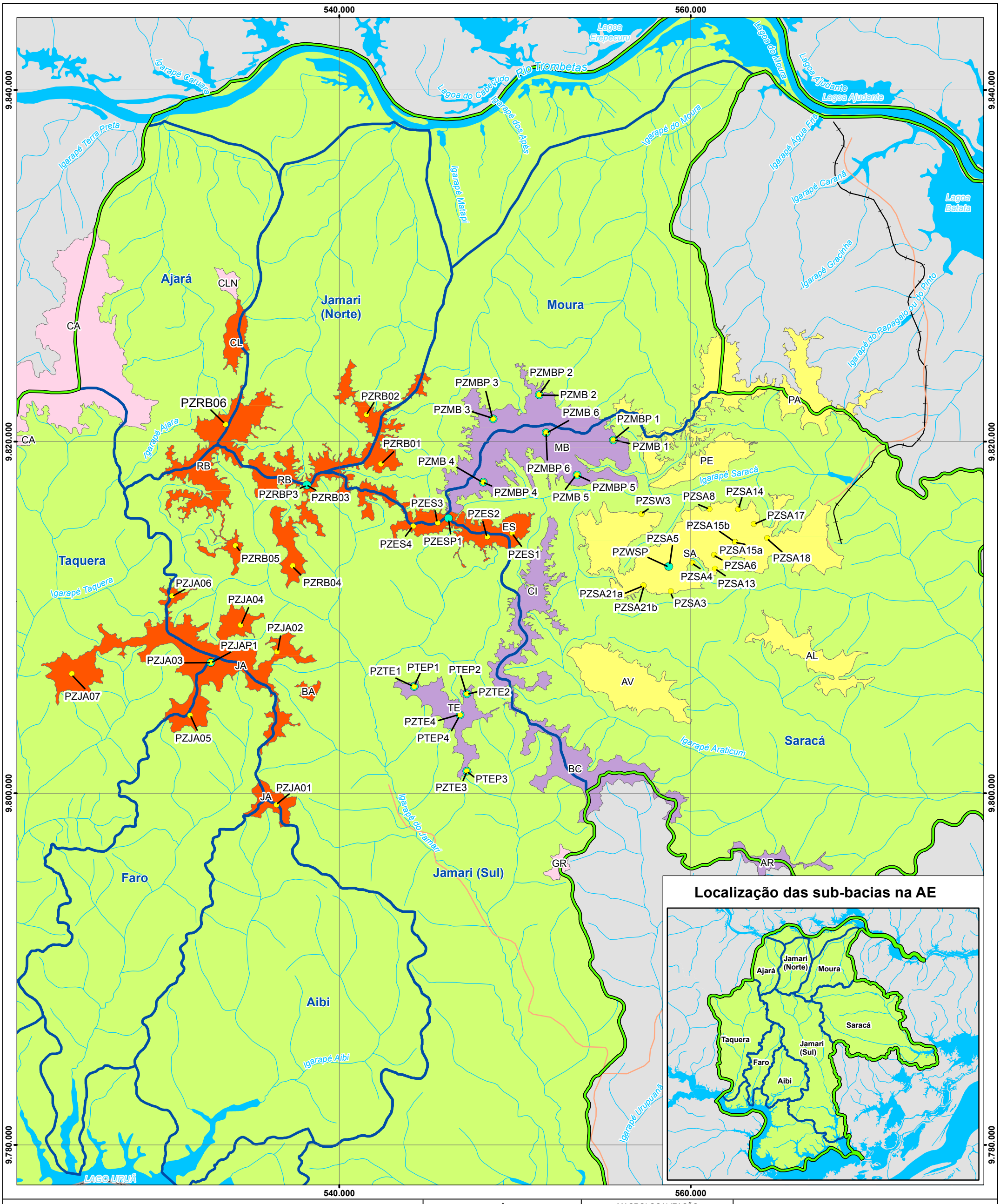
b) Dados de Monitoramento de Aquíferos (Piezômetros)

Os dados apresentados nos itens subsequentes foram selecionados em função da disponibilidade dos dados de monitoramento da MRN e em função da localização destes.

Desta forma, procurou-se, sempre que possível, apresentar dados dos platôs objeto de licenciamento, Jamari, Rebolado e Escalante. Foram selecionados 55 piezômetros visando a verificação do comportamento dos níveis d'água subterrânea e a correlação com os monitoramentos pluviométricos referente aos totais para cada mês operados pela MRN.

A apresentação dos dados para os platôs Monte Branco, Teófilo e Jamari deu-se por conta de sua proximidade para com os platôs objeto deste estudo, este último também pela atual operação do sistema de rejeito (que não é objeto deste licenciamento).

FORMATO: A3



Referência Locacional
- Sede Municipal
- Limite Estadual

Hidrografia
- Curso d'água
- Massa d'água
- Sub-Bacias Hidrográficas

Sistema de Transporte
- Rodoviário
- Ferroviário

Área de Estudo
- Meio Físico e Biótico

Platôs
- Objeto do PNM
- Em Operação
- Exauridos
- Demais Platôs

Piezômetros de Nível D'água
- Profundo
- Raso

Platôs - Siglas
AL - Almeidas
AR - Aramã
AT - Avertano
AV - Aviso
BA - Barone
BC - Bela Cruz
CI - Cipó
CA - Cruz Alta
CL - Cruz Alta Leste
CLN - Cruz Alta Leste Norte
ES - Escalante
GR - Greigh
JA - Jamari
MB - Monte Branco
MO - Morcego
PA - Papagaio
PE - Periquito
RB - Rebolado
SA - Saracá
TE - Teófilo

REFERÊNCIAS

Fontes:
- IBGE, 2017.
- ARCADIS, 2019.
- MRN, 2019

N

0 0,751,5 3 4,5 6 Km

Sistema de Coordenadas UTM SIRGAS2000 F21S

MACROLOCALIZAÇÃO

Mineração Rio do Norte

ARCADIS

PROJETO:
EIA - PNM

MAPA:
Localização dos Piezômetros (Rasos e Profundos) para medição do Nível D'água

ELABORADO POR:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
ARCADIS S.A.	1:200.000	Única	26/10/2021

Figura 7.2-252. Mapa de localização dos piezômetros (Rasos e Profundos) para medição do nível d'água dos Platôs Monte Branco, Teófilo, Saracá, Jamari, Rebolado e Escalante.

Platô Monte Branco

Conforme descrito no Relatório de Monitoramento Ambiental da Mineração Rio do Norte apresentado pela MRN (2018a e 2018b) e nos dados de monitoramento dos piezômetros no ano de 2019 (MRN, 2019) e ano de 2020 (MRN, 2020), no platô Monte Branco, foram instalados seis piezômetros rasos (PZMB1 a PZMB6) com 26 metros de profundidade e seis piezômetros profundos (PZMBP1 a PZMBP6) a 102 m de profundidade. As coordenadas geográficas e profundidades dos piezômetros são apresentadas no **Quadro 7.2-60.**

Quadro 7.2-55. Coordenadas pontos de monitoramento do nível d'água dos piezômetros, Platô Monte Branco.

Piezômetro	Coordenadas UTM Fuso 21 S		Profundidade (m)	Platô
	UTM X	UTM Y		
PZMBP 1	555603,2	9820097	102	Monte Branco
PZMBP 2	551385,4	9822673	102	Monte Branco
PZMBP 3	548747,5	9821307	102	Monte Branco
PZMBP 4	548187,9	9817696	102	Monte Branco
PZMBP 5	553535,6	9818106	102	Monte Branco
PZMBP 6	551769	9820516	102	Monte Branco
PZMB 1	555603,2	9820097	26	Monte Branco
PZMB 2	551385,4	9822673	26	Monte Branco
PZMB 3	548747,5	9821307	26	Monte Branco
PZMB 4	548187,9	9817696	26	Monte Branco
PZMB 5	553535,6	9818106	26	Monte Branco
PZMB 6	551769	9820516	26	Monte Branco

A leitura de nível d'água mensal ao longo do ano de 2017 exibiu profundidades variáveis de 23,83 m a 25,75 m para o aquífero raso e profundidades entre 63,66 m e 81,07 m para o aquífero profundo (**Tabela 7.2-6)**. As **Tabela 7.2-7** e **Tabela 7.2-8** apresentam, respectivamente, as leituras realizadas durante os anos de 2018 e 2019 (MRN, 2018 e MRN, 2019). A redução de pontos amostrais se dá pelo avanço da lavra neste platô.

As leituras referentes ao ano de 2018 (**Tabela 7.2-7**), indicam que os piezômetros rasos apresentaram níveis d'água entre 16,73 e 25,76 m de profundidade, enquanto as leituras feitas nos piezômetros profundos indicam variação entre 66,48 e 77,08 m de profundidade.

Os dados de 2019 (**Tabela 7.2-8**) indicam que os piezômetros rasos apresentaram níveis d'água entre 15,58 e 25,72 m de profundidade, enquanto as leituras dos piezômetros profundos indicam variação entre 60,49 e 76,62 m de profundidade.

Os dados de 2020 **(Tabela 7.2-9)** indicam que os piezômetros rasos apresentaram níveis d'água entre 15,72 e 25,7 m de profundidade, enquanto as leituras dos piezômetros profundos indicam variação entre 50,58 e 77,3 m de profundidade.

Tabela 7.2-6. Leitura dos níveis de água subterrânea no platô Monte Branco ano de 2017.

Mês/2017	PZMB 1	PZMB 2	PZMB 3	PZMB 4	PZMB 6	PZMBP 1	PZMBP 2	PZMBP 3	PZMBP 4	PZMBP 6
Janeiro	25,39	24,28	24,86	25,51	25,48	72,73	79,51	79,2	63,66	67,2
Fevereiro	25,54	23,83	24,93	25,59	25,59	73,13	80,26	76,52	63,99	67,53
Março	25,54	24,29	25,37	25,33	25,59	73,17	80,46	76,32	64,01	68,36
Abril	25,54	24,3	25,48	25,16	25,59	73,2	80,54	76,18	64,03	71,38
Maio	24,98	24,29	25,06	25,6	25,59	73,34	80,65	76,02	64,13	68
Junho	NA	24,28	24,97	25,7	25,59	NA	80,68	76,32	64,14	74,12
Julho	NA	24,27	24,98	25,7	NA	NA	80,7	76,56	64,09	71,68
Agosto	NA	24,29	24,96	25,7	25,59	NA	80,79	77,04	64,16	68,32
Setembro	NA	24,27	24,48	25,72	25,59	NA	80,89	79,62	64,24	70,91
Outubro	25,54	24,28	24,96	25,73	25,59	73,26	80,96	77,28	74,28	73,28
Novembro	25,54	24,57	23,92	25,74	25,59	73,11	81,07	77,24	64,42	67,99
Dezembro	25,54	NA	24,98	25,75	25,61	73,03	NA	77,18	64,18	68
Médio	**25,58**	**24,27**	**24,91**	**25,6**	**25,58**	**73,12**	**80,59**	**77,12**	**64,94**	**69,73**
Mínimo	**24,98**	**23,83**	**23,92**	**25,16**	**25,48**	**72,73**	**79,51**	**76,02**	**63,66**	**67,2**
Máximo	**25,554**	**24,57**	**25,48**	**25,75**	**25,61**	**73,34**	**81,07**	**79,62**	**74,28**	**74,12**
Variação	**0,57**	**0,74**	**1,56**	**0,59**	**0,13**	**0,61**	**1,56**	**3,6**	**10,62**	**6,92**

Fonte: MRN, 2018a.
Legenda: NA - Não Analisado.

Tabela 7.2-7. Leitura dos níveis de água subterrânea no platô Monte Branco ano de 2018.

Mês/2018	PZMB01	PZMB02	PZMB03	PZMB04	PZMB05	PZMB06	PZMBP01	PZMBP02	PZMBP03	PZMBP04	PZMBP05	PZMBP06
Janeiro	25,54	Acesso Interditado	24,97	25,76	Lavra	25,61	72,99	Acesso Interditado	77,08	64,07	Lavra	67,98
Fevereiro	Lavra		23,89	25,74	Lavra	25,59	Lavra		76,9	63,92	Lavra	67,99
Março	Lavra		24,46	25,37	Lavra	25,59	Lavra		76,5	63,99	Lavra	68
Abril	Lavra		Acesso Interditado	24,85	Lavra	25,63	Lavra		Acesso Interditado	63,92	Lavra	68
Maio	Lavra		16,77	25,5	Lavra	25,59	Lavra		76,23	64,02	Lavra	68,08
Junho	Lavra		16,76	25,67	Lavra	25,62	Lavra		76,23	64	Lavra	67,99
Julho	Lavra		16,75	25,69	Lavra	25,63	Lavra		76,35	64,04	Lavra	71,97
Agosto	Lavra		16,73	25,7	Lavra	25,62	Lavra		76,52	64,1	Lavra	67,98
Setembro	Lavra		16,77	25,71	Lavra	Lavra	Lavra		76,85	64,21	Lavra	Lavra
Outubro	Lavra		18,41	25,6	Lavra	Lavra	Lavra		76,61	64,17	Lavra	Lavra
Novembro	Lavra		24	25,6	Lavra	Lavra	Lavra		76,32	64,33	Lavra	Lavra
Dezembro	Lavra		24,88	25,7	Lavra	Lavra	Lavra		66,48	64,41	Lavra	Lavra
Médio	25,54	-	20,39	25,5		25,61	72,99	-	75,64	64,09		68,49
Mínimo	25,54	-	16,73	24,85		25,59	72,99	-	66,48	63,92		67,98
Máximo	25,54	-	24,97	25,76		25,63	72,99	-	77,08	64,41		71,97
Variação	0	-	8,24	0,91		0,04	0	-	10,6	0,49		3,99

Fonte: MRN, 2018.

Tabela 7.2-8. Leitura dos níveis de água subterrânea no platô Monte Branco ano de 2019.

Mês/2019	PZMB01	PZMB02	PZMB03	PZMB04	PZMB05	PZMB06	PZMBP01	PZMBP02	PZMBP03	PZMBP04	PZMBP05	PZMBP06
Janeiro	Lavra	Acesso Interditado	18,48	25,68	Lavra	Lavra	Lavra	Acesso Interditado	61,87	62,85	Lavra	Lavra
Fevereiro	Lavra		16,58	20,41	Lavra	Lavra	Lavra		76,62	64,33	Lavra	Lavra
Março	Lavra		16,55	23,84	Lavra	Lavra	Lavra		76,21	64,21	Lavra	Lavra
Abril	Lavra		17,01	24,43	Lavra	Lavra	Lavra		75,96	63,97	Lavra	Lavra
Maio	Lavra		16,84	24,4	Lavra	Lavra	Lavra		75,38	63,91	Lavra	Lavra
Junho	Lavra		16,58	25,7	Lavra	Lavra	Lavra		75,44	63,59	Lavra	Lavra
Julho	Lavra		18,02	25,69	Lavra	Lavra	Lavra		75,46	63,35	Lavra	Lavra
Agosto	Lavra		18,06	25,68	Lavra	Lavra	Lavra		69,95	62,31	Lavra	Lavra
Setembro	Lavra		18,35	25,7	Lavra	Lavra	Lavra		74,5	61,7	Lavra	Lavra
Outubro	Lavra		18,37	25,72	Lavra	Lavra	Lavra		74,55	61,73	Lavra	Lavra
Novembro	Lavra		15,58	25,7	Lavra	Lavra	Lavra		73,3	60,49	Lavra	Lavra
Dezembro	Lavra		24,88	25,7	Lavra	Lavra	Lavra		66,48	64,41	Lavra	Lavra
Médio	**0**	**-**	**17,94**	**24,89**		**0**	**0**	**-**	**72,98**	**63,07**		**0**
Mínimo	**0**	**-**	**15,58**	**20,41**		**0**	**0**	**-**	**61,87**	**60,49**		**0**
Máximo	**0**	**-**	**24,88**	**25,72**		**0**	**0**	**-**	**76,62**	**64,41**		**0**
Variação	**0**	**-**	**9,3**	**5,31**		**0**	**0**	**-**	**14,75**	**3,92**		**0**

Fonte: MRN, 2019.

Tabela 7.2-9. Leitura dos níveis de água subterrânea no platô Monte Branco ano de 2020.

Mês/2020	PZMB 1	PZMB 2	PZMB 3	PZMB 4	PZMB 5	PZMB 6	PZMBP 1	PZMBP 2	PZMBP 3	PZMBP 4	PZMBP 5	PZMBP 6
Janeiro	Lavra	Acesso interditado	15,72	25,7	Lavra	Lavra	Lavra	Acesso interditado	73,32	60,28	Lavra	Lavra
Fevereiro	Lavra		16,61	25,65	Lavra	Lavra	Lavra		72,99	60,3	Lavra	Lavra
Março (1)	Lavra		NA	NA	Lavra	Lavra	Lavra		NA	NA	Lavra	Lavra
Abril	Lavra		16,84	25,67	Lavra	Lavra	Lavra		75,3	60,48	Lavra	Lavra
Maio	Lavra		Acesso interditado	25,67	Lavra	Lavra	Lavra		NA	50,58	Lavra	Lavra
Junho	Lavra	24,17	17,16	25,66	Lavra	Lavra	Lavra	77,3	72,84	60,64	Lavra	Lavra
Julho	Lavra	Lavra	16,58	25,64	Lavra	Lavra	Lavra	NA	72,91	60,75	Lavra	Lavra
Agosto	Lavra	Lavra	16,62	25,7	Lavra	Lavra	Lavra	NA	72,85	60,8	Lavra	Lavra
Setembro (1)	Lavra	Lavra	NA	NA	Lavra	Lavra	Lavra	NA	NA	NA	Lavra	Lavra
Outubro (1)	Lavra	Lavra	NA	NA	Lavra	Lavra	Lavra	NA	NA	NA	Lavra	Lavra
Novembro	Lavra	Lavra	16,76	25,7	Lavra	Lavra	Lavra	NA	72,94	60,5	Lavra	Lavra
Dezembro	Lavra	Lavra	16,53	25,67	Lavra	Lavra	Lavra	NA	72,67	60,45	Lavra	Lavra
Médio	**0**	**24,17**	**16,6**	**25,67**	**0**	**0**	**0**	**77,3**	**73,23**	**59,42**	**0**	**0**
Mínimo	**0**	**24,17**	**15,72**	**25,64**	**0**	**0**	**0**	**77,3**	**72,67**	**50,58**	**0**	**0**
Máximo	**0**	**24,17**	**17,16**	**25,7**	**0**	**0**	**0**	**77,3**	**75,3**	**60,8**	**0**	**0**
Variação	**0**	**0**	**1,44**	**0,06**	**0**	**0**	**0**	**0**	**2,63**	**10,22**	**0**	**0**

Fonte: MRN, 2020.
Legenda: NA - Não Analisado.

O gráfico (**Figura 7.2-253**) da variação do nível de água subterrânea em função da pluviometria (estação no platô Monte Branco) mostra que o nível d'água teve pouca variação. Observa-se também no gráfico uma certa estabilização do aquífero profundo à profundidade de 80 m. A mesma tendência pode ser observada na **Figura 7.2-254**, correspondente aos dados obtidos durante o ano de 2018. (MRN, 2018a e b).

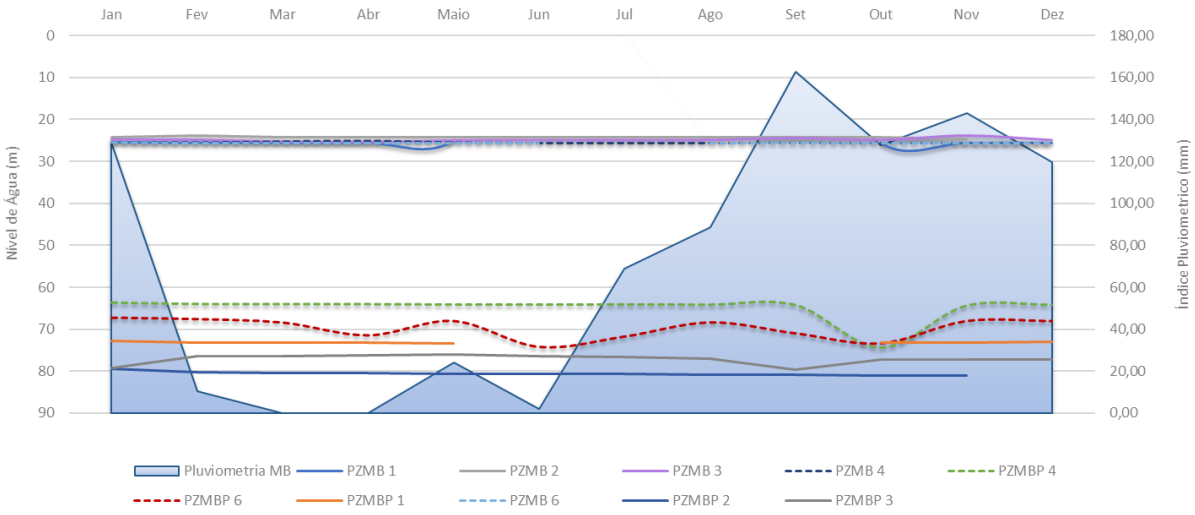


Figura 7.2-253. Variação do nível de água x pluviometria no platô Monte Branco em 2017.

Nota: As linhas descontínuas refletem os períodos em que não foi possível obter a medição.

Fonte: MRN, 2018a.

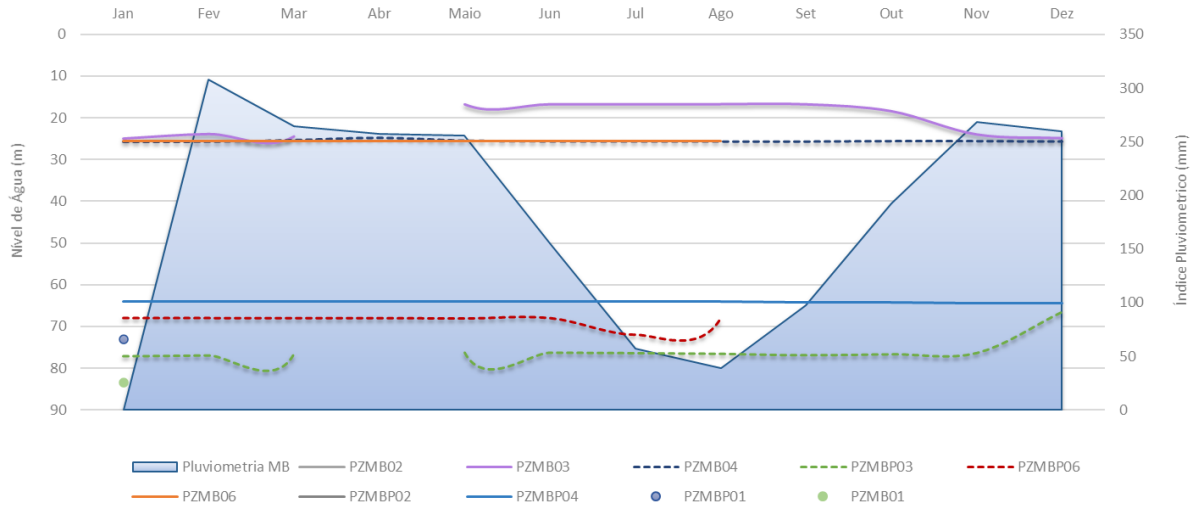


Figura 7.2-254. Variação do nível de água x pluviometria no platô Monte Branco em 2018.

Legenda: Poços em área de lavra não foram analisados. As linhas descontínuas refletem os períodos em que não foi possível obter a medição.

Fonte: MRN, 2018.

No gráfico a seguir (**Figura 7.2-255)** é apresentado a variação do nível de água subterrâneo e as variações do índice pluviométrico da região para o ano de 2019. Nele é possível perceber que ocorre certa estabilidade nos valores de nível d'água. No gráfico, o pico de redução da pluviometria em fevereiro, reflete um problema no equipamento de medição.

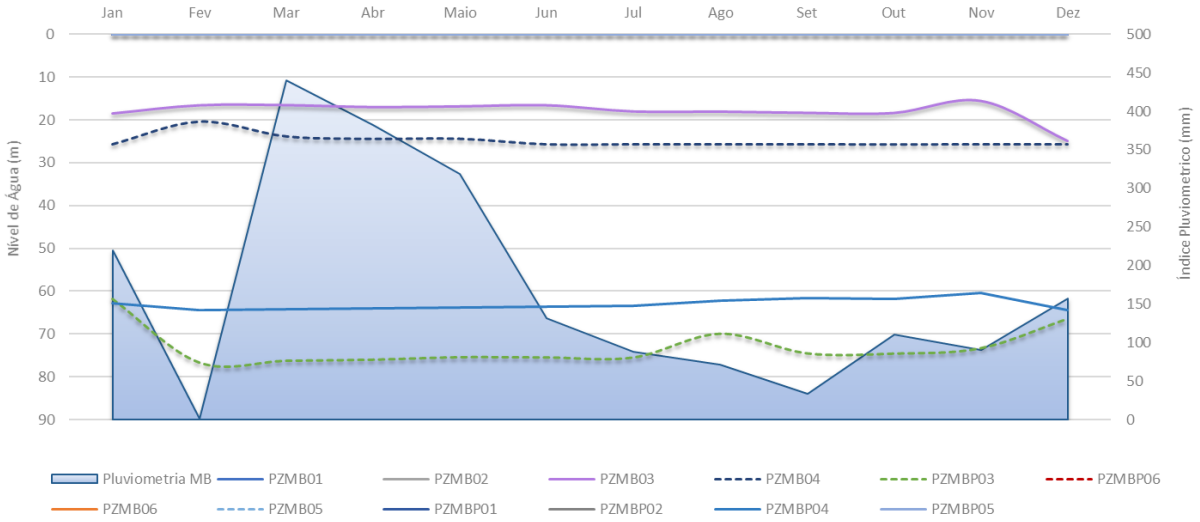


Figura 7.2-255. Variação do nível de água x pluviometria no platô Monte Branco em 2019.

Nota: poços em área de lavra não foram analisados.

Fonte: MRN, 2019.

A **Figura 7.2-256** mostra que a variação do nível de água subterrâneo acompanha as variações do índice pluviométrico da região para o ano de 2020, ou seja, recebem contribuição (recarga) direta no período de chuva. No gráfico os picos nos meses de março, setembro e outubro correspondem as medições não realizadas devido a suspensão temporária em virtude da pandemia do COVID-19.

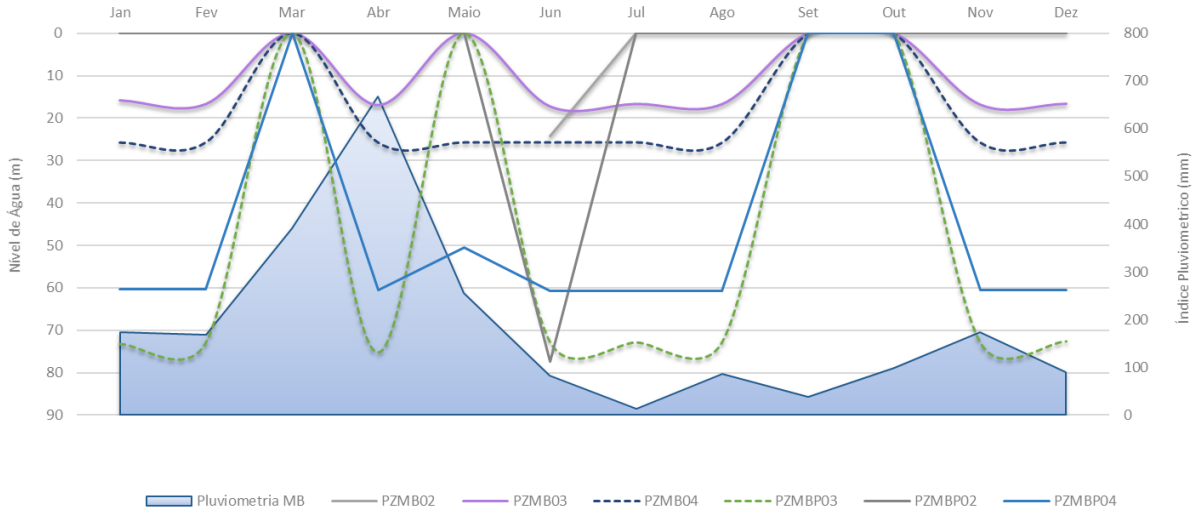


Figura 7.2-256. Variação do nível de água x pluviometria no platô Monte Branco em 2020.
Nota: poços em área de lavra não foram analisados.
Fonte: MRN, 2020.

Platô Teófilo

Conforme descrito no Estudo Hidrológico e Hidrogeológico – Captação Água Subterrânea Projeto Conceitual desenvolvido pela HATCH (2019), Relatório de Monitoramento Ambiental da Mineração Rio do Norte apresentado pela MRN (2018b), e nos dados de monitoramento dos piezômetros nos anos de 2019 e 2020 (MRN, 2019 e MRN, 2020), no platô Teófilo foram instalados quatro piezômetros rasos (PZTE-1 a PZTE-4) à profundidade de 26 m e quatro piezômetros profundos (PZTEP-1 a PZTEP-4) à profundidade de 102 m. As coordenadas geográficas e profundidades dos piezômetros são apresentadas no **Quadro 7.2-56.**

Quadro 7.2-56. Coordenadas pontos de monitoramento do nível d'água dos piezômetros, Platô Teófilo.

Piezômetro	Coordenadas UTM Fuso 21 S		Profundidade	Platô
	UTM X	UTM Y	(m)	
PTEP1	544261,2	9806067	102	Teófilo
PTEP2	547260,5	9805666	102	Teófilo
PTEP3	547260,5	9801260	102	Teófilo
PTEP4	546869,1	9804464	102	Teófilo
PZTE1	544261,2	9806067	26	Teófilo
PZTE2	547260,5	9805666	26	Teófilo
PZTE3	547260,5	9801260	26	Teófilo
PZTE4	546869,1	9804464	26	Teófilo

Fonte: MRN, 2019.

Os dados de monitoramento da profundidade do nível de água dos piezômetros no platô Teófilo no ano de 2017 mostram profundidades variáveis de 23,80 m a 25,72 m, com variações máximas de 2% para o aquífero superficial e profundidades variáveis de 74,05 m a 82,68 m para o aquífero profundo, onde a variação é mais expressiva e alcança valores de 6,77% (**Tabela 7.2-10**).

A **Tabela 7.2-11** exibe os resultados das leituras dos níveis de água subterrânea no ano de 2018 (MRN, 2018), observando-se que o aquífero superficial situou-se a profundidades variáveis mínimas e que a maior variação ocorreu no aquífero profundo, onde o nível máximo alcançado pelos piezômetros profundos foi de 99,78 m (PZTEP-1) em abril e o mínimo foi de 73,5 m (PZTEP-2) em novembro.

A **Tabela 7.2-12** exibe os resultados das leituras dos níveis de água subterrânea no ano de 2019 (MRN, 2019), observando-se que o aquífero superficial se situou a profundidades variáveis mínimas, exceto no piezômetro PZTE-04, onde ocorreu a variação de 7,9 metros. Em relação ao aquífero profundo, o nível máximo alcançado pelos piezômetros profundos foi de 81,65 m (PZTEP-03) em maio e o mínimo foi de 65,8 m (PZTEP-2) em janeiro.

A **Tabela 7.2-13** exibe os resultados das leituras dos níveis de água subterrânea no ano de 2020 (MRN, 2020), observando-se que o aquífero superficial se situou a profundidades variáveis mínimas, exceto nos piezômetros PZTE-02 e PZTE-04, onde ocorreram a variação de 9,02 e 9 metros, respectivamente. Em relação ao aquífero profundo, o nível máximo alcançado pelos piezômetros profundos foi de 77,11 m (PZTEP-01) em janeiro e o mínimo foi de 65,77 m (PZTEP-2) em novembro.

Tabela 7.2-10. Leitura dos níveis de água subterrânea no platô Teófilo ano de 2017.

Mês/2017	PZTE01	PZTE02	PZTE03	PZTE04	PZTEP01	PZTEP02	PZTEP03	PZTEP04
Janeiro	25,69	25,59	24,11	25,49	80,79	73,67	82,68	78,96
Fevereiro	25,69	25,59	25,55	25,48	80,82	73,87	78,86	79,13
Março	25,6	25,59	25,64	25,47	80,94	74,01	76,04	79,28
Abril	25,69	25,59	25,64	25,48	81	74,03	76	79,24
Maio	25,6	25,59	25,64	25,57	81,23	74,05	76,02	79,35
Junho	25,65	24,41	24,64	25,45	81,06	73,98	76,03	79,65
Julho	25,6	25,58	24,64	25,25	81,11	74,02	76,07	79,89
Agosto	25,63	25,62	23,81	25,47	81,1	74,02	76,07	79,93
Setembro	25,6	25,62	24,64	25,47	81,15	74,11	75,97	80,04
Outubro	25,62	25,6	25,81	25,48	81,23	74,23	76,02	80,27
Novembro	25,66	25,62	23,8	25,49	80,95	74,28	75,91	80,3
Dezembro	25,66	25,72	23,8	25,48	81,25	74,29	76,03	80,3
Médio	**25,64**	**25,51**	**24,81**	**25,47**	**81,05**	**74,05**	**76,81**	**79,7**
Mínimo	**25,6**	**24,41**	**23,8**	**25,25**	**80,79**	**73,67**	**75,91**	**78,96**
Máximo	**25,69**	**25,72**	**25,81**	**25,57**	**81,25**	**74,29**	**82,68**	**80,3**
Variação	**0,09**	**1,31**	**2,01**	**0,32**	**0,46**	**0,62**	**6,77**	**1,34**

Fonte: MRN in HATCH, 2019.

Tabela 7.2-11. Leitura dos níveis de água subterrânea no platô Teófilo ano de 2018.

Mês/2018	PZTE01	PZTE02	PZTE03	PZTE04	PZTEP01	PZTEP02	PZTEP03	PZTEP04
Janeiro	25,62	25,62	23,82	25,46	81,25	74,27	76,03	80,22
Fevereiro	25,66	25,54	23,79	25,5	80,95	74,25	76,06	80,2
Março	25,64	25,57	23,79	25,5	80,96	74,24	76,05	79,32
Abril	25,67	25,48	23,81	25,51	99,78	74,26	76,03	78,67
Maio	25,75	25,57	23,81	24,39	81,09	74,18	76,04	79,63
Junho	25,67	25,56	23,82	24,73	81,05	74,05	75,99	79,47
Julho	25,67	25,56	23,78	25,47	80,96	73,79	76,05	79,69
Agosto	25,68	25,57	23,82	25,48	80,93	73,7	76,04	79,82
Setembro	25,67	25,6	23,83	25,47	80,86	73,62	75,99	79,76
Outubro	25,67	25,57	23,82	25,48	80,91	73,57	76,01	79,66
Novembro	25,67	25,57	23,82	25,47	80,92	73,5	75,92	79,49
Dezembro	25,68	25,57	23,82	25,5	80,97	73,58	75,96	79,75
Médio	**25,67**	**25,56**	**23,81**	**25,33**	**82,55**	**73,91**	**76,01**	**79,64**

Mês/2018	PZTE01	PZTE02	PZTE03	PZTE04	PZTEP01	PZTEP02	PZTEP03	PZTEP04
Mínimo	**25,62**	**25,48**	**23,78**	**24,39**	**80,86**	**73,5**	**75,92**	**78,67**
Máximo	**25,75**	**25,62**	**23,83**	**25,51**	**99,78**	**74,27**	**76,06**	**80,22**
Variação	**0,13**	**0,14**	**0,05**	**1,12**	**18,92**	**0,77**	**0,14**	**1,55**

Fonte: MRN, 2018.

Tabela 7.2-12. Leitura dos níveis de água subterrânea no platô Teófilo ano de 2019.

Mês/2019	PZTE01	PZTE02	PZTE03	PZTE04	PZTEP01	PZTEP02	PZTEP03	PZTEP04
Janeiro	25,6	25,56	25,64	25,57	74,15	69,76	72,16	75,22
Fevereiro	25,68	25,18	23,79	24,31	81,07	73,27	76,05	79,25
Março	24,7	25,43	23,82	17,87	81	73,08	76,04	78,86
Abril	23,88	25,57	23,8	18,19	80,85	72,61	76,04	78,63
Maio	24,82	25,55	25,64	17,67	80,58	72,08	81,65	78,36
Junho	25,56	25,58	23,82	17,77	80,21	71,23	76	78,16
Julho	25,56	25,59	23,8	25,49	79,95	70,12	75,98	77,94
Agosto	25,57	25,58	23,82	25,47	79,53	67,68	75,93	76,4
Setembro	23,82	25,62	23,81	25,47	77,15	66,54	75,85	74,3
Outubro	23,88	25,58	23,81	25,51	78,22	66,36	75,82	72,71
Novembro	25,6	25,62	23,58	25,57	77,18	65,8	75,81	71,66
Dezembro	25,6	25,62	23,63	25,57	77,21	65,83	75,85	71,79
Médio	**25,44**	**25,54**	**24,08**	**22,87**	**78,93**	**69,53**	**76,1**	**76,11**
Mínimo	**23,82**	**25,18**	**23,58**	**17,67**	**74,15**	**65,8**	**72,16**	**71,66**
Máximo	**25,68**	**25,62**	**25,64**	**25,57**	**81,07**	**73,27**	**81,65**	**79,25**
Variação	**4,94**	**0,44**	**2,06**	**7,9**	**6,92**	**7,47**	**9,49**	**7,59**

Fonte: MRN, 2019.

Tabela 7.2-13. Leitura dos níveis de água subterrânea no platô Teófilo ano de 2020.

Mês/2020	PZTE01	PZTE02	PZTE03	PZTE04	PZTEP01	PZTEP02	PZTEP03	PZTEP04
Janeiro	25,6	25,18	23,42	25,57	77,11	66,89	75,83	71,93
Fevereiro	23,89	25,57	23,84	24,72	76,5	67,09	75,88	71,94
Março	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM
Abril	23,83	25,55	23,77	23,51	76,72	68,03	75,98	72,37
Maio	23,8	25,51	23,74	23,49	76,72	68,03	75,98	72,37
Junho	25,6	16,62	23,83	16,57	76,63	67,8	75,63	72,46
Julho	23,82	25,62	23,83	17,79	76,7	67,79	75,39	72,62
Agosto	23,86	25,64	23,85	17,83	76,82	67,77	75,44	72,67

Mês/2020	PZTE01	PZTE02	PZTE03	PZTE04	PZTEP01	PZTEP02	PZTEP03	PZTEP04
Setembro	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM
Outubro	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM
Novembro	23,82	25,41	24,06	25,57	76,1	65,77	75,6	71,22
Dezembro	23,72	25,57	23,89	25,56	65,85	76,01	75,61	71,15
Médio	**24,22**	**24,52**	**23,80**	**22,29**	**75,46**	**68,35**	**75,70**	**72,08**
Mínimo	**23,72**	**16,62**	**23,42**	**16,57**	**65,85**	**65,77**	**75,39**	**71,15**
Máximo	**25,6**	**25,64**	**24,06**	**25,57**	**77,11**	**76,01**	**75,98**	**72,67**
Variação	**1,88**	**9,02**	**0,64**	**9**	**11,26**	**10,24**	**0,59**	**1,52**

Legenda: (NM) Não monitorado
Fonte: MRN, 2020.

As figuras a seguir mostram as variações do nível de água subterrânea em comparação com a pluviometria do platô Bela Cruz. Este platô foi escolhido para comparação, por apresentar dados de monitoramento meteorológico além de estar localizado próximo ao platô Teófilo.

Na **Figura 7.2-257** está representada as variações do nível da água e a pluviometria associada para o ano de 2017. O nível de água subterrânea dos piezômetros profundos variou entre 75 e 81 m, mantendo-se estável ao longo do tempo. A mesma tendência de estabilidade foi observada nos piezômetros rasos, que mantiveram o nível próximo a 25 m.

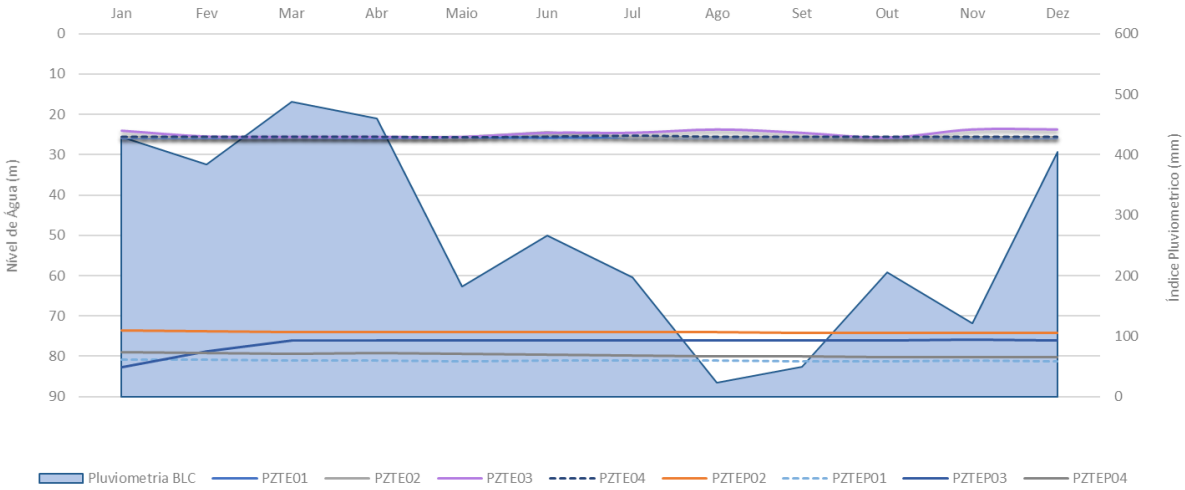


Figura 7.2-257. Variação do nível de água x pluviometria no platô Teófilo em 2017.
Fonte: MRN in HATCH, 2019.

A **Figura 7.2-258** abaixo exibe as variações de nível de água subterrânea com a pluviometria no período de 2018 observando-se que o nível de água dos piezômetros rasos e profundos se manteve estável, ocorrendo nestes últimos uma variação no piezômetro PZETEP01 no mês de abril.

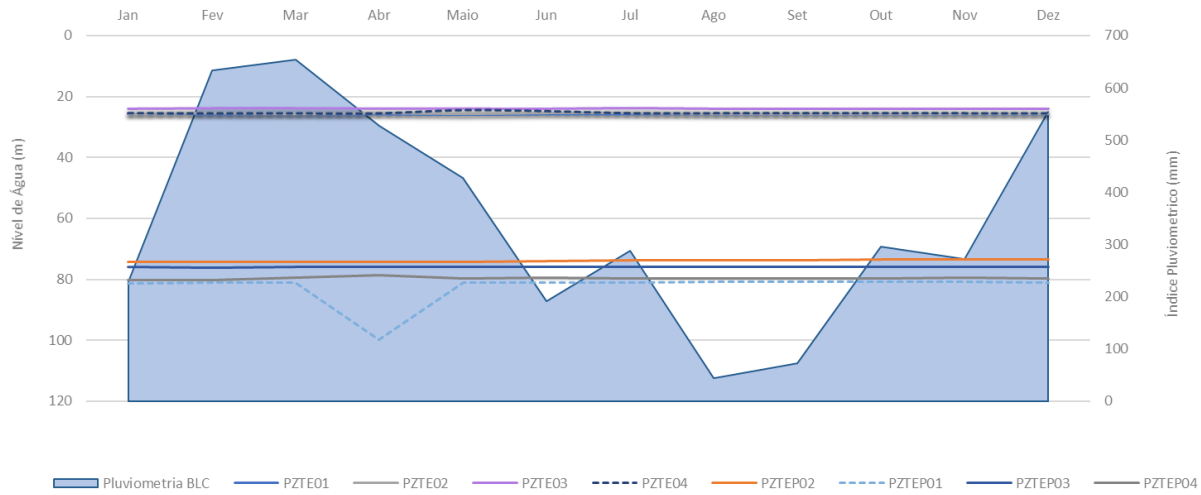


Figura 7.2-258. Variação do nível de água x pluviometria no platô Teófilo em 2018.
Fonte: MRN, 2018.

Para o ano de 2019 (**Figura 7.2-259**) no geral, a mesma tendência de estabilização observada anteriormente se manteve. Ocorre uma variação no piezômetro PZETEP03 no mês de maio, e no piezômetro PZTE04 entre março e junho.

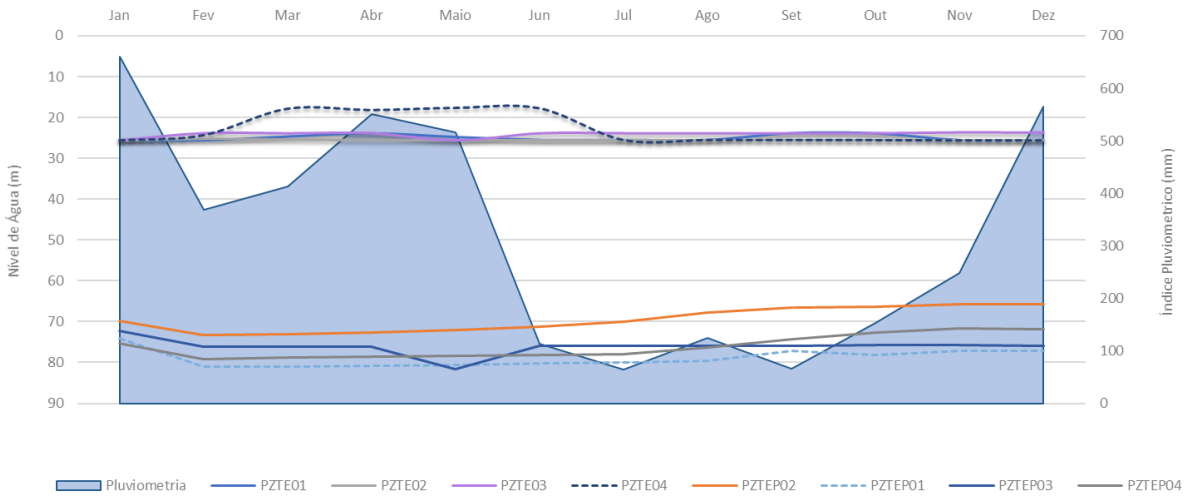


Figura 7.2-259. Variação do nível de água x pluviometria no platô Teófilo em 2019
Fonte: MRN, 2019.

A **Figura 7.2-260** abaixo exibe as variações de nível de água subterrânea com a pluviometria (MRN, 2020), indicando que no período no qual houve monitoramento, os níveis de água dos piezômetros profundos apresentaram mais estabilidade, enquanto os rasos sofreram maiores variações. No gráfico os picos nos meses de março, setembro e outubro correspondem as medições não realizadas devido a suspensão temporária em virtude da pandemia do COVID-19.

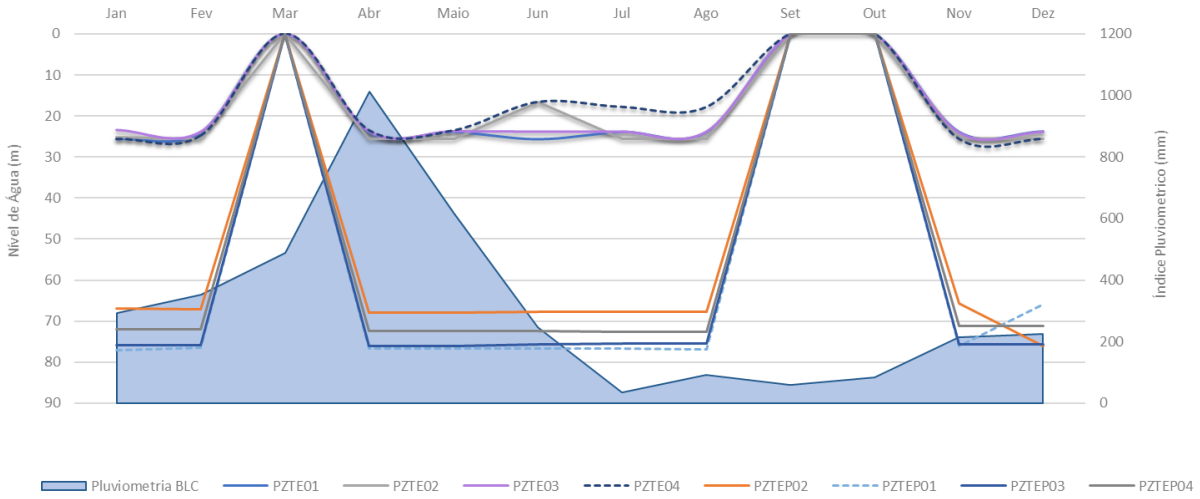


Figura 7.2-260. Variação do nível de água x pluviometria no platô Teófilo em 2020.
Legenda: nos meses de março, setembro e outubro não ocorreu medição.
Fonte: MRN, 2020.

Platô Saracá

Conforme apresentado no Relatório de Monitoramento Ambiental da Mineração Rio do Norte apresentado pela MRN (2018a e 2018b) e nos dados de monitoramento dos piezômetro nos anos de 2019 e 2020 (MRN, 2019 e 2020), no platô Saracá foram instalados 20 piezômetros rasos, dos quais 15 no setor denominado Saracá V (PZSA1 a PZSA6, PZSA8, PZSA13 a PZSA15, PZSA17 e PZSA21) e 5 no setor denominado Saracá Oeste (PZSW1 a PZSW-5) com profundidade de instalação variável de 15,1 a 26,17 m, além de 1 piezômetro profundo no Saracá Oeste (PZSWP), instalado à 102 m de profundidade. As coordenadas geográficas e profundidades dos piezômetros são apresentadas no **Quadro 7.2-62**.

Quadro 7.2-57. Coordenadas pontos de monitoramento do nível d'água dos piezômetros, Platô Saracá.

Piezômetro	Coordenadas UTM Fuso 21 S		Profundidade (m)	Platô
	UTM X	UTM Y		
PZSA3	558867	9811489	20,36	Saracá
PZSA4	560101	9813110	20,9	Saracá
PZSA5	558808	9812963	26	Saracá
PZSA6	561323,6	9813564	25,88	Saracá
PZSA8	561063,5	9816162	15,85	Saracá
PZSA13	561372,3	9812790	16,53	Saracá
PZSA14	562697,4	9816154	15,14	Saracá
PZSA15a	562528,7	9814300	12,75	Saracá
PZSA15b	562528,7	9814300	25,77	Saracá
PZSA17	563587	9815327	15,2	Saracá
PZSA18	564346,7	9814521	19,43	Saracá
PZSA21a	557309,2	9811821	10,32	Saracá
PZSA21b	557309,2	9811821	24,22	Saracá
PZSW3	557199	9815893	26,17	Saracá Oeste
PZWSP	558755	9812903	102	Saracá Oeste

Fonte: MRN, 2019.

No ano de 2017 foram monitorados 12 piezômetros rasos no Saracá V (PZSA3 a PZSA5, PZSA8, PZASA13 a PZSA15, PZSA18 e PZA21) e o piezômetro profundo PZSWP no Saracá Oeste (MRN, 2018a). A **Tabela 7.2-14** exibe a leitura dos níveis de água subterrânea, também verifica- exibe a variação do nível de água, sendo que as maiores variações ocorreram nos piezômetros rasos PZA5 e PZSA13, de 5,44 a 14,18 m e de 6,5 a 16,51, respectivamente, enquanto que o piezômetro profundo variou de 56,51 m a 64,61 m.

O monitoramento realizado em 2018 (MRN, 2018b) é apresentado na **Tabela 7.2-15.** A leituras dos níveis de água subterrânea indicam que as maiores variações ocorreram nos piezômetros rasos PZSA13 e PZSA15, de 5,12 a 16,51 m e de 13,82 a 25,71 m, respectivamente, enquanto o piezômetro profundo variou de 64,34 a 64,75 m.

A **Tabela 7.2-16** apresenta os monitoramentos realizados no ano de 2019 (MRN, 2019) sendo verificado que o piezômetro profundo (PZSWP) se manteve constante ao longo deste período, com variação de 1,18 m em suas leituras máximas e mínimas foram 61,3 a 62,48 m. As maiores variações encontradas entre os piezômetros rasos correspondem aos piezômetros PZSA13 e PZSA15, apresentando respectivamente variação de 5,02 a 16,53 m e de 14,76 a 25,77 m.

A **Tabela 7.2-17** apresenta os monitoramentos realizados no ano de 2020 (MRN, 2020). As leituras dos níveis de água subterrânea indicam que as maiores variações ocorreram nos piezômetros rasos PZSA03 e PZSA13 apresentando respectivamente variação de 9,03 e 20,18 m e de 3,1 e 16,38 m. O piezômetro profundo (PZSWP) apresentou variação ao longo deste período, de 10,79 m, com valores máximo e mínimo de 61,25 a 51,16 m.

Tabela 7.2-14. Leituras dos níveis de água subterrânea no platô Saracá 2017.

Mês/2017	PZSA3	PZSA4	PZSA5	PZSA6	PZSA8	PZSA13	PZSA14	PZSA15	PZSA17	PZSA18	PZSA21	PZSW3	PZSWP
Janeiro	12,66	20,87	13,74	soterrado	7,6	6,58	9,29	12,69	7,63	18,41	10,22	26	57,22
Fevereiro	13,33	20,86	14,18		7,52	6,56	9,81	12,69	9,34	19,41	10,22	25,39	57,24
Março	13,54	20,87	5,62		8,54	6,6	10,7	12,6	11	19,42	10,22	25,99	56,59
Abril	12,8	20,87	5,44		8,84	6,56	10,27	12,7	12,38	29,42	10,22	25,99	56,59
Maio	16,06	20,87	5,58		9,69	6,5	14,11	12,7	13,96	19,43	10,23	26	56,56
Junho	20,3	20,88	soterrado		11,14	10,7	15,13	12,71	15,18	19,42	10,22	25,87	56,64
Julho	20,2	20,87			15,85	16,51	15,13	12,75	15,18	19,42	10,23	26	64,32
Agosto	20,3	20,87			15,84	16,51	15,13	12,72	15,18	19,41	10,22	26,02	64,32
Setembro	20,3	20,87			15,84	16,51	15,12	12,74	15,17	19,4	10,3	26	64,34
Outubro	20,3	20,87			15,85	10,51	15,13	12,74	15	19,4	10,22	26	64,41
Novembro	20,3	20,87			15,84	16,51	15,13	12,74	15,18	19,41	10,22	25	64,34
Dezembro	20,3	20,87			14,84	16,51	15,13	12,74	15,17	19,41	10,2	26	64,51
Médio	**17,53**	**20,87**	**8,91**	**-**	**12,28**	**11,38**	**13,34**	**12,71**	**13,36**	**20,16**	**10,23**	**25,86**	**60,59**
Mínimo	**12,66**	**20,86**	**5,44**	**-**	**7,52**	**6,5**	**9,29**	**12,6**	**7,63**	**18,41**	**10,22**	**25**	**56,56**
Máximo	**20,3**	**20,88**	**14,18**	**-**	**15,85**	**16,51**	**15,13**	**12,75**	**15,18**	**19,43**	**10,3**	**26,02**	**64,51**
Variação	**7,64**	**0,02**	**8,74**	**-**	**8,33**	**10,01**	**5,84**	**0,15**	**7,55**	**1,02**	**0,08**	**1,02**	**7,95**

Fonte: MRN (2018a).

Tabela 7.2-15. Leituras dos níveis de água subterrânea no platô Saracá 2018.

Mês/2018	PZSA03	PZSA04	PZSA05	PZSA06	PZSA08	PZSA13	PZSA14	PZSA15a	PZSA15b	PZSA17	PZSA18	PZSA21a	PZSA21b	PZSW03	PZSWP
Janeiro	20,29	20,87	soterrado	Problema no acesso	15,85	14,38	15,13	12,74	25,71	15,18	19,42	10,2	24,16	26	64,58
Fevereiro	12,48	20,82			6,67	5,78	8,62	12,7	15,74	13,27	18,42	10,19	24,15	26,13	64,62
Março	13,48	20,78			8,02	6,6	10,96	12,7	17,89	12,32	19,4	10,18	24,15	26	64,68
Abril	13,31	20,88			7,27	5,96	8,09	12,7	15,1	9,09	17,23	10,21	24,17	26	64,72
Maio	14,75	21,8			7	5,12	14,75	12,73	13,82	7,77	16,82	10,22	24,17	16	64,73
Junho	19,82	20,89			9,79	9,52	15,02	12,3	21,56	15,18	18,42	10,22	24,17	25,85	64,75
Julho	19,9	20,87			9,68	8,88	15,12	12,74	21,66	15,18	18,09	10,22	24,17	25,89	64,7
Agosto	20,29	20,87			10,44	16,51	15,13	12,74	21,66	15,18	19,39	10,21	24,17	25,99	64,62
Setembro	20,3	20,87			13,71	16,51	15,13	12,74	21,66	15,18	19,39	10,21	24,17	26	64,54
Outubro	20,3	20,87			15,84	16,51	15,13	12,74	21,66	15,18	19,42	10,21	24,17	26	64,42
Novembro	20,3	20,87			15,84	16,51	15,13	12,74	25,7	15,18	19,42	10,21	24,17	26	64,34
Dezembro	13,37	20,85			8,06	10,6	11,09	12,74	25,7	13,7	18,83	10,21	24,17	26	64,44
Médio	**17,38**	**20,94**	**-**	**-**	**10,68**	**11,07**	**13,28**	**12,69**	**20,66**	**13,53**	**18,69**	**10,21**	**24,17**	**25,16**	**64,6**
Mínimo	**12,48**	**20,78**	**-**	**-**	**6,67**	**5,12**	**8,09**	**12,3**	**13,82**	**7,77**	**16,82**	**10,18**	**24,15**	**16**	**64,34**
Máximo	**20,3**	**21,8**	**-**	**-**	**15,85**	**16,51**	**15,13**	**12,74**	**25,71**	**15,18**	**19,42**	**10,22**	**24,17**	**26,13**	**64,75**
Variação	**7,82**	**1,02**	**-**	**-**	**9,18**	**11,39**	**7,04**	**0,44**	**11,89**	**7,41**	**2,6**	**0,04**	**0,02**	**10,13**	**0,41**

Fonte: MRN (2018).

Tabela 7.2-16. Leituras dos níveis de água subterrânea no platô Saracá 2019.

Mês/2019	PZSA03	PZSA04	PZSA05	PZSA06	PZSA08	PZSA13	PZSA14	PZSA15a	PZSA15b	PZSA17	PZSA18	PZSA21a	PZSA21b	PZSW03	PZSWP
Janeiro	11,32	20,85	soterrado	Problema no acesso	7,47	5,86	10,03	12,63	17,12	11,44	19,39	10,21	24,16	26	61,89
Fevereiro	11,92	20,85			7,18	3,83	9,46	12,48	13,04	8,84	16,8	10,19	23,24	20,8	61,85
Março	11,51	20,84			7,15	2,32	8,88	12,67	13,84	10,48	16,75	10,19	23,24	20,35	61,3
Abril	11,95	20,84			6,86	3,39	9,36	12,67	13,78	11,05	16,7	10,19	23,24	20,25	61,71
Maio	12,41	20,86			7,68	5,02	10,4	12,68	14,76	11,18	17,19	10,19	23,24	21,88	61,85
Junho	16,47	20,85			9,51	6,8	13,93	12,7	17,48	15,05	16,66	10,19	23,24	25,29	62,48
Julho	20,31	20,84			12,43	11,63	15,13	12,69	23,59	15,19	18,56	10,19	23,24	26	62,57
Agosto	20,3	20,84			15,86	16,51	15,13	12,7	25,7	15,19	19,38	10,19	23,24	26	62,7
Setembro	20,27	20,84	soterrado	Problema no acesso	15,85	16,5	15,13	12,75	25,7	15,19	19,4	Sem acesso devido obras do SP16	Sem acesso devido obras do SP16	26	62,71
Outubro	20,31	20,85			15,85	16,53	15,14	12,72	25,7	15,19	19,42			26	62,88
Novembro	20,3	20,85			15,84	16,51	15,13	12,72	25,74	15,18	19,41			26	62,91
Dezembro	20,3	20,84			15,85	16,53	15,14	12,72	25,7	15,19	19,4			26	61,89
Médio	**19**	**20,85**	**-**	**-**	**13,86**	**13,62**	**14,47**	**12,71**	**23,35**	**14,73**	**18,76**	**10,22**	**23,44**	**25,48**	**62,23**
Mínimo	**12,41**	**20,84**	**-**	**-**	**7,68**	**5,02**	**10,4**	**12,68**	**14,76**	**11,18**	**16,66**	**10,19**	**23,24**	**21,88**	**61,3**
Máximo	**20,36**	**20,9**	**-**	**-**	**15,86**	**16,53**	**15,14**	**12,75**	**25,77**	**15,2**	**19,43**	**10,32**	**24,22**	**26,17**	**62,91**
Variação	**7,95**	**0,06**	**-**	**-**	**8,18**	**11,51**	**4,74**	**0,07**	**11,01**	**4,02**	**2,77**	**0,13**	**0,98**	**4,29**	**1,61**

Fonte: MRN (2019).

Tabela 7.2-17. Leituras dos níveis de água subterrânea no platô Saracá 2020.

Mês/2020	PZSA03	PZSA04	PZSA05	PZSA06	PZSA08	PZSA13	PZSA14	PZSA15	PZSA17	PZSA18	PZSA21	PZSW03	PZSWP
Janeiro	15,3	20,7	Soterrado	Problemas no acesso	12,89	10,15	15	11,63	15,07	18,28	NA	26	61,95
Fevereiro	19,43	20,75			9,87	12,74	15	12,61	15,07	19,28	NA	26	61,78
Março (1)	12,45	20,75			8,22	7,65	11,26	12,75	12,35	19,29	NA	26	NM
Abril	9,03	20,75			6,81	3,1	8,07	12,62	8,25	17,34	NA	25,99	60,56
Maio	9,45	20,74			6,97	3,29	7,68	11,99	7,79	16,05	NA	25,98	51,16
Junho	12,38	20,75			8,26	4,06	10,03	12,34	9,25	16,5	NA	24,67	60,88
Julho	19,84	20,74			10,16	7,63	15,05	12,61	15,05	19,06	NA	24,97	61,22
Agosto	20,17	20,74			10,55	15,69	15	12,62	15,05	19,28	NA	25,97	61,25
Setembro (1)	20,18	20,74			10,5	15,6	15	12,6	15	19,27	NA	25,98	NM
Outubro (1)	20,17	20,74			10,54	15,68	15	12,61	15,02	19,28	NA	25,97	NM
Novembro	19,98	20,73			10,23	15,66	15	12,6	15	19,28	NA	25,98	61,6
Dezembro	20,17	20,74			9,55	16,38	15	12,61	15,05	19,28	NA	25,97	61,43
Médio	**16,55**	**20,74**	**-**	**-**	**9,55**	**10,64**	**13,09**	**12,47**	**13,16**	**18,52**	**-**	**25,79**	**60,20**
Mínimo	**9,03**	**20,7**	**-**	**-**	**6,81**	**3,1**	**7,68**	**11,63**	**7,79**	**16,05**	**-**	**24,67**	**51,16**
Máximo	**20,18**	**20,75**	**-**	**-**	**12,89**	**16,38**	**15,05**	**12,75**	**15,07**	**19,29**	**-**	**26**	**61,25**
Variação	**11,15**	**0,05**	**-**	**-**	**6,08**	**13,28**	**7,37**	**1,12**	**7,28**	**3,24**	**-**	**1,33**	**10,79**

Fonte: MRN (2020).
Legenda: NA - Não Analisado.

A **Figura 7.2-261** abaixo exibe a relação entre as variações de nível de água subterrânea com a pluviometria no período (2017), observando-se que o nível de água dos piezômetros rasos variou segundo a precipitação, enquanto o piezômetro profundo PZSWP se manteve estável no período com pequena ascensão em abril, provável recarga das chuvas do 1º semestre. O mesmo padrão pode ser observado para a **Figura 7.2-262**, onde são mostrados os dados referentes ao ano de 2018. Nos meses de julho a setembro, ocorre uma redução da pluviometria. O piezômetro PZSW03 apresenta uma variação no mês de maio.

Para o ano de 2019 (**Figura 7.2-263**) a variação na pluviometria se mantém próximo ao que foi observado anteriormente e os piezômetros PZSA21a e PZSA21b param de ser monitorados a partir de agosto, por falta de acesso.

Na **Figura 7.2-264** pode ser observado o mesmo padrão dos anos anteriores para o nível de água dos piezômetros rasos, com variações segundo a precipitação, principalmente no primeiro e segundo semestre. Para o piezômetro profundo PZSWP verificou-se uma variação, porém não significativa. No gráfico os picos nos meses de março, setembro e outubro correspondem as medições não realizadas devido a suspensão temporária em virtude da pandemia do COVID-19.

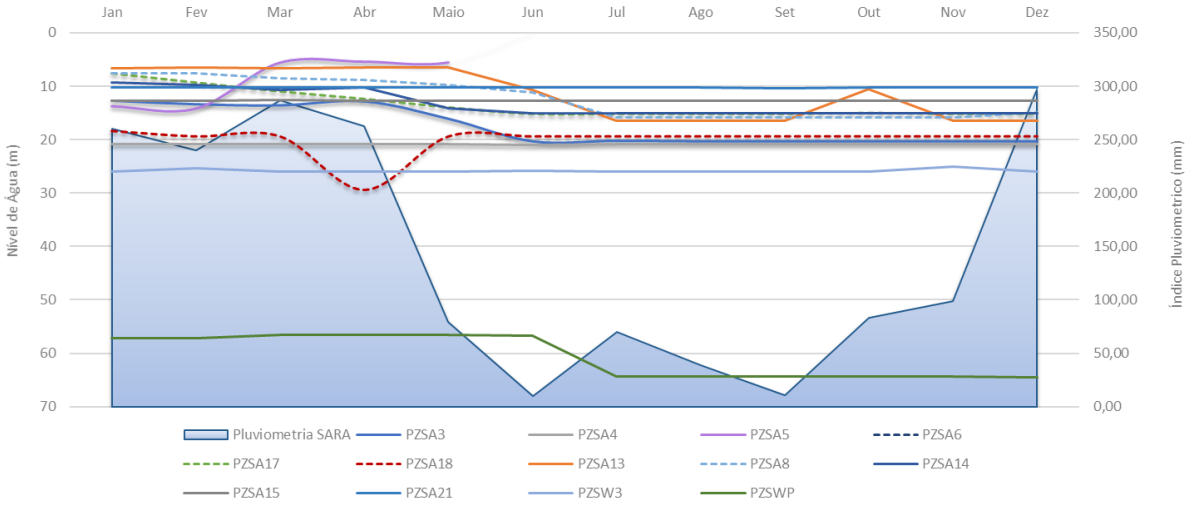


Figura 7.2-261. Variação do nível de água x pluviometria no platô Saracá em 2017.[4]
Legenda: as linhas descontínuas refletem os períodos em que não foi possível obter a medição.
Fonte: MRN, 2018a.

[4] Atentar que o poço PZSWP foi plotado incorretamente e considera os valores da coluna de Índice Pluviométrico.

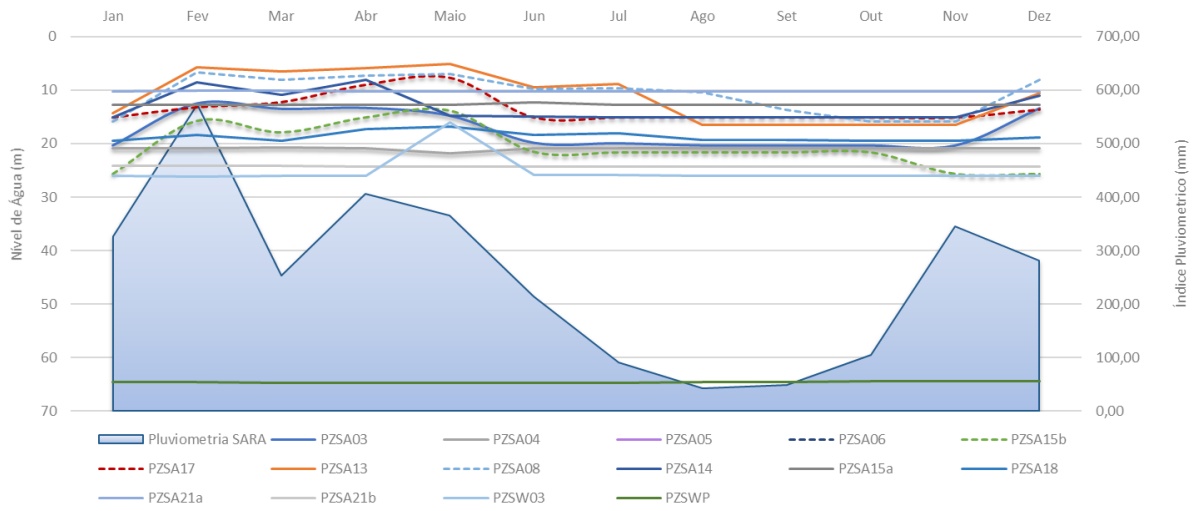


Figura 7.2-262. Variação do nível de água x pluviometria no platô Saracá em 2018.
Fonte: MRN, 2018b.

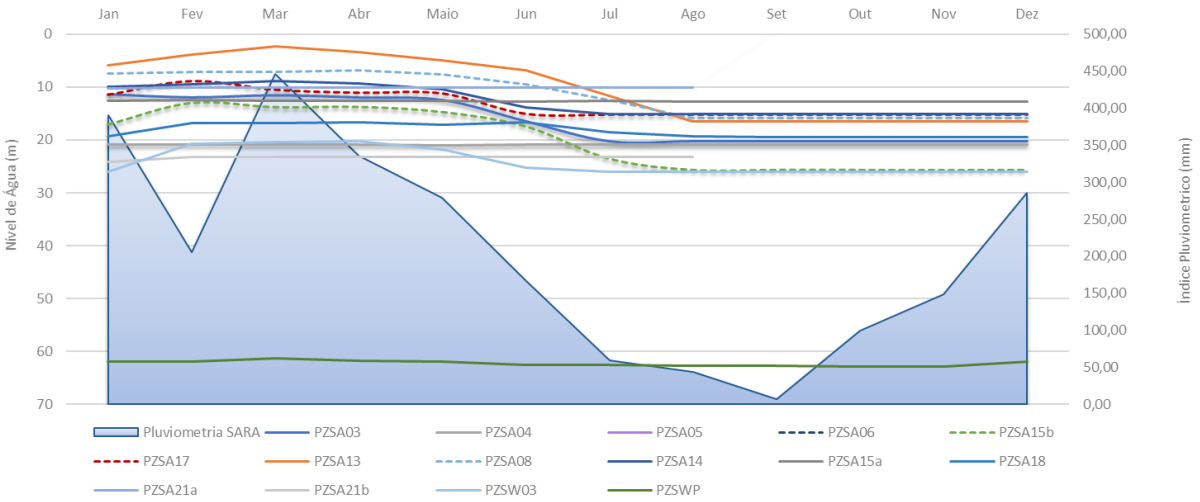


Figura 7.2-263. Variação do nível de água x pluviometria no platô Saracá em 2019.
Legenda: as linhas descontínuas refletem os períodos em que não foi possível obter a medição.
Fonte: MRN, 2019.

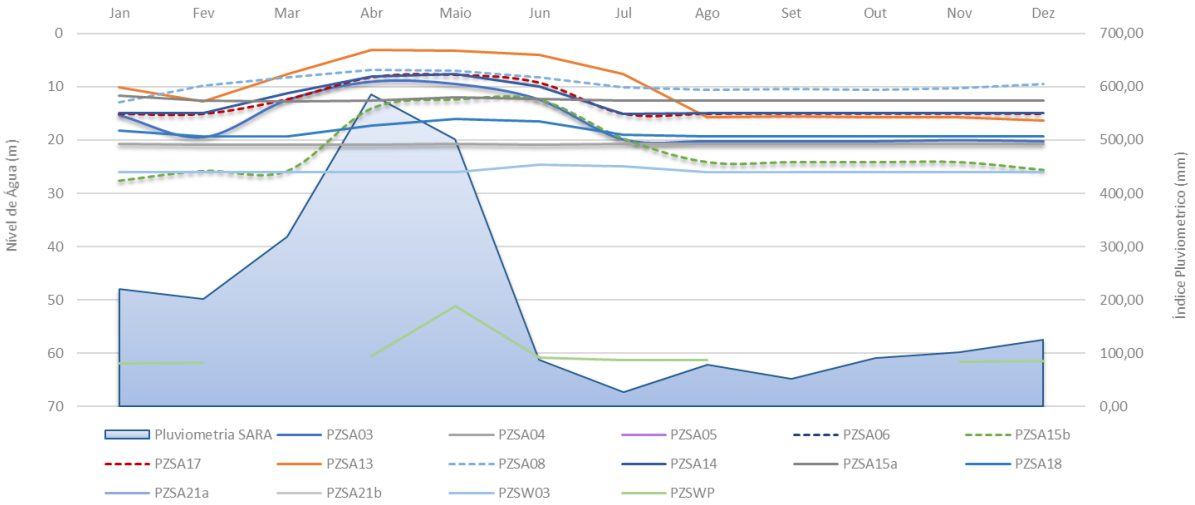


Figura 7.2-264. Variação do nível de água x pluviometria no platô Saracá em 2020.
Legenda: as linhas descontínuas refletem os períodos em que não foi possível obter a medição.
Fonte: MRN, 2020

Platô Jamari

Conforme descrito no Estudo Hidrológico e Hidrogeológico – Captação Água Subterrânea Projeto Conceitual desenvolvido pela HATCH (2019), no platô Jamari, foram instalados 05 piezômetros rasos (PZJA01, PZJA04 a PZJA07) com 26 metros de profundidade e 02 (PZJA02 e PZJA01) com 25 metros de profundidade e 01 piezômetro profundo (PZJAP01) a 104 m de profundidade. Para os dados referentes ao período de 2019 (MRN, 2019), foram apenas considerados piezômetros rasos com exceção do PZJA07. As coordenadas geográficas e profundidades dos piezômetros são apresentadas no **Quadro 7.2-58.**

Quadro 7.2-58. Coordenadas pontos de monitoramento do nível d'água dos piezômetros, Platô Jamari.

Piezômetro	Coordenadas UTM Fuso 21 S		Profundidade	Platô
		UTM Y	(m)	
PZJAP1	9807440	532690	104	Jamari
PZJA01	9799350	536430	26	Jamari
PZJA02	9808058	536460	25	Jamari
PZJA03	9807440	532690	25	Jamari
PZJA04	9809576	534384	26	Jamari
PZJA05	9804438	531513	26	Jamari
PZJA06	9811232	530496	26	Jamari
PZJA07	9806801	524789	26	Jamari

Fonte: MRN, 2019.

Os dados de monitoramento do nível de água dos piezômetros para o ano de 2017 exibem o aquífero superficial situado a profundidades médias variáveis de 19,93 m a 26,15 m, em sua maioria de baixa variação, exceto os piezômetros PZJ04 e PZJ05 que variaram de 14,62% e 12,07%, respectivamente. O aquífero profundo situou-se a profundidades variáveis de 70,55 a 72,52 m, com uma variação de 1,97% (**Tabela 7.2-18**).

Os dados do nível de água dos piezômetros para o ano de 2018 exibem o aquífero superficial situado a profundidades médias variáveis entre 20,89 m a 26,47 m, em sua maioria de baixa variação, exceto o piezômetros PZJ04 apresentando leitura de 14,59 m (**Tabela 7.2-19**). Neste ano, o piezômetro profundo apresentou uma variação de 8,8 m.

Os dados do nível de água dos piezômetros para o ano de 2019 exibem o aquífero superficial situado a profundidades médias entre 8,17 m a 25,87 m. A maior variação medida, 17,5 m, corresponde ao piezômetro PZJA04, enquanto a menor variação se deu no PZJA07 correspondente a 0,12 m. O piezômetro profundo (PZJAP01) teve 3,9 m de variação ao longo de 2019 (**Tabela 7.2-20**).

Os dados do nível de água dos piezômetros para o ano de 2020 exibem o aquífero superficial situado a profundidades médias entre 13,56 m a 25,79 m (**Tabela 7.2-21**). O piezômetro profundo manteve a profundidade média em 68 m. A partir de março não ocorreu medição devido á pandemia de Covid-19.

Tabela 7.2-18. Leitura dos níveis de água subterrânea no platô Jamari em 2017.

Mês/2017	PZJA01	PZJA02	PZJA03	PZJA04	PZJA05	PZJA06	PZJA07	PZJAP01
Janeiro	25,43	23,67	24,77	24,32	24,52	25,14	25,11	71,01
Fevereiro	25,61	23,65	24,78	23,89	24,3	25,2	25,51	70,81
Março	25,63	23,38	24,54	10,98	13,49	25,28	25,68	70,55
Abril	25,55	21,99	25,36	10,98	14,35	25,34	25,76	70,95
Maio	25,55	21,79	25,56	13,42	14,39	25,33	25,76	71,83
Junho	27,55	21,45	25,67	13,98	14,42	25,33	25,76	72,15
Julho	27,63	24,1	24,68	22,87	24,76	25,31	25,77	72,29
Agosto	27,63	24,1	24,68	22,87	24,76	25,31	25,77	72,29
Setembro	25,81	24,13	24,7	24,72	25,56	25,72	25,77	72,33
Outubro	25,84	-	24,69	-	24,78	25,29	25,84	72,48
Novembro	25,82	24,2	24,75	25,6	24,83	25,3	25,85	72,52
Dezembro	25,8	24,19	24,72	25,6	24,84	25,38	25,87	72,47
Médio	**26,15**	**23,33**	**24,66**	**19,93**	**21,25**	**25,33**	**25,7**	**71,81**
Mínimo	**25,43**	**21,45**	**22,36**	**10,98**	**13,49**	**25,14**	**25,11**	**70,55**
Máximo	**27,63**	**24,2**	**25,67**	**25,6**	**25,56**	**25,72**	**25,87**	**72,52**
Variação	**2,2**	**2,75**	**3,31**	**14,62**	**12,07**	**0,58**	**0,76**	**1,97**

Fonte: MRN, 2017, in HATCH, 2019.

Tabela 7.2-19. Leitura dos níveis de água subterrânea no platô Jamari em 2018.

Mês/2018	PZJA01	PZJA02	PZJA03	PZJA04	PZJA05	PZJA06	PZJA07	PZJAP01
Janeiro	25,775	24,19	24,69	25,57	24,82	25,32	25,77	79,32
Fevereiro	25,775	24,07	22,72	25,63	24,33	25,28	25,51	71,52
Março	25,775	23,45	24,47	11,05	13,51	25,26	25,66	70,52
Abril	25,785	23,31	24,7	12,61	15,53	25,34	25,77	72,01
Maio	25,785	22,33	22,49	11,6	14,28	25,24	25,86	71,96
Junho	25,775	21,79	24,72	12,51	14,69	25,32	25,86	71,96
Julho	25,785	23,92	24,72	23,59	23,42	25,32	25,87	72,07
Agosto	25,795	24,07	24,69	25,62	24,8	25,28	26,67	72,18
Setembro	25,795	24,07	24,69	25,64	24,82	25,35	29,67	72,32
Outubro	25,795	24,07	24,69	25,64	24,84	25,31	29,62	72,39
Novembro	25,795	24,07	24,68	25,64	24,86	25,2	25,59	72,47
Dezembro	25,79	24,07	24,68	25,54	24,9	25,25	25,82	72,54
Médio	**25,79**	**23,62**	**24,33**	**20,89**	**21,23**	**25,29**	**26,47**	**72,61**
Mínimo	**25,775**	**21,79**	**22,49**	**11,05**	**13,51**	**25,2**	**25,51**	**70,52**
Máximo	**25,795**	**24,19**	**24,72**	**25,64**	**24,9**	**25,35**	**29,67**	**79,32**
Variação	**0,02**	**2,4**	**2,23**	**14,59**	**11,39**	**0,15**	**4,16**	**8,8**

Fonte: MRN, 2018.

Tabela 7.2-20. Leitura dos níveis de água subterrânea no platô Jamari em 2019.

Mês/2019	PZJA01	PZJA02	PZJA03	PZJA04	PZJA05	PZJA06	PZJA07	PZJAP01
Janeiro	25,63	24,04	23,74	14,83	12,96	25,22	Acesso Interditado	72,61
Fevereiro	25,69	19,33	18,2	9,95	12,94	25,24	25,81	72,4
Março	25,69	19,42	19,26	8,85	12,34	25,28	25,85	72,32
Abril	25,83	18,37	18,7	8,22	12,06	25,26	25,87	72,14
Maio	25,8	24,2	18,62	8,17	12,18	24,99	25,75	71,76
Junho	25,81	24,15	24,72	9,94	13,86	25,28	25,87	71,7
Julho	25,805	22,33	-	10,93	15,64	24,26	25,82	71,36
Agosto	25,795	24,08	24,7	25,52	24,86	24,26	25,82	71,12
Setembro	25,855	24,18	24,74	25,67	24,91	24,3	25,84	71,22
Outubro	26,045	24,66	24,75	25,67	24,98	24,72	25,83	71,25
Novembro	25,925	24,06	24,88	25,67	25,03	24,72	25,85	68,71
Dezembro	-	-	-	-	-	-	-	-

Mês/2019	PZJA01	PZJA02	PZJA03	PZJA04	PZJA05	PZJA06	PZJA07	PZJAP01
Médio	**25,8**	**22,62**	**22,23**	**15,76**	**17,43**	**24,86**	**25,83**	**71,5**
Mínimo	**25,62**	**18,37**	**18,2**	**8,17**	**12,06**	**24,26**	**25,75**	**68,71**
Máximo	**26,04**	**24,66**	**24,88**	**25,67**	**25,03**	**25,28**	**25,87**	**72,61**
Variação	**0,42**	**6,29**	**6,68**	**17,5**	**12,97**	**1,02**	**0,12**	**3,9**

Fonte: MRN, 2019.

Tabela 7.2-21. Leitura dos níveis de água subterrânea no platô Jamari em 2020.

Mês/2020	PZJA01	PZJA02	PZJA03	PZJA04	PZJA05	PZJA06	PZJA07	PZJAP01
Janeiro	25,63	24,06	25,68	14,85	13,56	25,18	25,79	68,13
Fevereiro	24,78	24,06	24,68	14,83	24,99	25,18	25,79	68,03
Março(1)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Abril(1)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Maio(1)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Junho(1)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Julho(1)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Agosto(1)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Setembro(1)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Outubro(1)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Novembro(1)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Dezembro(1)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Médio	**25,20**	**24,06**	**25,18**	**14,84**	**19,275**	**25,18**	**25,79**	**68,08**
Mínimo	**24,78**	**24,06**	**24,68**	**14,83**	**13,56**	**25,18**	**25,79**	**68,03**
Máximo	**25,63**	**24,06**	**25,68**	**14,85**	**24,99**	**25,18**	**25,79**	**68,13**
Variação	**0,85**	**0**	**1**	**0,02**	**11,43**	**0**	**0**	**0,1**

Fonte: MRN, 2021
Legenda: NA - Não Analisado; (1) sem análise devido a pandemia de Covid-19.

As figuras a seguir mostram as variações do nível de água subterrânea em comparação com a pluviometria do platô Monte Branco. Este platô foi escolhido para comparação, por apresentar dados de monitoramento meteorológico além de estar localizado próximo ao platô Jamari.

Para o ano de 2017 (**Figura 7.2-265**) o nível da água subterrânea para o piezômetro profundo manteve-se próximo a 70 m, enquanto os piezômetros rasos mantiveram o nível entre 10 e 21 m. A redução da pluviometria entre março e abril ocorreu devido à falta de medição por problema no equipamento. Na Figura 7.2-166**Figura 7.2-266** são apresentados os dados para o ano de 2018, e o nível da água subterrânea manteve a tendência observada no ano anterior.

Em 2019 (**Figura 7.2-267**), os piezômetros rasos apresentaram leve aumento no nível da água subterrânea, ficando entre 8 e 25,6 m. No mês de dezembro não ocorreu medição. Para o ano

de 2020 (**Figura 7.2-268)** as medições do nível da água ocorreram entre janeiro e fevereiro, e foram paralisadas devido à pandemia de Covid-19.

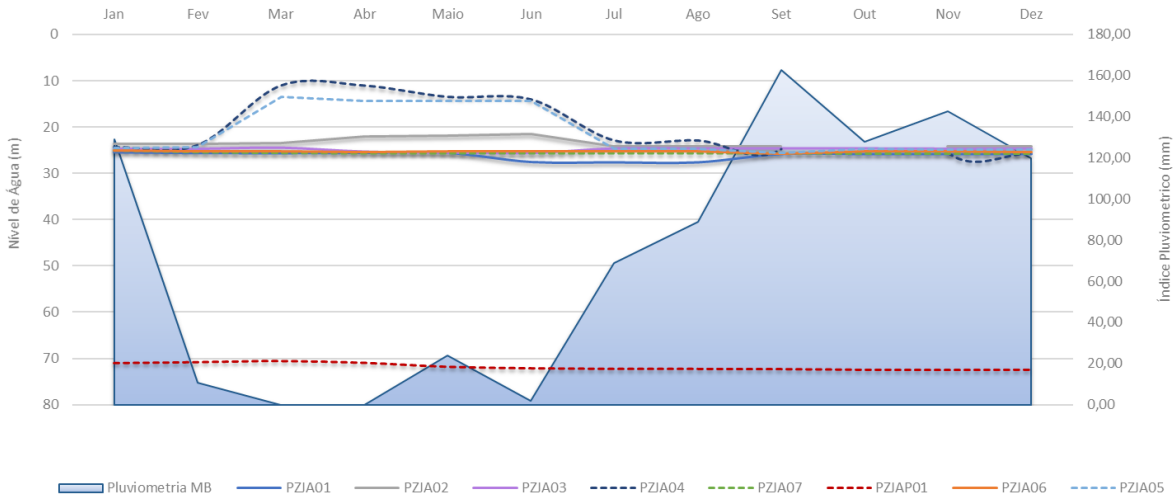


Figura 7.2-265. Variação do nível de água x pluviometria no platô Jamari em 2017.
Legenda: as linhas descontínuas refletem os períodos em que não foi possível obter a medição.

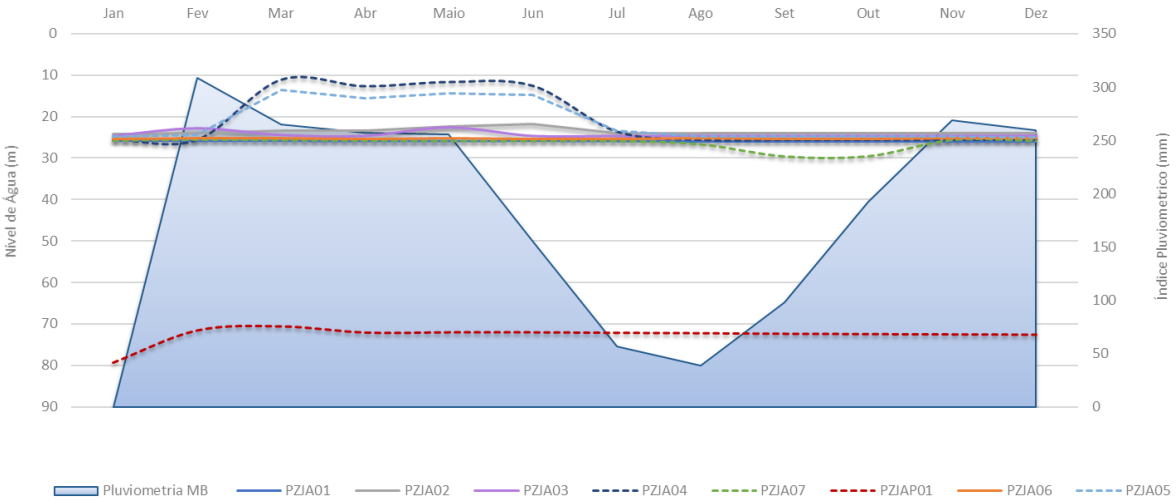


Figura 7.2-266. Variação do nível de água x pluviometria no platô Jamari em 2018.

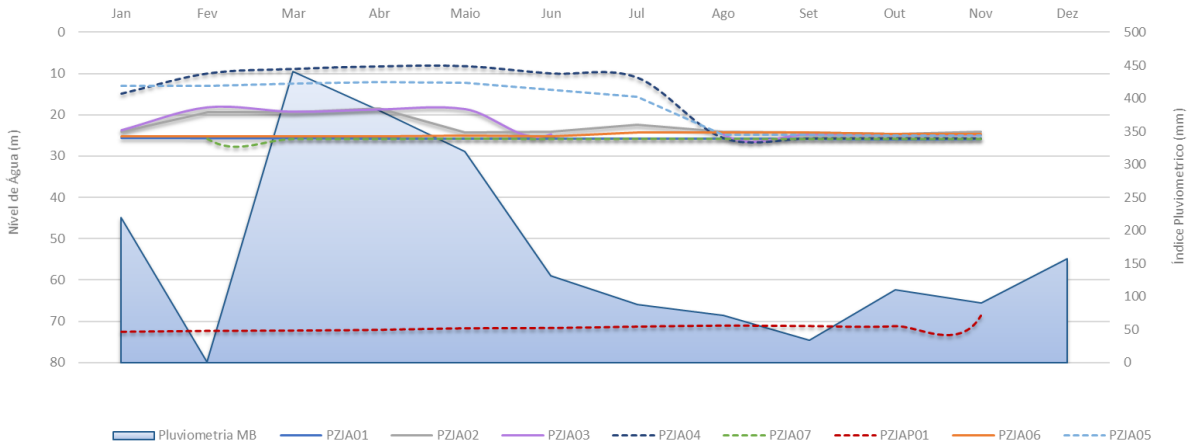


Figura 7.2-267. Variação do nível de água x pluviometria no platô Jamari em 2019.

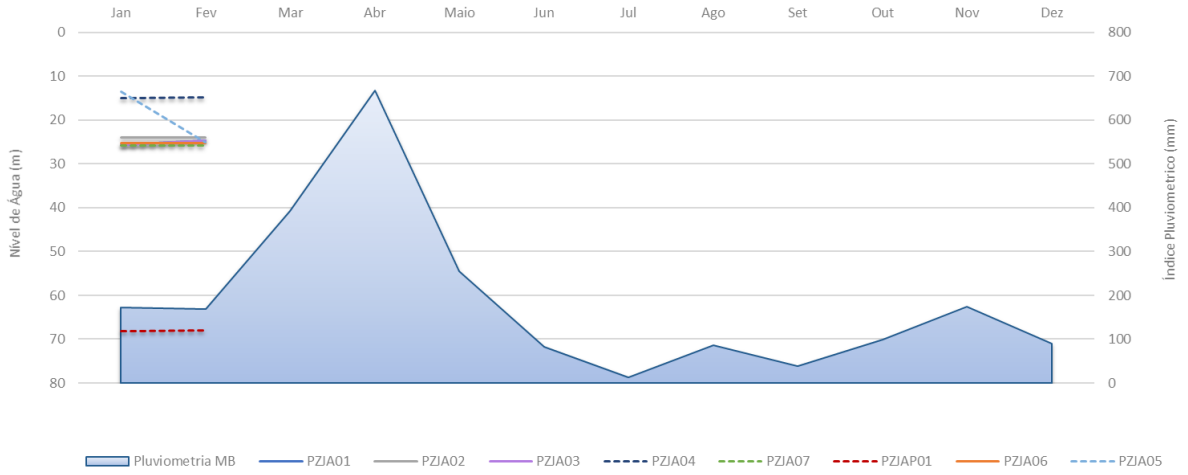


Figura 7.2-268. Variação do nível de água x pluviometria no platô Jamari em 2020.

Platô Rebolado

Conforme apresentado no Estudo Hidrológico e Hidrogeológico – Captação Água Subterrânea Projeto Conceitual desenvolvido pela HATCH (2019), no platô Rebolado, foram instalados 06 piezômetros rasos (PZRB1 a PZRB06) com 26 metros de profundidade e 01 piezômetro profundo (PZRB03) à 102 m de profundidade. As coordenadas geográficas e profundidades dos piezômetros são apresentadas no **Quadro 7.2-59.**

Quadro 7.2-59. Coordenadas pontos de monitoramento do nível d'água dos piezômetros, Platô Rebolado.

Piezômetro	Coordenadas UTM Fuso 21 S		Profundidade	Platô
	UTM X	UTM Y	(m)	
PZRB01	542369,1	9818739	26	Rebolado
PZRB02	541561,7	9821538	26	Rebolado
PZRB03	538164,8	9817539	26	Rebolado
PZRB04	537362,9	9812939	26	Rebolado
PZRB05	534098,7	9814088	26	Rebolado
PZRB06	533531	9820996	26	Rebolado
PZRBP3	538163,7	9817539	102	Rebolado

Fonte: MRN, 2019.

Os dados de monitoramento do nível de água dos piezômetros no ano de 2017 são apresentados na tabela abaixo, onde se observa o nível de água do aquífero superficial a profundidades médias variáveis de 25,19 m a 25,73 m e o aquífero profundo a profundidades variáveis de 77,81 m a 79,15 m, uma variação pouco expressiva para ambos (**Tabela 7.2-22**).

Para o ano de 2018, os dados obtidos com monitoramento do nível de água dos piezômetros indicaram que o aquífero superficial apresentou variação na profundidade média entre 19,73 m e 25,82 m. Enquanto no aquífero profundo, a profundidade do nível de água variou de 77,66 m a 78,50 m (**Tabela 7.2-23**).

Os dados de monitoramento do nível de água dos piezômetros para o ano de 2019 são apresentados na tabela abaixo, onde se observa o nível de água do aquífero superficial a profundidades médias variáveis de 24,13 m a 25,74 m, uma variação pouco expressiva (**Tabela 7.2-24).**

Os dados de monitoramento do nível da água dos piezômetros em 2020 (**Tabela 7.2-22**) indicaram a manutenção valores médios para o monitoramento dos piezômetros rasos. Nos meses de março, setembro e outubro não houve análise devido à Covid-19 ou paralisação da empresa contratada.

Tabela 7.2-22. Leitura dos níveis de água subterrânea no platô Rebolado em 2017.

Mês/2017	PZRB01	PZRB02	PZRB03	PZRB04	PZRB05	PZRB06	PZRBP03
Janeiro	25,12	25,24	25,65	25,02	24,95	24,5	79,15
Fevereiro	25,52	25,28	25,67	25,53	25,6	24,78	77,81
Março	25,67	25,57	25,67	25,72	25,68	25,66	77,98
Abril	25,67	25,54	25,67	25,72	25,67	25,5	78,05
Maio	25,55	25,53	25,67	25,66	25,61	24,26	78,1

Mês/2017	PZRB01	PZRB02	PZRB03	PZRB04	PZRB05	PZRB06	PZRBP03
Junho	25,67	25,7	25,77	25,72	25,73	25,66	78,01
Julho	25,69	25,57	25,77	25,72	25,73	25,66	77,98
Agosto	25,69	25,61	25,77	25,74	25,69	25,73	77,97
Setembro	25,67	25,7	25,77	25,72	25,73	25,73	78,03
Outubro	25,67	25,7	25,77	25,74	25,7	25,77	78,06
Novembro	25,67	25,73	25,77	25,75	25,73	25,77	78,2
Dezembro	25,67	25,69	25,77	25,75	25,72	25,78	78,22
Médio	**25,61**	**25,57**	**25,73**	**25,65**	**25,63**	**25,4**	**78,13**
Mínimo	**25,12**	**25,24**	**25,65**	**25,02**	**24,95**	**24,26**	**77,81**
Máximo	**25,69**	**25,73**	**25,77**	**25,75**	**25,73**	**25,78**	**79,15**
Variação	**0,57**	**0,49**	**0,12**	**0,73**	**0,78**	**1,52**	**1,34**

Fonte: MRN, 2017, in HATCH, 2019.

Tabela 7.2-23. Leitura dos níveis de água subterrânea no platô Rebolado em 2018.

Mês/2019	PZRB01	PZRB02	PZRB03	PZRB04	PZRB05	PZRB06	PZRBP03
Janeiro	25,67	25,73	25,78	25,76	25,69	25,77	78,32
Fevereiro	25,67	19,73	25,68	25,76	Acesso Interditado	Acesso Interditado	78,46
Março	25,67	25,07	25,67	25,72	25,69	25,66	78,49
Abril	25,67	25,73	25,77	25,77	25,69	25,72	78,5
Maio	25,69	25,67	25,77	25,76	25,7	23,97	78,35
Junho	25,63	25,44	25,77	25,76	25,69	25,82	78,27
Julho	25,69	25,8	25,77	25,76	25,69	24,79	78,02
Agosto	25,69	25,71	25,77	25,76	25,7	25,82	77,88
Setembro	25,66	25,7	25,76	25,76	25,7	25,82	77,81
Outubro	25,67	25,7	25,76	25,76	25,7	25,82	77,78
Novembro	25,67	25,7	25,74	25,72	25,7	25,66	77,87
Dezembro	25,67	25,7	25,74	25,72	25,71	25,66	77,66
Médio	**25,67**	**25,14**	**25,74**	**25,75**	**25,69**	**25,5**	**78,11**
Mínimo	**25,63**	**19,73**	**25,67**	**25,72**	**25,69**	**23,97**	**77,66**
Máximo	**25,69**	**25,8**	**25,78**	**25,77**	**25,71**	**25,82**	**78,5**
Variação	**0,06**	**6,07**	**0,11**	**0,05**	**0,02**	**1,85**	**0,84**

Fonte: MRN, 2018.

Tabela 7.2-24. Leitura dos níveis de água subterrânea no platô Rebolado em 2019.

Mês/2019	PZRB01	PZRB02	PZRB03	PZRB04	PZRB05	PZRB06	PZRBP03
Janeiro	25,4	25,83	25,67	25,72	25,73	25,66	77,44
Fevereiro	25,66	25,69	25,77	25,72	25,68	23,56	77,6
Março	25,67	25,7	25,76	25,72	25,62	23,38	77,49
Abril	25,67	25,7	25,67	25,72	25,57	24,03	77,22
Maio	25,69	25,75	25,74	25,72	24,86	24,04	76,82
Junho	25,77	25,75	25,73	25,72	25,62	Acesso Interditado	76,46
Julho	25,67	25,77	25,73	25,73	25,66	25,8	75,84
Agosto	25,67	25,72	25,74	25,75	25,67	25,81	75,1
Setembro	25,7	25,76	25,75	25,77	25,68	25,84	74,84
Outubro	25,73	25,74	24,86	25,78	25,67	25,76	74,52
Novembro	25,65	25,79	25,77	25,77	25,69	25,8	74,44
Dezembro	-	-	-	-	-	-	-
Médio	**25,66**	**25,75**	**25,65**	**25,74**	**25,59**	**24,97**	**76,16**
Mínimo	**25,4**	**25,69**	**24,86**	**25,72**	**24,86**	**23,38**	**74,44**
Máximo	**25,77**	**25,83**	**25,77**	**25,78**	**25,73**	**25,84**	**77,6**
Variação	**0,37**	**0,14**	**0,91**	**0,06**	**0,87**	**2,46**	**3,16**

Fonte: MRN, 2019

Tabela 7.2-25. Leitura dos níveis de água subterrânea no platô Rebolado em 2020.

Mês/2020	PZRB01	PZRB02	PZRB03	PZRB04	PZRB05	PZRB06	PZRBP03
Janeiro	25,67	25,74	25,76	25,72	25,68	25,8	74,74
Fevereiro	25,67	25,72	25,77	25,74	25,7	25,85	74,79
Março(1)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Abril	25,67	25,74	25,77	25,7	25,73	25,8	75,23
Maio	25,72	25,7	24,77	NA	NA	NA	75,47
Junho	25,7	25,77	25,67	24,88	23,3	25,66	75,36
Julho	25,67	25,76	25,75	25,72	25,65	25,16	75,31
Agosto	25,78	25,8	25,74	25,72	25,63	25,27	75,35
Setembro(2)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Outubro(2)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Novembro	25,67	25,77	25,71	25,71	24,79	25,81	75,43
Dezembro	25,67	25,76	25,77	25,71	24,78	25,82	75,39
Médio	**25,69**	**25,75**	**25,63**	**25,61**	**25,16**	**25,65**	**75,23**
Mínimo	**25,67**	**25,70**	**24,77**	**24,88**	**23,30**	**25,16**	**74,74**
Máximo	**25,78**	**25,80**	**25,77**	**25,74**	**25,73**	**25,85**	**75,47**

Variação	**0,11**	**0,10**	**1,00**	**0,86**	**2,43**	**0,69**	**0,73**

Fonte: MRN, 2021
Legenda: NA - Não Analisado; (1) sem análise devido a pandemia de Covid-19; (2) sem análise devido a paralisação das atividades da empresa contratada

As figuras a seguir mostram as variações do nível de água subterrânea em comparação com a pluviometria do platô Monte Branco. Este platô foi escolhido para comparação, por apresentar dados de monitoramento meteorológico além de estar localizado próximo ao platô Rebolado.

Na **Figura 7.2-269** verifica-se que o monitoramento dos piezômetros rasos indicou que o nível de água se manteve próximo a 25 m, enquanto para o piezômetro profundo o nível da água se manteve próximo a 78 m. Nos meses de março e abril não ocorreu medição da pluviometria por problemas no equipamento.

Para o ano de 2018 (**Figura 7.2-270**), o monitoramento dos piezômetros rasos indicou que o nível de água se manteve próximo a 25 m, e no piezômetro profundo o nível da água se manteve próximo a 78 m. O pico apresentado no mês de fevereiro reflete a ausência de análise por problemas de acesso à área dos poços PZRB05 e PZRB06.

Em 2019 (**Figura 7.2-271**), os piezômetros rasos mantiveram a tendência observada anteriormente. O piezômetro profundo apresentou leve variação, a partir do mês de junho chegando a 74 m em novembro. Para o mês de dezembro não foram realizadas medições.

Para 2020 (**Figura 7.2-272**), o monitoramento do piezômetro profundo indicou uma redução no nível da água em relação ao que era observado nos anos anteriores. Os picos observados nos meses de março, maio, setembro e outubro refletem a ausência de análise devido as paralizações pela pandemia de Covid-19.

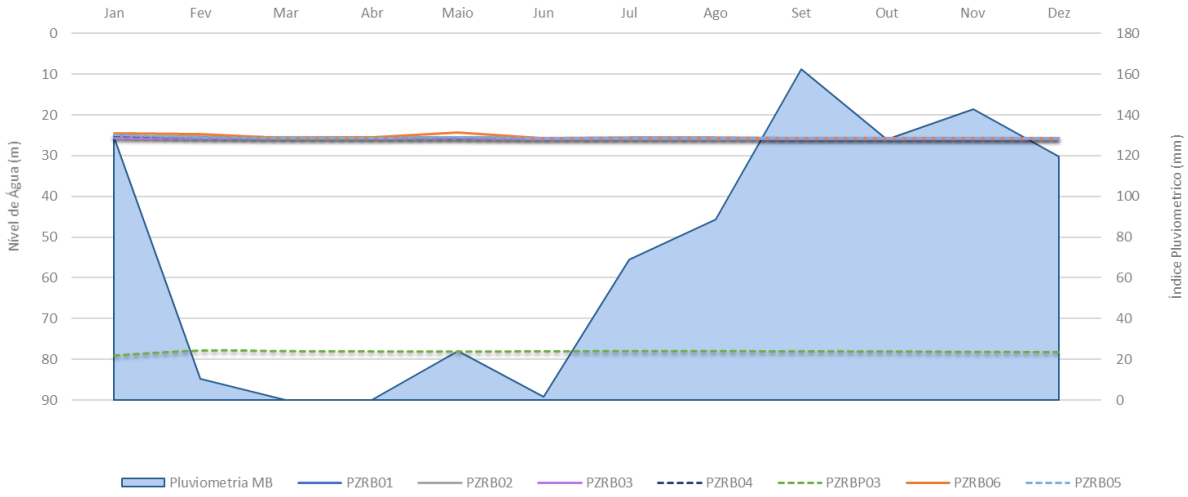


Figura 7.2-269. Variação do nível de água x pluviometria no platô Rebolado em 2017.
Fonte: MRN, 2017

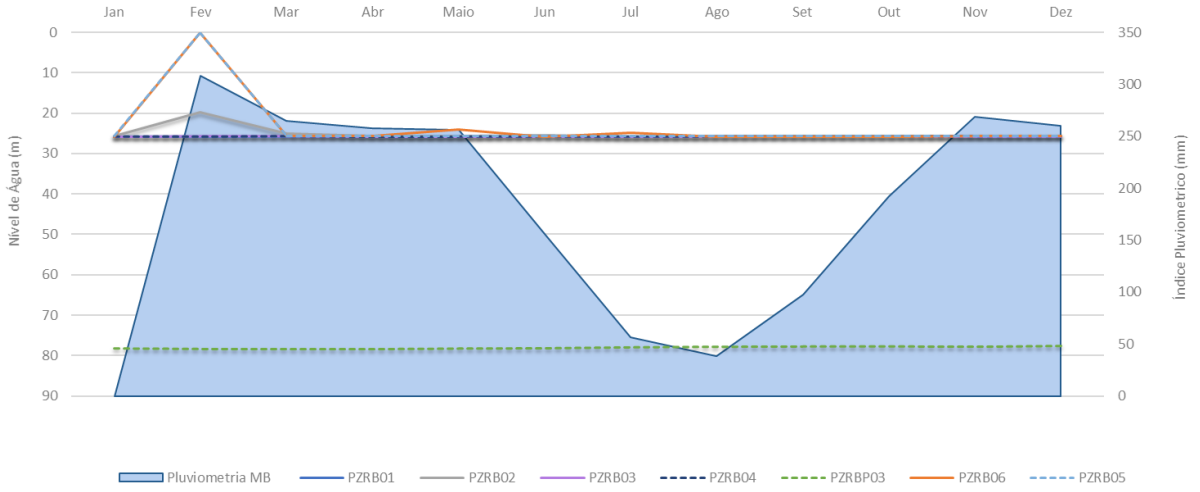


Figura 7.2-270. Variação do nível de água x pluviometria no platô Rebolado em 2018.
Fonte: MRN, 2018.

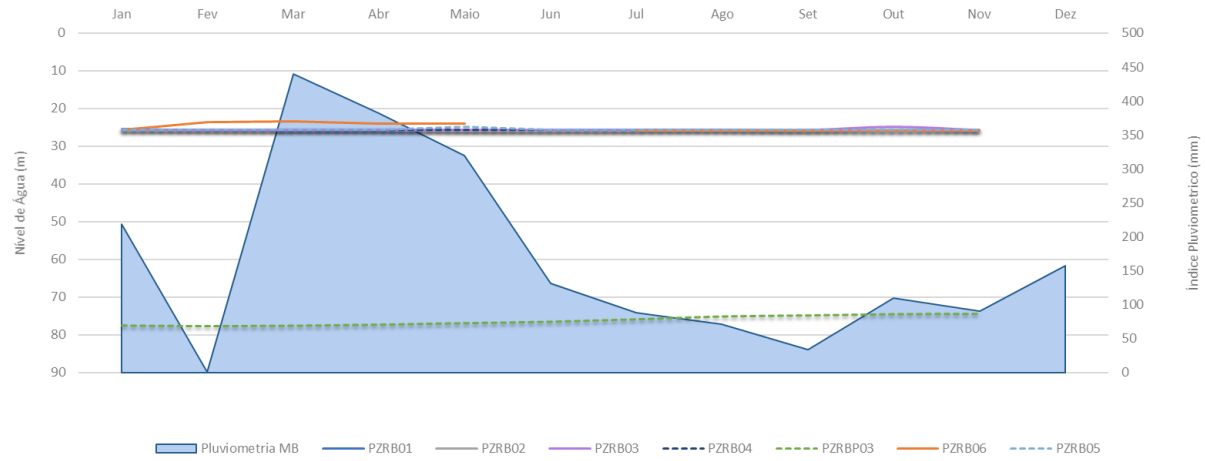


Figura 7.2-271. Variação do nível de água x pluviometria no platô Rebolado em 2019.
Nota: as linhas descontínuas refletem os períodos em que não foi possível obter a medição.
Fonte: MRN, 2019

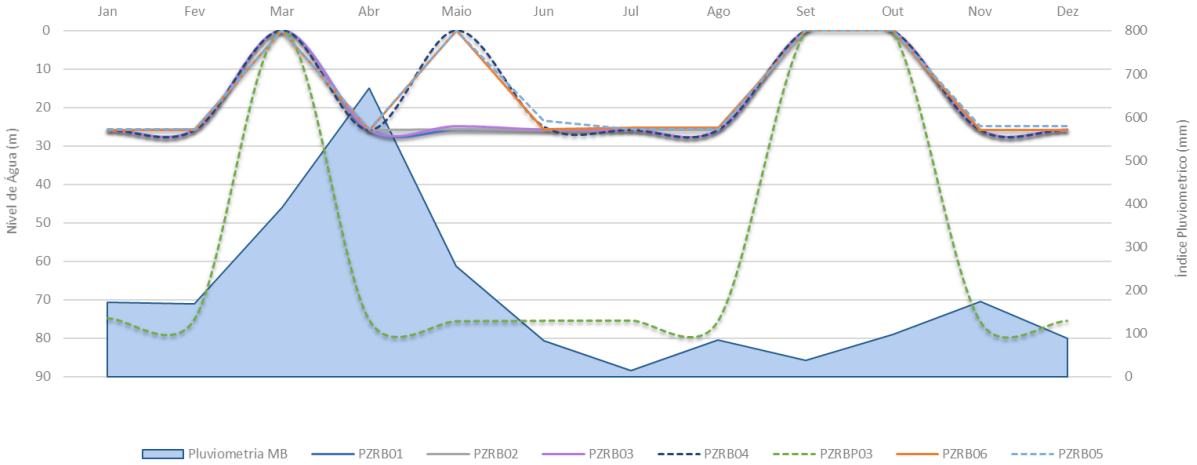


Figura 7.2-272. Variação do nível de água x pluviometria no platô Rebolado em 2020.
Fonte: MRN, 2021

Platô Escalante

No platô Escalante, conforme as Medições do Nível da Água 2019 (MRN, 2019), foram instalados 04 piezômetros rasos (PZES01 a PZRB04) com 26 metros de profundidade e 01 piezômetro profundo (PZES01) à 102 m de profundidade. As coordenadas geográficas e profundidades dos piezômetros são apresentadas no **Quadro 7.2-60.**

Quadro 7.2-60. Coordenadas pontos de monitoramento do nível d'água dos piezômetros, Platô Escalante.

Piezômetro	Coordenadas UTM Fuso 21 S		Profundidade (m)	Platô
	UTM X	UTM Y		
PZES1	549832	9814798	26	Escalante
PZES2	548421	9814589	26	Escalante
PZES3	545600	9815382	26	Escalante
PZES4	544215	9815198	26	Escalante
PZESP1	546211	9815658	102	Escalante

Fonte: MRN, 2019.

Os dados de monitoramento do nível de água dos piezômetros referentes ao ano de 2018 são apresentados na **Tabela 7.2-26** (MRN, 2018), sendo observado o comportamento do nível de água do aquífero superficial a profundidades médias entre 25,73 m a 25,83 m. Todos os piezômetros apresentaram variações pouco expressivas, menores do que 0,5 m, incluindo o PZESP01, referente ao aquífero profundo, com leituras de 50,94 a 51,36 metros, representando variação de 0,42 m.

Os dados de monitoramento do nível de água dos piezômetros referentes ao ano de 2019 são apresentados na **Tabela 7.2-27** (MRN, 2019), onde se observa o nível de água do aquífero superficial a profundidades médias entre 25,14 m a 25,71 m. O piezômetro PZES01 apresentou 6,1 m de variação, a maior dentre os piezômetros rasos, enquanto o piezômetro profundo apresentou leitura de diferentes profundidades do nível d'água, com menor leitura de 43,75 m e maior de 51,40 m, correspondendo a uma variação de 7,65 m.

Os dados de monitoramento do nível de água dos piezômetros referentes ao ano de 2019 são apresentados na **Tabela 7.2-28**. Se observa que o nível de água do aquífero superficial variou entre 25, 46 m e 26,03 m, enquanto o aquífero profundo apresentou valores variando entre 46, 38 m e 47,91 m. Para os meses de março, setembro e outubro não ocorreu medição devido a pandemia de Covid-19.

Tabela 7.2-26. Leitura dos níveis de água subterrânea no platô Escalante em 2018.

Mês/2018	PZES01	PZES02	PZES03	PZES04	PZESP01
Janeiro	25,76	25,73	25,85	25,82	50,94
Fevereiro	25,74	25,73	25,77	25,84	51,1
Março	25,74	25,73	25,77	25,84	51,15
Abril	25,75	25,73	25,86	25,85	51,21
Maio	25,75	25,73	25,85	25,84	51,31
Junho	25,75	25,73	25,84	25,84	51,36
Julho	25,75	25,73	25,82	25,78	51,31
Agosto	25,75	25,73	25,83	25,83	51,29
Setembro	25,75	25,73	25,77	25,84	51,25
Outubro	25,76	25,73	25,77	25,84	51,27
Novembro	25,76	25,73	25,77	25,84	51,32
Dezembro	25,76	25,73	25,77	25,76	51,34
Médio	**25,75**	**25,73**	**25,81**	**25,83**	**51,24**
Mínimo	**25,74**	**25,73**	**25,77**	**25,76**	**50,94**
Máximo	**25,76**	**25,73**	**25,86**	**25,85**	**51,36**
Variação	**0,02**	**0**	**0,09**	**0,09**	**0,42**

Fonte: MRN, 2018.

Tabela 7.2-27. Leitura dos níveis de água subterrânea no platô Escalante em 2019.

Mês/2019	PZES01	PZES02	PZES03	PZES04	PZESP01
Janeiro	25,76	25,48	25,77	25,76	51,37
Fevereiro	25,61	25,73	25,84	25,76	51,4
Março	25,65	25,73	25,77	25,74	51,36
Abril	25,59	25,7	25,74	25,02	51,07

Mês/2019	PZES01	PZES02	PZES03	PZES04	PZESP01
Maio	25,86	25,73	23.94	25,74	50,45
Junho	19,76	25,73	25,8	25,76	49,22
Julho	25,35	25,73	25,81	25,75	43,75
Agosto	25,48	25,73	25,77	25,74	46,83
Setembro	25,56	25,73	25,79	25,76	46,69
Outubro	25,6	25,73	25,79	25,76	47,07
Novembro	25,74	25,73	25,81	25,72	46,9
Dezembro	25,75	25,75	25,77	25,74	46,92
Médio	**25,14**	**25,71**	**25,63**	**25,69**	**48,59**
Mínimo	**19,76**	**25,48**	**23,94**	**25,02**	**43,75**
Máximo	**25,86**	**25,75**	**25,84**	**25,76**	**51,4**
Variação	**6,1**	**0,27**	**1,9**	**0,74**	**7,65**

Fonte: MRN, 2019.

Tabela 7.2-28. Leitura dos níveis de água subterrânea no platô Escalante em 2020.

Mês/2020	PZES01	PZES02	PZES03	PZES04	PZESP01
Janeiro	25,73	25,73	25,81	25,74	47,44
Fevereiro	25,5	25,87	25,87	25,76	47,52
Março(1)	NA	NA	NA	NA	NA
Abril	25,48	25,73	25,77	25,69	47,89
Maio	25,48	25,73	25,77	25,74	47,91
Junho	25,73	25,73	25,72	25,74	47,61
Julho	25,62	25,73	25,77	25,78	47,3
Agosto	25,66	26,03	25,93	25,9	47,32
Setembro(2)	NA	NA	NA	NA	NA
Outubro(2)	NA	NA	NA	NA	NA
Novembro	25,68	25,75	25,83	25,66	46,38
Dezembro	25,46	25,73	25,85	25,78	46,46
Médio	**25,59**	**25,78**	**25,81**	**25,75**	**47,31**
Mínimo	**25,46**	**25,73**	**25,72**	**25,66**	**46,38**
Máximo	**25,73**	**26,03**	**25,93**	**25,90**	**47,91**

Variação	**0,27**	**0,30**	**0,21**	**0,24**	**1,53**

Fonte: MRN, 2021.
Legenda: NA - Não Analisado; (1) sem análise devido a pandemia de Covid-19, (2) sem análise devido a paralisação das atividades da empresa contratada.

A **Figura 7.2-273** apresenta o gráfico com a variação do nível da água nos piezômetros e a pluviometria para o platô Monte Branco. No aquífero profundo, a profundidade do nível da água apresentou profundidade média de 51,24 m. Para os aquíferos rasos, a profundidade variou entre 25,74 e 25,86 m.

Para 2019 (**Figura 7.2-274**), o piezômetro raso PZES01 apresentou variação em relação ao ano anterior, apresentando profundidade de 19,76 m em junho. O piezômetro profundo, também variou apresentando profundidade entre 43,75 e 48,59 m.

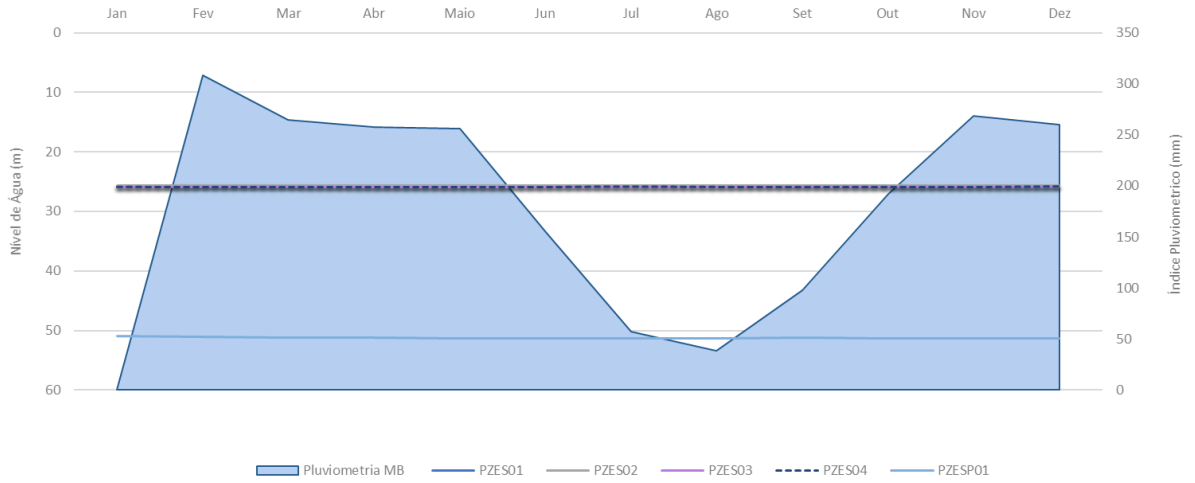


Figura 7.2-273. Variação do nível de água x pluviometria no platô Escalante em 2018.
Fonte: MRN, 2018.

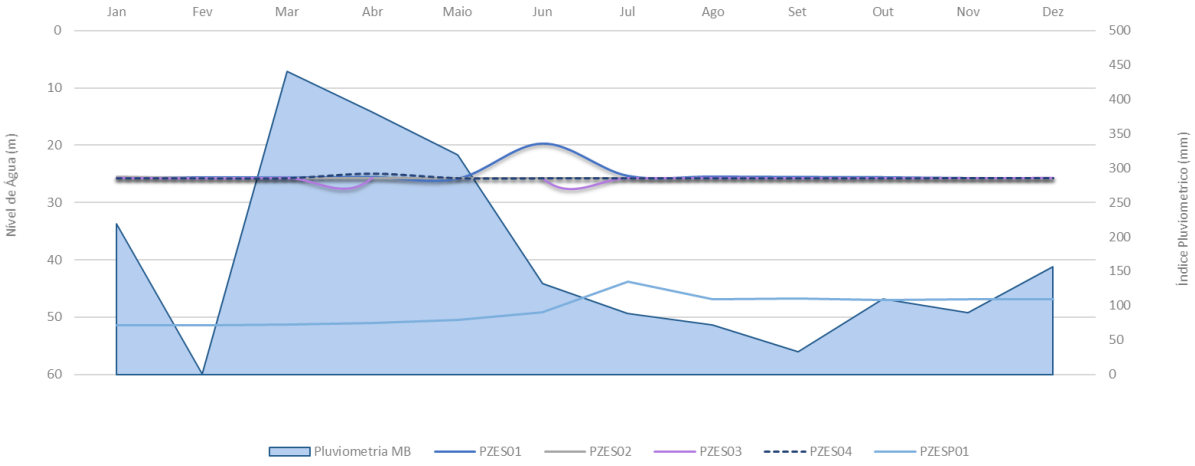


Figura 7.2-274. Variação do nível de água x pluviometria no platô Escalante em 2019.
Fonte: MRN, 2019.

Em 2020 (**Figura 7.2-275**), o a profundidade do nível da água subterrâneo no piezômetro profundo ficou em aproximadamente 47 m no primeiro semestre do ano. Já os piezômetros rasos indicaram a tendencia observada anteriormente, mantendo a profundidade média em 25m. Os picos observados em março, setembro e outubro refletem a ausência de análise devido as paralizações pela pandemia de Covid-19.

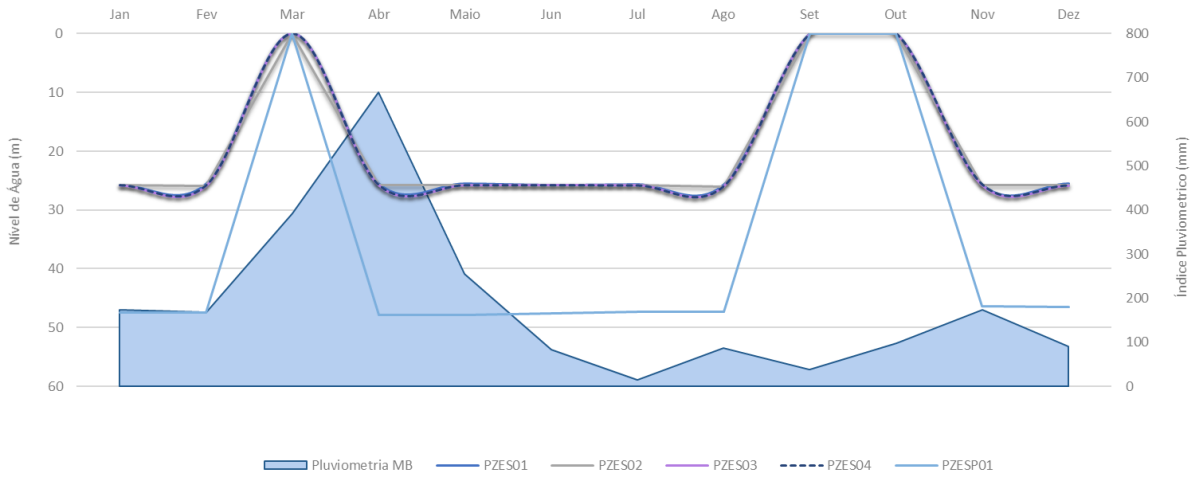


Figura 7.2-275. Variação do nível de água x pluviometria no platô Escalante em 2020.
Legenda: nos meses de março, setembro e outubro, não foi possível realizar medição.

Síntese do Monitoramento Piezômetros e Curva Equipotencial

O **Quadro 7.2-61** abaixo resume os dados de monitoramento dos platôs objeto de estudo e dos platôs mais próximos a estes. Excetuando-se Saracá, jazida lavrada e ora utilizada como Sistema de Rejeitos, e discrepâncias pontuais que possivelmente se relacionam a lentes pouco permeáveis de aquitardes localizados, conclui-se por profundidades muito semelhantes tanto dos aquíferos superficiais quanto dos aquíferos profundos entre os platôs em exploração e os platôs naturais da Zona Central e Oeste.

Os resultados dos monitoramentos indicam que a zona não saturada apresenta características distintas para cada platô, com grande variação de espessuras conforme indicado no **Quadro 7.2-61**. Segundo as medições de nível d'água, os platôs Rebolado e Escalante indicaram a maior espessura de zona não saturada, que variaram, respectivamente, entre 19,73 a 25,83 m e 19,76 a 25,86. Os platôs com zona saturada menos espessa são os platôs Saracá e Jamari, respectivamente com espessuras entre, 5,02 m a 26,17m e 8,17 m a 29,67 m. O material que compõe a zona não saturada pode representar diferentes litologias, o que resulta nas diferentes espessuras encontradas, indo em consonância com os perfis geológicos apresentados no item **Geologia**, no Capítulo de **Diagnóstico Ambiental do Meio Físico**.

Deve-se ainda considerar, conforme já comentado, que estas diferenças se devem principalmente pelas diferenças altimétricas entre os platôs considerados.

A profundidade dos aquíferos profundos é coerente com o nível estático dos poços tubulares profundos existentes, que se situam entre 60,40 m e 87,00 m de profundidade.

Quadro 7.2-61. Resumo do monitoramento dos piezômetros.

Platô	Profundidade aquífero superficial (m)	Profundidade aquífero profundo (m)	Profundidade dos piezômetros (m)
Monte Branco	15,58 a 25,76	60,49 a 81,07	26 /102
Teófilo	16,57 a 25,75	65,8 a 82,68	26 / 102
Saracá	5,02 a 26,17	56,56 a 64,75	15,1 a 26,17
			102 a 104
Jamari	8,17 a 29,67	68,71 a 79,32	25 /104
Rebolado	19,73 a 25,83	76,46 a 79,15	26 /102
Escalante	19,76 a 25,86	43,75 a 51,4	102

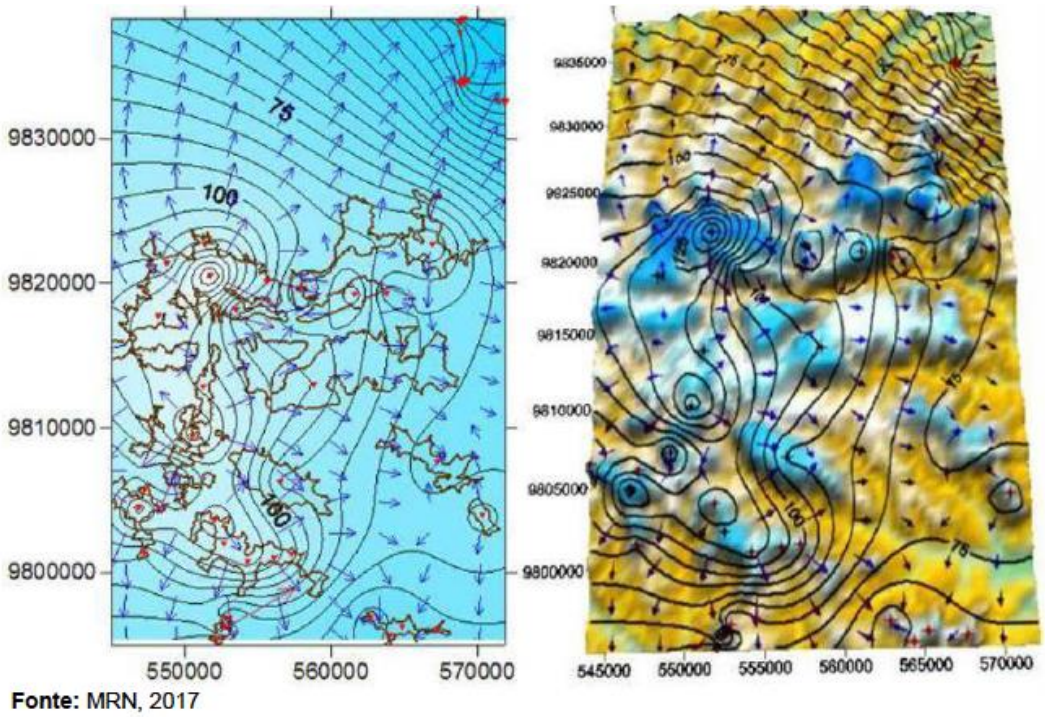
Fonte: Arcadis, 2021.

O monitoramento hídrico, feito pela leitura mensal dos piezômetros (MRN, 2018a), permitiu estabelecer as curvas equipotenciais (**Figura 7.2-276**) do aquífero superficial da região abrangida pelos platôs Bela Cruz, Teófilo, Cipó, Escalante, Monte Branco, Aviso e Saracá.

De acordo com a caracterização hidrogeológica, a direção de fluxo preferencial da água subterrânea é condicionada pela diferença de permeabilidade entre as diversas litologias, promovendo fluxos de maneira radial, do centro do platô para as encostas. Os principais locais de descarga são os igarapés circunvizinhos e as surgências d'água nas vertentes dos platôs alimentados por fluxos basais.

Para o contexto das minas, a MRN (2018a) indica o modelo das curvas equipotenciais indicados na **Figura 7.2-276**, considerando os platôs da Zona Leste. Buscando complementar esses dados para os platôs do PNM. Foi desenvolvida a modelagem das superfícies equipotenciais a partir dos dados de monitoramento da MRN (2018), apresentadas na **Figura 7.2-277**. Esse ano amostral apresentou o maior número de piezômetros ativos, logo maior volume de informação. Também foram considerados para a elaboração das superfícies equipotenciais os pontos de monitoramento de águas superficiais, definidos como pontos de descarga, juntamente com a rede de drenagens da região.

Desse modo, a **Figura 7.2-277** apresenta o comportamento hidrogeológico conceitual das superfícies equipotenciais dos aquíferos rasos no contexto da AE, as características intrínsecas aos materiais geológicos, como transmissividade, porosidade específica e condutividade hidráulicas não são considerados nesse modelo que visa apresentar o comportamento em escala regional. Sendo assim, verifica-se um padrão de fluxo radial das superfícies equipotenciais dos aquíferos rasos, ocorrendo preferencialmente em direção às principais zonas de descarga regional, caracterizadas pelos Rios Trombetas (a Norte), Nhamundá (a Sul) e a confluência entre os rios Trombetas com o Amazonas (a Leste).



Fonte: MRN, 2017

Figura 7.2-276. Curvas equipotenciais e direção de fluxo da região das minas.
Fonte: MRN, 2017 in MRN, 2018a.

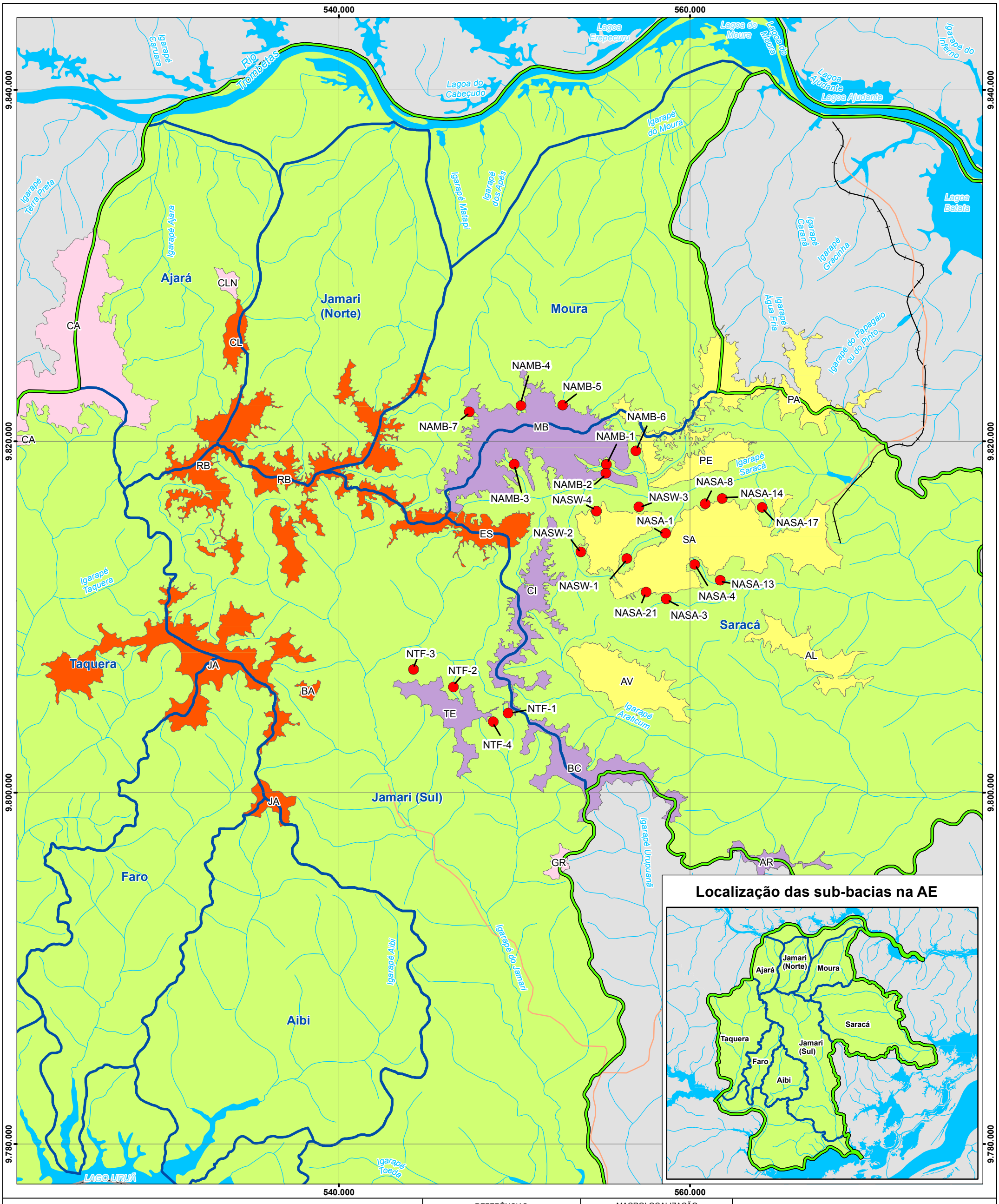
Figura 7.2-277. Superfícies Equipotenciais dos Aquíferos Rasos.

c) Qualidade da Água de Nascentes

Os dados apresentados nos itens subsequentes foram selecionados em função da disponibilidade dos dados de monitoramento da MRN e em função da localização destes. Tendo em vista a indisponibilidade de dados nos platôs objeto de licenciamento, são considerados os dados para o platô Monte Branco, Saracá e Teófilo, por conta da proximidade para com os platôs objeto deste estudo.

A qualidade da água das nascentes no entorno dos platôs Monte Branco, Teófilo e Saracá foi avaliada de acordo com o valor máximo permitido (VMP) estabelecido na Resolução Conama 357/2005 para água doce de classe 1. Ao todo, foram selecionadas as 23 nascentes que compreendem a rede de amostragem realizada pela MRN.

FORMATO: A3



Localização das sub-bacias na AE

Referência Locacional
- Sede Municipal
- Limite Estadual

Hidrografia
- Cursos d'água
- Massa d'água
- Sub-Bacias Hidrográficas

Sistema de Transporte
- Rodoviário
- Ferroviário

Área de Estudo
- Meio Físico e Biótico

Platôs
- Objeto do PNM
- Em Operação
- Exauridos
- Demais Platôs

Nascentes Monitoradas
- Localização

Platôs - Siglas
AL - Almeidas
AR - Aramã
AT - Avertano
AV - Aviso
BA - Barone
BC - Bela Cruz
CI - Cipó
CA - Cruz Alta
CL - Cruz Alta Leste
CLN - Cruz Alta Leste Norte
ES - Escalante
GR - Greigh
JA - Jamari
MB - Monte Branco
MO - Morcego
PA - Papagaio
PE - Periquito
RB - Rebolado
SA - Saracá
TE - Teófilo

REFERÊNCIAS

Fontes:
- IBGE, 2017.
- ARCADIS, 2019.
- MRN,2019.

N

0 0,751,5 3 4,5 6 Km

Sistema de Coordenadas UTM SIRGAS2000 F21S

MACROLOCALIZAÇÃO

Mineração Rio do Norte

ARCADIS

PROJETO:
EIA - PNM

MAPA:
Monitoramento da Qualidade da Água das Nascentes

ELABORADO POR:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
ARCADIS S.A.	1:200.000	Única	26/10/2021

Figura 7.2-278. Mapa de localização dos pontos de monitoramentos da qualidade dás águas das nascentes dos Platôs Monte Branco, Teófilo e Saracá.

Platô Monte Branco

O **Quadro 7.2-61** apresenta as coordenadas geográficas dos pontos de monitoramento das nascentes do Platô Monte Branco. Observa-se na **Figura 7.2-279**, referente ao monitoramento do platô Monte Branco em 2018, as variações de concentração de alumínio. Conforme descrito no Relatório de Monitoramento Ambiental da Mineração Rio do Norte apresentado pela MRN (2018 e 2019), as nascentes NMB-04 e NMB-05 apresentaram valor de alumínio dissolvido acima do limite permitido nos meses, respectivamente, de janeiro e setembro, o que pode estar relacionado às características geoquímicas da região, rica em alumínio. Em 2020, conforme descrito no Relatório de Monitoramento Ambiental da Mineração Rio do Norte apresentado pela MRN, somente a nascente NAMB-7 apresentou valor de alumínio dissolvido acima do limite permitido no mês de setembro.

Quadro 7.2-62. Coordenadas dos pontos de monitoramento de nascentes, Platô Monte Branco.

Nascente	Coordenadas UTM Fuso 21 S		Platô
	UTM X	UTM Y	
NAMB-1	555238	9818689	Monte Branco
NAMB-2	555201	9818179	Monte Branco
NAMB-3	549981	9818695	Monte Branco
NAMB-4	550362	9822030	Monte Branco
NAMB-5	552748	9822055	Monte Branco
NAMB-6	556912	9819462	Monte Branco
NAMB-7	547421	9821681	Monte Branco

Fonte: MRN, 2019.

A **Figura 7.2-279** seguir apresentada as concentrações acima do valor máximo permitido para alumínio dissolvido. Grande parte dos parâmetros não apresentaram discordância dos valores de referência, exceto para o parâmetro pH, que em sua maior parte apresentou valores fora do limite estipulado, o que é coerente com as características geoquímicas das águas da região conforme indicado no Relatório de Monitoramento Ambiental da Mineração Rio do Norte apresentado pela (MRN, 2018a e 2019).

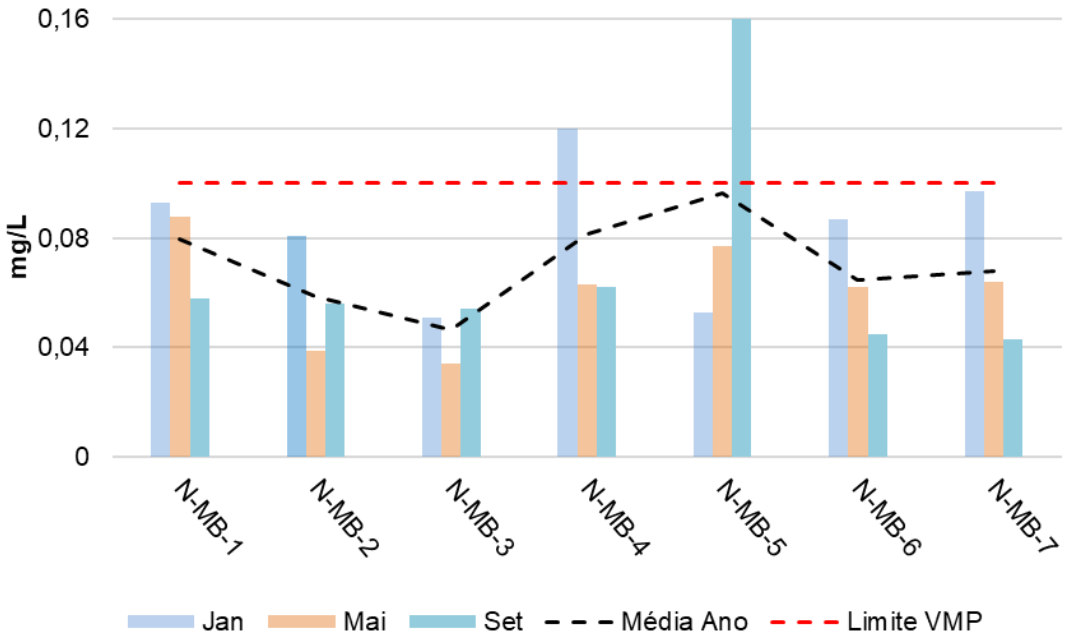


Figura 7.2-279. Variação de alumínio nas nascentes do platô Monte Branco em 2018.
Fonte: MRN, 2018.

Observa-se na **Figura 7.2-280**, referente ao monitoramento do platô Monte Branco em 2019 que a variação da concentração de alumínio nas nascentes NMB-02, NMB-03 e NMB-07 apresentaram valor de alumínio dissolvido acima do limite permitido apenas no mês de maio. Conforme indicado em MRN (2018b), este ponto não sofre influência direta do empreendimento, desse modo tais valores representam o background geoquímico.

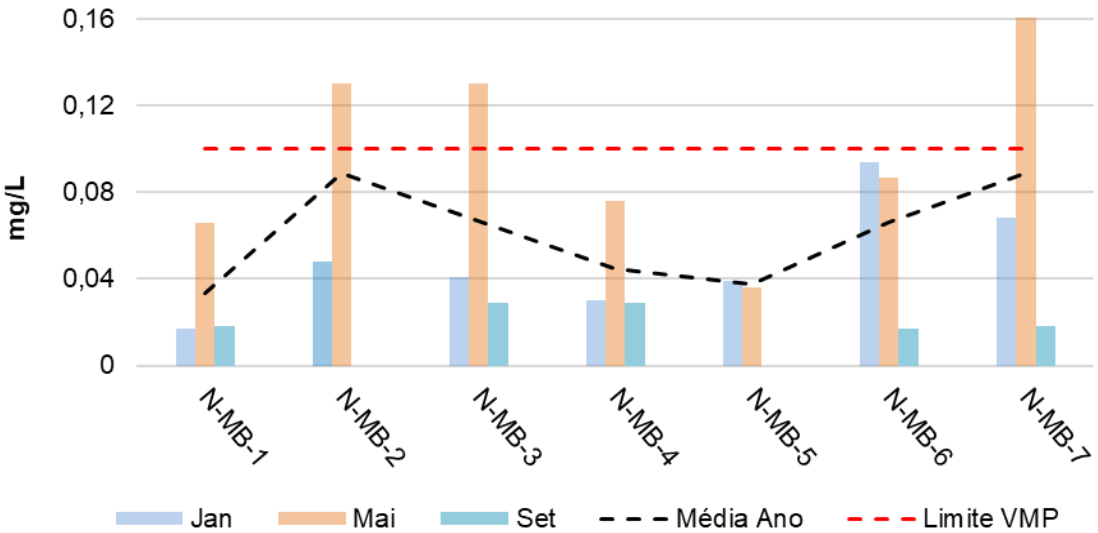


Figura 7.2-280. Variação de alumínio nas nascentes do platô Monte Branco em 2019.
Fonte: MRN, 2019.

Observa-se na **Figura 7.2-281**, referente ao monitoramento do platô Monte Branco em 2020 que a variação da concentração de alumínio na nascente NMB-07 apresentou valor de alumínio dissolvido acima do limite permitido no mês de setembro.

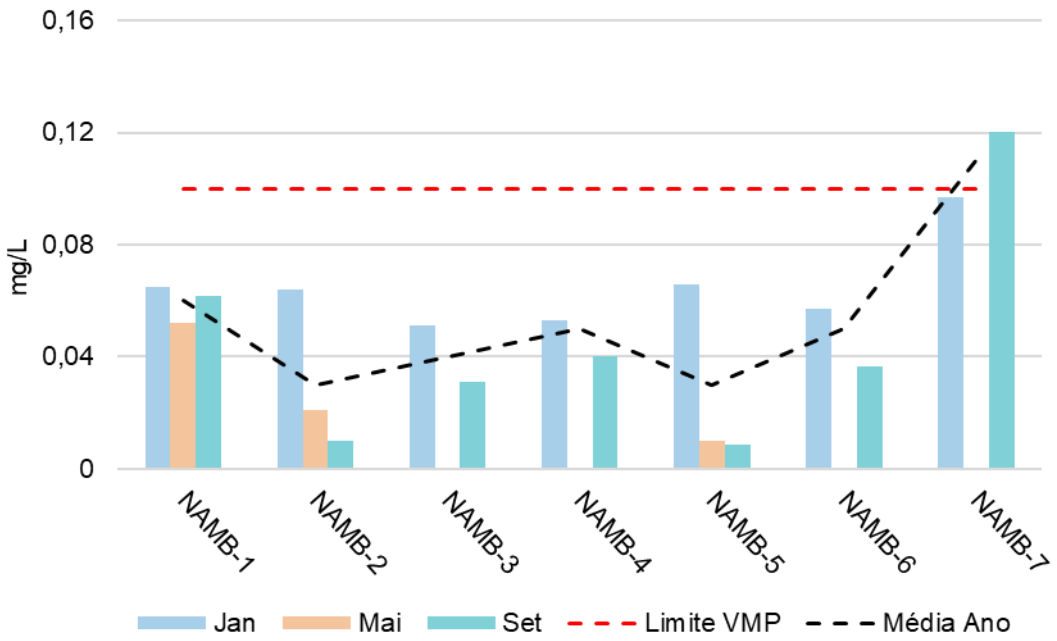


Figura 7.2-281. Variação de alumínio nas nascentes do platô Monte Branco em 2020.
Elaboração: Arcadis, 2021. Dados: MRN, 2020.

Além do alumínio dissolvido, outro parâmetro analisado também apresentou valores em discordância com o VMP, como foi o caso do pH. As **Figura 7.2-282**, **Figura 7.2-283 e Figura 7.2-284** apresentam a variação desses parâmetros, respectivamente, para os anos de 2018, 2019 e 2020.

Os dados referente ao ano de 2018 (**Figura 7.2-282**) indicaram pouca variação entre as nascentes monitoradas, sendo os menor valor de pH apresentado na nascente N-MB-06 (**Tabela 7.2-34**) no mês de maio com leitura de pH 4,83 e a maior leitura também realizada no mês de maio na nascente N-MB-2 (Tabela 7.2-30) com pH de 5,58.

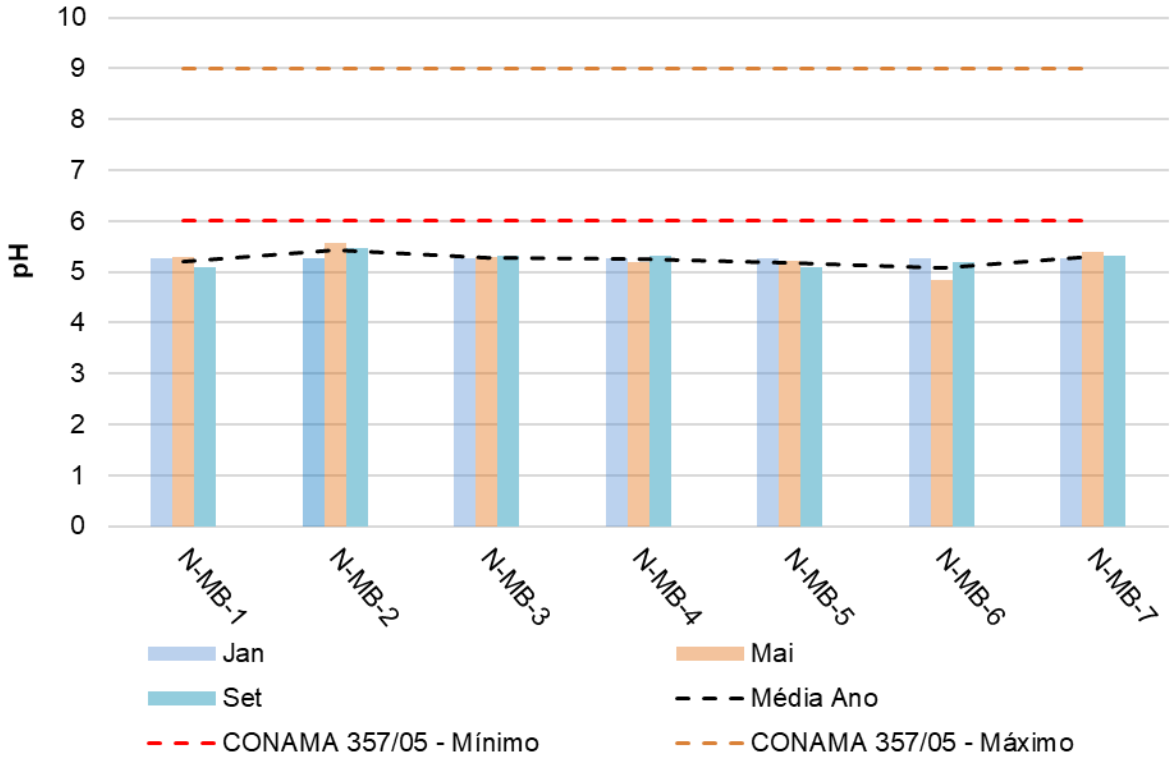


Figura 7.2-282. Variação de pH nas nascentes do platô Monte Branco em 2018.
Elaboração: Arcadis, 2020. Dados MRN, 2018.

Para o ano de 2019 (**Figura 7.2-283**), foram feitas leituras apresentando valores entre 5,05 e 5,89, representando uma característica ácida na água, a menor leitura confere às nascentes N-MB-07 e N-MB-02 (**Tabela 7.2-42** e **Tabela 7.2-37**) durante o monitoramento de setembro de 2019, enquanto o maior valor de pH registrado corresponde as nascentes N-MB-01 (**Tabela 7.2-36**) e N-MB-04 (**Tabela 7.2-39**) no monitoramento do ano de 2019. Também foi verificado um ponto com valor de pH inferior a 0,10 na nascente N-MB-05 ano de 2019 (**Tabela 7.2-40**.), esse valor extremamente ácido pode estar associado a erro de amostragem.

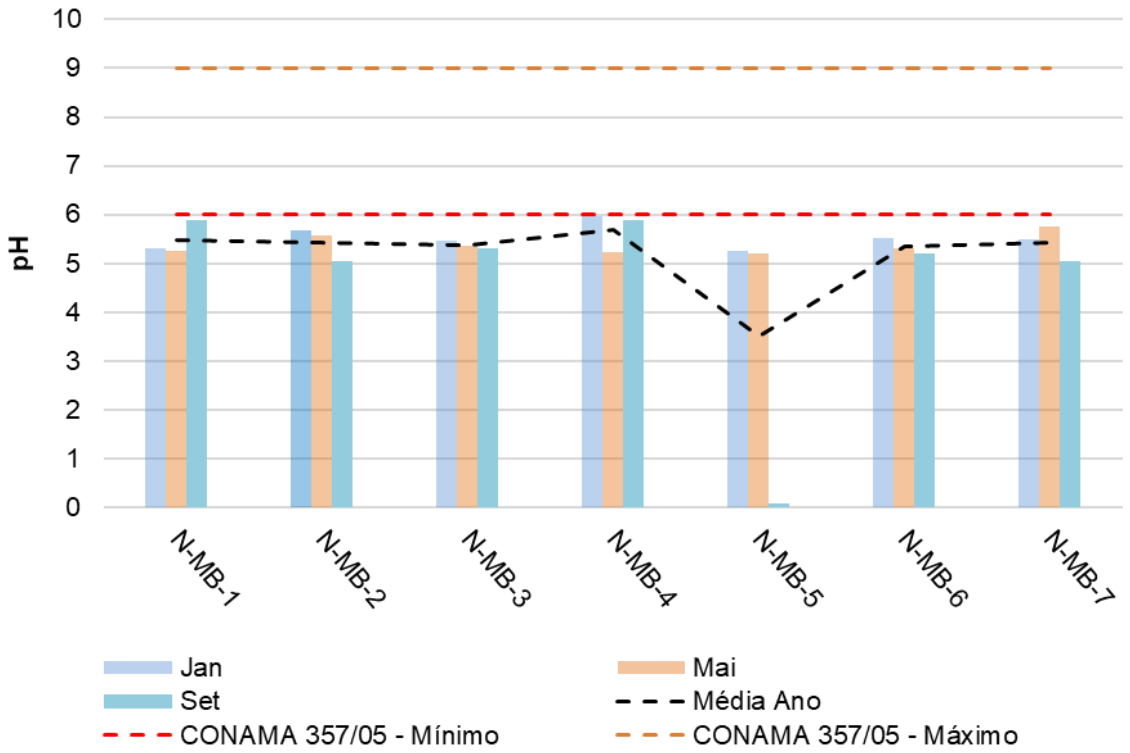


Figura 7.2-283. Variação de pH nas nascentes do platô Monte Branco em 2019.
Elaboração: Arcadis, 2020. Dados MRN, 2019.

Os dados referentes ao ano de 2020 (**Figura 7.2-284**) indicaram pouca variação entre as nascentes monitoradas, sendo o menor valor de pH apresentado na nascente NMB-07 no mês de setembro com leitura de pH 5,07 e a maior leitura de 5,97 na nascente NMB-04 no mês de janeiro. Na **Tabela 7.2-43** a **Tabela 7.2-49** são apresentados os resultados analíticos do monitoramento das nascentes.

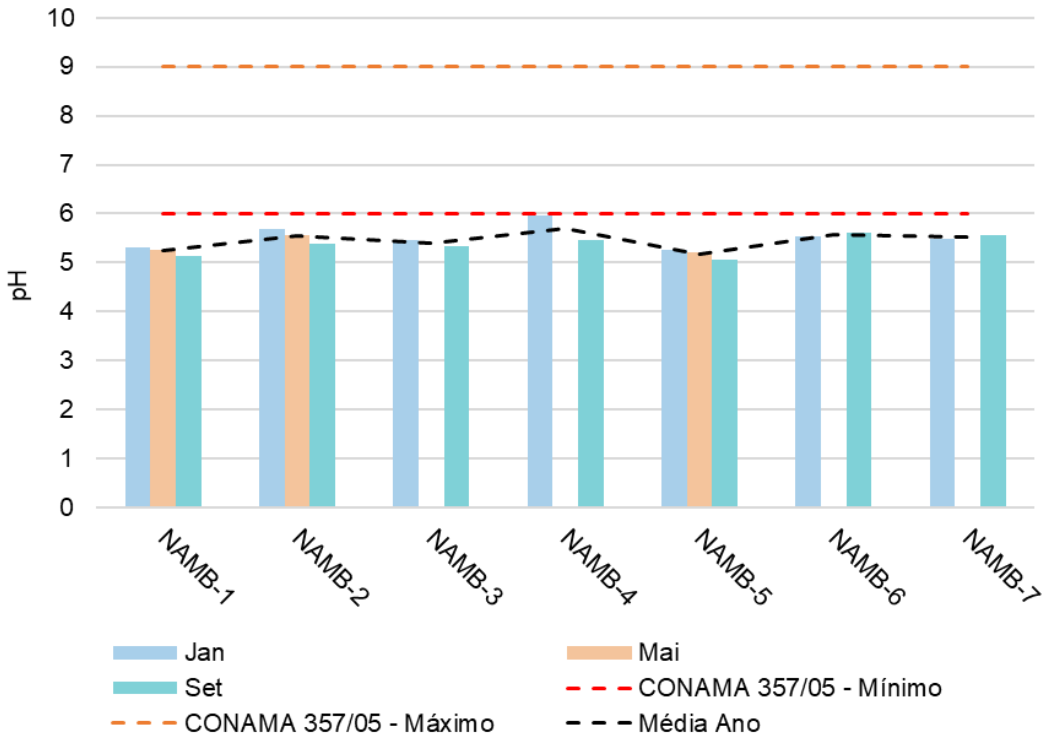


Figura 7.2-284. Variação de pH nas nascentes do platô Monte Branco em 2020.
Elaboração: Arcadis, 2021. Dados MRN, 2020.

Tabela 7.2-29. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Monte Branco – Ponto de Amostragem N-MB-01 ano de 2018.

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	2,06	2,06	< 5,00	2,06	0	0
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,093	0,088	0,06	0,08	0,02	0,24
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,005	< 0,0050	< 0,0050	-	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	1,06	0,81	1,62	1,16	0,41	0,36
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm²	*	10,5	10,9	9,20	10,20	0,89	0,09
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,097	0,099	0,02	0,07	0,04	0,61
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,014	0,064	< 0,0050	0,04	0,04	0,91
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,005	< 0,0050	< 0,0050	-	-	-

Parâmetro	Unidade	VMP (3) Conama 357/2005	Jan	Mai	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	< 0,00017	< 0,00017	-	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,32	0,2	0,23	0,25	0,06	0,25
ORP(2)	mV	*	85,6	124,1	163,10	124,27	38,75	0,31
pH(2)	-	6 a 9	5,26	5,28	5,08	5,21	0,11	0,02
Potássio Total	mg K/L	*	0,017	0,22	0,08	0,11	0,10	0,99
Sílica Total	mg SiO2/L	*	4,75	5,77	8,13	6,22	1,73	0,28
Sódio Total	mg Na/L	*	0,2	0,17	0,26	0,21	0,05	0,22
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	< LQ	21	< 1	21,00	-	-
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	< 1,00	< 1,00	-	-	-
Temperatura(2)	°C	*	26,8	25,5	25,60	25,97	0,72	0,03
Turbidez	NTU	100	1,12	0,6	0,44	0,72	0,36	0,49

Fonte: MRN, 2019.

*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado;*

Tabela 7.2-30. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Monte Branco – Ponto de Amostragem N-MB-02, ano de 2018.

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	2,06	2,06	< 5,00	2,06	0	0
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,081	0,039	0,06	0,06	0,02	0,36
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,005	< 0,0050	< 0,0050	-	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	1,01	0,74	1,42	1,06	0,34	0,32
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm²	*	10,5	9,5	8,60	9,53	0,95	0,10
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,059	0,014	0,08	0,05	0,03	0,66
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,012	0,058	0,04	0,04	0,02	0,66
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,005	< 0,0050	< 0,0050	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	< 0,00017	< 0,00017	-	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,28	0,17	0,31	0,25	0,07	0,29

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
ORP(2)	mV	*	85,6	95,6	108,10	96,43	11,27	0,12
pH(2)	-	6 a 9	5,26	5,58	5,48	5,44	0,16	0,03
Potássio Total	mg K/L	*	0,015	0,19	0,08	0,10	0,09	0,92
Sílica Total	mg SiO2/L	*	4,79	6,2	5,84	5,61	0,73	0,13
Sódio Total	mg Na/L	*	0,19	0,14	0,19	0,17	0,03	0,17
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	< LQ	9	< 1	9,00	-	-
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	< 1,00	1,39	1,39	-	-
Temperatura(2)	°C	*	26,8	25,7	25,10	25,87	0,86	0,03
Turbidez	NTU	100	0,76	< LQ	0,62	0,69	0,10	0,14

Fonte: MRN, 2019.
*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-31. analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Monte Branco – Ponto de Amostragem N-MB-03, ano de 2018.

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	2,06	2,06	< 5,00	2,06	0	0
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,051	0,034	0,05	0,05	0,01	0,23
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,005	< 0,0050	0,04	0,04	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	1,1	0,73	1,21	1,01	0,25	0,25
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm²	*	10,5	9,3	8,30	9,37	1,10	0,12
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,0061	< 0,0050	< 0,0050	0,01	-	-
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,01	0,067	0,02	0,03	0,03	0,97
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,005	< 0,0050	< 0,0050	-	-	-

Parâmetro	Unidade	VMP ([3]) Conama 357/2005	Jan	Mai	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	< 0,00017	< 0,00017	-	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,26	0,19	0,25	0,23	0,04	0,16
ORP([2])	mV	*	85,6	99,5	105,20	96,77	10,08	0,10
pH([2])	-	6 a 9	5,26	5,28	5,31	5,28	0,03	0,00
Potássio Total	mg K/L	*	0,07	0,21	0,10	0,13	0,07	0,58
Sílica Total	mg SiO2/L	*	5,79	5,26	8,46	6,50	1,72	0,26
Sódio Total	mg Na/L	*	0,2	0,18	0,46	0,28	0,16	0,56
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	29	10	< 1	19,50	13,44	0,69
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	< 1,00	< 1,00	-	-	-
Temperatura([2])	°C	*	26,8	24,8	25,10	25,57	1,08	0,04
Turbidez	NTU	100	1,38	< LQ	< LQ	1,38	-	-

*Fonte: MRN, 2019. Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-32. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Monte Branco – Ponto de Amostragem N-MB-04, ano de 2018.

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	2,06	2,06	< 5,00	2,06	0	0
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,12	0,063	0,06	0,08	0,03	0,41
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,005	0,025	< 0,0050	0,03	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	1,07	0,78	1,46	1,10	0,34	0,31
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm²	*	10,5	8,5	8,20	9,07	1,25	0,14
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,044	0,041	0,05	0,04	0,00	0,07
Magnésio Total	mg Mg/L	*	< 0,005	0,12	< 0,0050	0,12	-	-
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,005	< 0,0050	< 0,0050	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	< 0,00017	< 0,00017	-	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,33	0,3	0,29	0,31	0,02	0,07

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
ORP(2)	mV	*	85,6	105,8	101,50	97,63	10,64	0,11
pH(2)	-	6 a 9	5,26	5,18	5,31	5,25	0,07	0,01
Potássio Total	mg K/L	*	< 0,005	0,22	0,10	0,16	0,08	0,53
Sílica Total	mg SiO2/L	*	3,65	6,05	4,75	4,82	1,20	0,25
Sódio Total	mg Na/L	*	0,15	0,19	0,42	0,25	0,15	0,58
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	< LQ	< LQ	1,00	1,00	-	-
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	< 1,00	< 1,00	-	-	-
Temperatura(2)	°C	*	26,8	24,3	25,10	25,40	1,28	0,05
Turbidez	NTU	100	0,98	1,48	0,92	1,13	0,31	0,27

Fonte: MRN, 2019.
*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-33. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Monte Branco – Ponto de Amostragem N-MB-05, ano de 2018.

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	2,06	2,06	< 5,00	2,06	0	0
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,053	0,077	0,16	0,10	0,06	0,58
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,005	0,013	< 0,0050	0,01	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	1,07	0,81	1,41	1,10	0,30	0,27
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm²	*	10,5	8,8	9,30	9,53	0,87	0,09
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	< 0,005	0,051	0,02	0,04	0,02	0,59
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,01	0,12	0,01	0,05	0,06	1,43
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,005	< 0,0050	< 0,0050	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	< 0,00017	< 0,00017	-	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,29	0,28	0,26	0,28	0,02	0,06

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
ORP(2)	mV	*	85,6	117,2	95,30	99,37	16,19	0,16
pH(2)	-	6 a 9	5,26	5,22	5,08	5,19	0,09	0,02
Potássio Total	mg K/L	*	0,062	0,21	0,08	0,12	0,08	0,68
Sílica Total	mg SiO2/L	*	5,74	6,02	6,59	6,12	0,43	0,07
Sódio Total	mg Na/L	*	0,23	0,16	0,38	0,26	0,11	0,44
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	< LQ	< LQ	< 1	-	-	-
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	< 1,00	< 1,00	-	-	-
Temperatura(2)	°C	*	26,8	24,6	25,30	25,57	1,12	0,04
Turbidez	NTU	100	0,88	1,42	1,00	1,10	0,28	0,26

Fonte: MRN, 2019.

*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-34. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Monte Branco – Ponto de Amostragem N-MB-06, ano de 2018.

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	2,06	2,06	< 5,00	2,06	0	0
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,053	0,077	0,16	0,10	0,06	0,58
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,005	0,013	< 0,0050	0,01	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	1,07	0,81	1,41	1,10	0,30	0,27
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm²	*	10,5	8,8	9,30	9,53	0,87	0,09
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	< 0,005	0,051	0,02	0,04	0,02	0,59
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,01	0,12	0,01	0,05	0,06	1,43
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,005	< 0,0050	< 0,0050	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	< 0,00017	< 0,00017	-	-	-

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Nitrato	mg/L	10	0,29	0,28	0,26	0,28	0,02	0,06
ORP(2)	mV	*	85,6	117,2	95,30	99,37	16,19	0,16
pH(2)	-	6 a 9	5,26	5,22	5,08	5,19	0,09	0,02
Potássio Total	mg K/L	*	0,062	0,21	0,08	0,12	0,08	0,68
Sílica Total	mg SiO2/L	*	5,74	6,02	6,59	6,12	0,43	0,07
Sódio Total	mg Na/L	*	0,23	0,16	0,38	0,26	0,11	0,44
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	< LQ	< LQ	< 1	-	-	-
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	< 1,00	< 1,00	-	-	-
Temperatura(2)	°C	*	26,8	24,6	25,30	25,57	1,12	0,04
Turbidez	NTU	100	0,88	1,42	1,00	1,10	0,28	0,26

Fonte: MRN, 2019.

*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-35. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Monte Branco – Ponto de Amostragem N-MB-07, ano de 2018.

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	2,06	2,06	< 5,00	2,06	0	0
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,097	0,064	0,04	0,07	0,03	0,40
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,005	< 0,0050	< 0,0050	-	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	1,07	0,88	1,99	1,31	0,59	0,45
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm²	*	10,5	8,5	9,20	9,40	1,01	0,11
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,013	0,0068	0,06	0,03	0,03	1,09
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,02	0,1	0,01	0,04	0,05	1,18
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,005	< 0,0050	< 0,0050	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	< 0,00017	< 0,00017	-	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,29	0,52	0,21	0,34	0,16	0,47

Parâmetro	Unidade	VMP (3) Conama 357/2005	Jan	Mai	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
ORP(2)	mV	*	85,6	121,5	162,10	123,07	38,27	0,31
pH(2)	-	6 a 9	5,26	5,38	5,31	5,32	0,06	0,01
Potássio Total	mg K/L	*	0,065	0,25	0,10	0,14	0,10	0,73
Sílica Total	mg SiO2/L	*	5,76	6,66	6,40	6,27	0,46	0,07
Sódio Total	mg Na/L	*	0,23	0,27	0,37	0,29	0,07	0,25
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	17	12	< 1	14,50	3,54	0,24
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	< 1,00	< 1,00	-	-	-
Temperatura(2)	°C	*	26,8	25,9	25,30	26,00	0,75	0,03
Turbidez	NTU	100	1,45	1,6	< LQ	1,53	0,11	0,07

Fonte: MRN, 2019.

*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-36. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Monte Branco – Ponto de Amostragem N-MB-01 ano de 2019.

Parâmetro	Unidade	VMP ([3])	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	< 5,00	< 5,00	< 5,00	-	-	-
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,017	0,066	0,02	0,03	0,03	0,83
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,005	< 0,005	0,01	0,01	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	1,15	1,44	1,18	1,26	0,16	0,13
Condutividade Elétrica([2])	uS/cm²	*	9	11,2	10,10	10,10	1,10	0,11
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,018	0,053	0,03	0,03	0,02	0,51
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,025	0,082	0,11	0,07	0,04	0,60
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,005	< 0,005	< 0,005	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	< 0,00017	< 0,00017	-	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,16	0,25	< 0,1	0,21	0,06	0,31

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
ORP(2)	mV	*	507,1	576,9	461,90	515,30	57,94	0,11
pH(2)	-	6 a 9	5,3	5,27	5,89	5,49	0,35	0,06
Potássio Total	mg K/L	*	0,12	0,11	0,03	0,09	0,05	0,55
Sílica Total	mg SiO2/L	*	5,33	3,73	6,46	5,17	1,37	0,27
Sódio Total	mg Na/L	*	0,27	0,28	0,24	0,26	0,02	0,08
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	< 1	3	< 1	3,00	-	-
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	< 1,00	1,81	1,81	-	-
Temperatura(2)	°C	*	25,5	26,9	26,90	26,43	0,81	0,03
Turbidez	NTU	100	0,84	0,43	0,69	0,65	0,21	0,32

Fonte: MRN, 2019.

*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-37. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Monte Branco – Ponto de Amostragem N-MB-02, ano de 2019.

Parâmetro	Unidade	VMP ([3])	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	< 5,00	< 5,00	< 5,00	-	-	-
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,048	0,13	< 0,005	0,09	0,06	0,65
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,0050	< 0,005	< 0,005	-	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	1,8	1,93	1,62	1,78	0,16	0,09
Condutividade Elétrica([2])	uS/cm²	*	9,1	8,8	12,10	10,00	1,82	0,18
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,0086	0,022	0,01	0,01	0,01	0,75
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,092	< 0,005	0,09	0,09	0,00	0,02
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,0050	< 0,005	< 0,005	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	0,00018	< 0,00017	0,00	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,26	0,26	< 0,1	0,26	0,00	0,00

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
ORP(2)	mV	*	541,2	498,9	601,00	547,03	51,30	0,09
pH(2)	-	6 a 9	5,69	5,56	5,05	5,43	0,34	0,06
Potássio Total	mg K/L	*	0,29	0,11	0,28	0,23	0,10	0,45
Sílica Total	mg SiO2/L	*	6,57	< 1,07	5,88	6,23	0,49	0,08
Sódio Total	mg Na/L	*	0,29	0,54	0,34	0,39	0,13	0,34
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	< 1	< 1	< 1	-	-	-
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	< 1,00	1,73	1,73	-	-
Temperatura(2)	°C	*	25,1	25,4	25,90	25,47	0,40	0,02
Turbidez	NTU	100	< LQ	0,67	0,86	0,77	0,13	0,18

Fonte: MRN, 2019.

*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-38. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Monte Branco – Ponto de Amostragem N-MB-03, ano de 2019.

Parâmetro	Unidade	VMP ([3])	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	< 5,00	< 5,00	< 5,00	-	-	-
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,041	0,13	0,03	0,07	0,06	0,83
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,005	< 0,005	< 0,005	-	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	1,12	1,93	1,33	1,46	0,42	0,29
Condutividade Elétrica([2])	uS/cm²	*	10,5	13,7	12,60	12,27	1,63	0,13
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,0061	0,022	< 0,005	0,01	0,01	0,80
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,076	< 0,005	0,11	0,09	0,02	0,26
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,005	< 0,005	< 0,005	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	0,00019	0.00018	< 0,00017	0,00	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,2	0,26	0,14	0,20	0,06	0,30

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
ORP(2)	mV	*	538,9	526,5	631,50	565,63	57,38	0,10
pH(2)	-	6 a 9	5,47	5,36	5,32	5,38	0,08	0,01
Potássio Total	mg K/L	*	0,18	0,11	0,37	0,22	0,13	0,61
Sílica Total	mg SiO2/L	*	5,34	< 1,07	5,16	5,25	0,13	0,02
Sódio Total	mg Na/L	*	0,44	0,54	0,52	0,50	0,05	0,11
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	< 1	< 1	< 1	-	-	-
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	< 1,00	1,73	1,73	-	-
Temperatura(2)	°C	*	25,4	25,8	25,70	25,63	0,21	0,01
Turbidez	NTU	100	< LQ	0,67	0,67	0,67	0,00	0,00

Fonte: MRN, 2019.

*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-39. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Monte Branco – Ponto de Amostragem N-MB-04, ano de 2019.

Parâmetro	Unidade	VMP ([3])	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	< 5,00	< 5,00	< 5,00	-	-	-
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,03	0,076	0,03	0,05	0,03	0,60
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,005	< 0,005	< 0,005	-	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	1,27	1,36	1,51	1,38	0,12	0,09
Condutividade Elétrica([2])	uS/cm²	*	7,5	9,4	8,60	8,50	0,95	0,11
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,019	0,028	0,01	0,02	0,01	0,63
Magnésio Total	mg Mg/L	*	< 0,005	< 0,005	0,03	0,03	-	-
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,005	< 0,005	< 0,005	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	0,00018	< 0,00017	0,00	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,17	0,43	0,31	0,30	0,13	0,43

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
ORP(2)	mV	*	521,6	559,4	471,20	517,40	44,25	0,09
pH(2)	-	6 a 9	5,97	5,23	5,89	5,70	0,41	0,07
Potássio Total	mg K/L	*	0,12	0,073	0,06	0,09	0,03	0,36
Sílica Total	mg SiO2/L	*	4,86	2,92	4,75	4,18	1,09	0,26
Sódio Total	mg Na/L	*	0,32	0,44	0,34	0,37	0,06	0,18
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	10	< 1	< 1	10,00	-	-
Sulfato Total	mg/L	250	1,46	1,32	2,87	1,88	0,86	0,46
Temperatura(2)	°C	*	26,1	26,3	26,40	26,27	0,15	0,01
Turbidez	NTU	100	1,58	0,44	8,17	3,40	4,17	1,23

Fonte: MRN, 2019.

*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-40. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Monte Branco – Ponto de Amostragem N-MB-05, ano de 2019.

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
		Conama 357/2005						
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	< 5,00	< 5,00	< 5,00	-	-	-
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,039	0,036	< 0,005	0,04	0,00	0,06
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,0050	< 0,005	< 0,005	-	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	1,45	1,49	1,65	1,53	0,11	0,07
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm2	*	9,3	9,3	10,80	9,80	0,87	0,09
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,015	0,0073	< 0,005	0,01	0,01	0,49
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,11	0,0073	0,10	0,07	0,06	0,78
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,0050	< 0,005	< 0,005	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	< 0,00017	< 0,00017	-	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,18	0,26	592,80	197,75	342,13	1,73

Parâmetro	Unidade	VMP (3) Conama 357/2005	Jan	Mai	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
ORP(2)	mV	*	527,4	544,2	5,79	359,13	306,12	0,85
pH(2)	-	6 a 9	5,25	5,21	< 0,1	5,23	0,03	0,01
Potássio Total	mg K/L	*	0,2	0,068	0,36	0,21	0,15	0,70
Sílica Total	mg SiO2/L	*	6,56	5,09	6,01	5,89	0,74	0,13
Sódio Total	mg Na/L	*	0,37	0,4	0,53	0,43	0,09	0,20
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	< 1	< 1	< 1	-	-	-
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	< 1,00	1,73	1,73	-	-
Temperatura(2)	°C	*	25,4	26,3	25,70	25,80	0,46	0,02
Turbidez	NTU	100	0,77	< LQ	< LQ	0,77	-	-

Fonte: MRN, 2019.

*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-41. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Monte Branco – Ponto de Amostragem N-MB-06, ano de 2019.

Parâmetro	Unidade	VMP ([3])	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	< 5,00	< 5,00	< 5,00	-	-	-
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,094	0,087	0,02	0,07	0,04	0,65
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,0050	< 0,005	< 0,005	-	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	2,02	1,1	1,44	1,52	0,47	0,31
Condutividade Elétrica([2])	uS/cm²	*	8,8	12,6	10,50	10,63	1,90	0,18
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,02	0,04	0,01	0,02	0,01	0,63
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,07	< 0,005	0,10	0,08	0,02	0,22
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,0050	< 0,005	< 0,005	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	< 0,00017	< 0,00017	-	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,29	0,38	< 0,1	0,34	0,06	0,19

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
ORP(2)	mV	*	517,2	489,7	435,40	480,77	41,63	0,09
pH(2)	-	6 a 9	5,53	5,32	5,20	5,35	0,17	0,03
Potássio Total	mg K/L	*	0,22	0,088	0,46	0,26	0,19	0,74
Sílica Total	mg SiO2/L	*	4,69	2,81	4,66	4,05	1,08	0,27
Sódio Total	mg Na/L	*	0,35	0,37	0,91	0,54	0,32	0,58
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	< 1	< 1	< 1	-	-	-
Sulfato Total	mg/L	250	1,03	< 1,00	1,73	1,38	0,49	0,36
Temperatura(2)	°C	*	25,9	25,9	25,30	25,70	0,35	0,01
Turbidez	NTU	100	0,75	< LQ	0,57	0,66	0,13	0,19

Fonte: MRN, 2019.

*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-42. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Monte Branco – Ponto de Amostragem N-MB-07, ano de 2019.

Parâmetro	Unidade	VMP (3) Conama 357/2005	Jan	Mai	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	< 5,00	< 5,00	< 5,00	-	-	-
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,068	0,18	0,02	0,09	0,08	0,94
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,005	< 0,005	< 0,005	-	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	1,26	0,96	1,31	1,18	0,19	0,16
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm²	*	11,9	10,7	12,10	11,57	0,76	0,07
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,011	0,01	0,01	0,01	0,00	0,09
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,086	0,033	0,11	0,08	0,04	0,52
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,005	< 0,005	< 0,005	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	< 0,00017	< 0,00017	-	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,26	0,65	0,13	0,35	0,27	0,78

Parâmetro	Unidade	VMP (3) Conama 357/2005	Jan	Mai	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
ORP(2)	mV	*	540,9	600,5	601,00	580,80	34,56	0,06
pH(2)	-	6 a 9	5,49	5,76	5,05	5,43	0,36	0,07
Potássio Total	mg K/L	*	0,18	0,079	0,27	0,18	0,10	0,54
Sílica Total	mg SiO2/L	*	6,56	4	5,80	5,45	1,31	0,24
Sódio Total	mg Na/L	*	0,48	0,13	0,33	0,31	0,18	0,56
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	2	< 1	1,00	1,50	0,71	0,47
Sulfato Total	mg/L	250	1,39	1,17	1,73	1,43	0,28	0,20
Temperatura(2)	°C	*	25,5	25,7	27,90	26,37	1,33	0,05
Turbidez	NTU	100	1,23	0,72	0,63	0,86	0,32	0,38

Fonte: MRN, 2019.

*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-43. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Monte Branco – Ponto de Amostragem NMB-01, ano de 2020.

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< 5	< 5	< 5	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< 5	< 5	< 5	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< 5	< 5	< 5	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	< 5,00	< 5,00	< 5	-	-	-
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,065	0,052	0,0617	0,06	0,01	0,11
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,005	0,21	< 0,06	0,21	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	0,9	1,99	0,839	1,24	0,65	0,52
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm²	*	9	11,2	15,1	11,77	3,09	0,26
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,028	0,033	0,095	0,05	0,04	0,72
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,015	0,015	< 0,06	0,02	0	0
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,0050	< 0,005	< 0,006	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	< 0,00017	NA	-	-	-

Parâmetro	Unidade	VMP (3) Conama 357/2005	Jan	Mai	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
Nitrato	mg/L	10	< 0,1	0,42	0,288	0,35	0,09	0,26
ORP(2)	mV	*	507,1	576,9	194	426	203,93	0,48
pH(2)	-	6 a 9	5,3	5,27	5,14	5,24	0,09	0,02
Potássio Total	mg K/L	*	0,22	0,18	0,269	0,22	0,04	0,2
Sílica Total	mg SiO2/L	*	4,55	7,03	6,53	6,04	1,31	0,22
Sódio Total	mg Na/L	*	0,4	0,49	0,776	0,56	0,2	0,35
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	< 0,1	< 0,01	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	< 1	< 1	< 1	-	-	-
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	1,18	0,27	0,73	0,64	0,89
Temperatura(2)	°C	*	25,5	26,9	26,1	26,17	0,7	0,03
Turbidez	NTU	100	1,23	< 0,4	0,67	0,95	0,4	0,42

Fonte: MRN, 2020.

*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-44. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Monte Branco – Ponto de Amostragem NMB-02, ano de 2020.

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	5,5	5,5	8	6,33	1,44	0,23
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< 5	< 5	< 5	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< 5	< 5	< 5	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	5,5	5,5	8	6,33	1,44	0,23
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,064	0,021	0,01	0,03	0,03	0,85
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,0050	0,017	0,0743	0,05	0,04	0,89
Cloreto Total	mg/L	250	1,32	1,03	0,804	1,05	0,26	0,25
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm²	*	9,1	8,8	8,5	8,8	0,3	0,03
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,015	< 0,005	< 0,006	0,02	-	-
Magnésio Total	mg Mg/L	*	< 0,0050	0,044	0,0939	0,07	0,04	0,51
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,0050	< 0,005	< 0,006	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	< 0,00017	NA	-	-	-

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Nitrato	mg/L	10	0,16	0,3	0,257	0,24	0,07	0,3
ORP(2)	mV	*	541,2	498,9	239	426,37	163,64	0,38
pH(2)	-	6 a 9	5,69	5,56	5,39	5,55	0,15	0,03
Potássio Total	mg K/L	*	0,14	0,38	0,124	0,21	0,14	0,67
Sílica Total	mg SiO2/L	*	5,18	5,98	6,08	5,75	0,49	0,09
Sódio Total	mg Na/L	*	0,37	0,45	2,79	1,2	1,37	1,14
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	< 0,1	< 0,01	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	< 1	< 1	< 1	-	-	-
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	1,56	0,25	0,91	0,93	1,02
Temperatura(2)	°C	*	25,1	25,4	25,4	25,3	0,17	0,01
Turbidez	NTU	100	< 0,4	< 0,4	0,63	0,63	-	-

Fonte: MRN, 2020.

*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-45. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Monte Branco – Ponto de Amostragem NMB-03, ano de 2020.

Parâmetro	Unidade	VMP ([3])	Jan	Mai[(4)]	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
		Conama 357/2005						
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< 5	NA	< 5	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< 5	NA	< 5	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< 5	NA	< 5	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	< 5,00	NA	< 5	-	-	-
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,051	NA	0,03085	0,04	0,01	0,35
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,005	NA	< 0,06	-	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	0,45	NA	0,831	0,64	0,27	0,42
Condutividade Elétrica(²)	uS/cm²	*	10,5	NA	8,5	9,5	1,41	0,15
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	< 0,005	NA	< 0,006	-	-	-
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,13	NA	< 0,06	0,13	-	-
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,005	NA	< 0,006	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	NA	NA	-	-	-

Parâmetro	Unidade	VMP ([3]) Conama 357/2005	Jan	Mai[4]	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
Nitrato	mg/L	10	< 0,1	NA	0,513	0,51	-	-
ORP(²)	mV	*	538,9	NA	269	403,95	190,85	0,47
pH(²)	-	6 a 9	5,47	NA	5,33	5,4	0,1	0,02
Potássio Total	mg K/L	*	0,27	NA	0,254	0,26	0,01	0,04
Sílica Total	mg SiO2/L	*	5,14	NA	6,88	6,01	1,23	0,2
Sódio Total	mg Na/L	*	0,58	NA	0,705	0,64	0,09	0,14
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	NA	NA	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	< 1	NA	< 1	-	-	-
Sulfato Total	mg/L	250	1,6	NA	0,294	0,95	0,92	0,98
Temperatura(²)	°C	*	25,4	NA	25,4	25,4	0	0
Turbidez	NTU	100	0,64	NA	< 0,4	0,64	-	-

Fonte: MRN, 2020.

*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); (4) Não analisado devido a Pandemia, * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-46. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Monte Branco – Ponto de Amostragem NMB-04, ano de 2020.

Parâmetro	Unidade	VMP ([3]) Conama 357/2005	Jan	Mai[4]	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	11	NA	6	8,5	3,54	0,42
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< 5	NA	< 5	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< 5	NA	< 5	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	11	NA	6	8,5	3,54	0,42
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,053	NA	0,03998	0,05	0,01	0,2
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,005	NA	0,09	0,09	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	1,88	NA	0,89	1,39	0,7	0,5
Condutividade Elétrica(²)	uS/cm²	*	7,5	NA	10	8,75	1,77	0,2
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,0071	NA	0,01188	0,01	0	0,36
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,041	NA	0,099	0,07	0,04	0,59
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,005	NA	< 0,006	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	NA	NA	-	-	-

Parâmetro	Unidade	VMP (3) Conama 357/2005	Jan	Mai(4)	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
Nitrato	mg/L	10	0,35	NA	0,5	0,43	0,11	0,25
ORP(2)	mV	*	521,6	NA	383	452,3	98	0,22
pH(2)	-	6 a 9	5,97	NA	5,45	5,71	0,37	0,06
Potássio Total	mg K/L	*	0,23	NA	0,128	0,18	0,07	0,4
Sílica Total	mg SiO2/L	*	5,15	NA	5,56	5,36	0,29	0,05
Sódio Total	mg Na/L	*	0,42	NA	2,19	1,31	1,25	0,96
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	NA	< 0,01	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	< 1	NA	< 1	-	-	-
Sulfato Total	mg/L	250	1,6	NA	0,172	0,89	1,01	1,14
Temperatura(2)	°C	*	26,1	NA	25,9	26	0,14	0,01
Turbidez	NTU	100	1,99	NA	2,42	2,21	0,3	0,14

Fonte: MRN, 2020.

*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); (4) Não analisado devido a Pandemia, * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-47. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Monte Branco – Ponto de Amostragem NMB-05, ano de 2020.

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< 5	7,5	< 5	7,5	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< 5	< 5	< 5	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< 5	< 5	< 5	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	< 5	7,5	< 5	7,5	-	-
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,066	0,01	0,008646	0,03	0,03	1,16
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,005	0,01	< 0,06	0,01	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	1,06	0,38	0,878	0,77	0,35	0,46
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm²	*	9,3	9,3	22	13,53	7,33	0,54
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	< 0,005	< 0,005	0,008182	0,01	-	-
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,026	0,022	< 0,06	0,02	0	0,12
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,005	< 0,005	< 0,006	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	< 0,00017	NA	-	-	-

Parâmetro	Unidade	VMP (3) Conama 357/2005	Jan	Mai	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
Nitrato	mg/L	10	< 0,1	0,34	0,226	0,28	0,08	0,28
ORP(2)	mV	*	527,4	544,2	247	439,53	166,95	0,38
pH(2)	-	6 a 9	5,25	5,21	5,07	5,18	0,09	0,02
Potássio Total	mg K/L	*	< 0,005	0,12	0,226	0,17	0,07	0,43
Sílica Total	mg SiO2/L	*	6,42	7,33	8,12	7,29	0,85	0,12
Sódio Total	mg Na/L	*	0,26	0,085	0,761	0,37	0,35	0,95
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	< 0,1	< 0,01	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	< 1	< 1	< 1	-	-	-
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	1,13	0,357	0,74	0,55	0,74
Temperatura(2)	°C	*	25,4	26,3	25,2	25,63	0,59	0,02
Turbidez	NTU	100	< 0,4	< 0,4	< 0,4	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

Fonte: MRN, 2020.

*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-48. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Monte Branco – Ponto de Amostragem NMB-06, ano de 2020.

Parâmetro	Unidade	VMP (3) Conama 357/2005	Jan	Mai	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< 5	NA	< 5	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< 5	NA	< 5	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< 5	NA	< 5	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	< 5	NA	< 5	-	-	-
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,057	NA	0,03646	0,05	0,01	0,31
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,0050	NA	< 0,06	-	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	2,14	NA	0,853	1,5	0,91	0,61
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm²	*	8,8	NA	6,4	7,6	1,7	0,22
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,024	NA	0,02049	0,02	0	0,11
Magnésio Total	mg Mg/L	*	< 0,0050	NA	< 0,06	-	-	-
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,0050	NA	< 0,006	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	NA	NA	-	-	-

Parâmetro	Unidade	VMP (3) Conama 357/2005	Jan	Mai	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
Nitrato	mg/L	10	0,21	NA	0,186	0,2	0,02	0,09
ORP(2)	mV	*	517,2	NA	333	425,1	130,25	0,31
pH(2)	-	6 a 9	5,53	NA	5,6	5,57	0,05	0,01
Potássio Total	mg K/L	*	0,16	NA	0,169	0,16	0,01	0,04
Sílica Total	mg SiO2/L	*	4,3	NA	6,16	5,23	1,32	0,25
Sódio Total	mg Na/L	*	0,37	NA	0,594	0,48	0,16	0,33
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	NA	< 0,01	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	4	NA	< 1	4	-	-
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	NA	0,117	0,12	-	-
Temperatura(2)	°C	*	25,9	NA	25,8	25,85	0,07	0
Turbidez	NTU	100	< 0,4	NA	< 0,4	-	-	-

Fonte: MRN, 2020.

*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); (4) Não analisado devido a Pandemia, * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-49. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Monte Branco – Ponto de Amostragem NMB-07, ano de 2020.

Parâmetro	Unidade	VMP (3) Conama 357/2005	Jan	Mai	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< 5	NA	< 5	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< 5	NA	< 5	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< 5	NA	< 5	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	< 5	NA	< 5	-	-	-
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,097	NA	0,12	0,11	0,02	0,15
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,005	NA	< 0,06	-	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	0,95	NA	1,01	0,98	0,04	0,04
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm²	*	11,9	NA	18,2	15,05	4,45	0,3
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	< 0,005	NA	0,05924	0,06	-	-
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,14	NA	< 0,06	0,14	-	-
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,005	NA	< 0,006	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	NA	NA	-	-	-

Parâmetro	Unidade	VMP (3) Conama 357/2005	Jan	Mai	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
Nitrato	mg/L	10	0,2	NA	0,611	0,41	0,29	0,72
ORP(2)	mV	*	540,9	NA	300	420,45	170,34	0,41
pH(2)	-	6 a 9	5,49	NA	5,56	5,53	0,05	0,01
Potássio Total	mg K/L	*	0,32	NA	0,271	0,3	0,03	0,12
Sílica Total	mg SiO2/L	*	5,86	NA	7,84	6,85	1,4	0,2
Sódio Total	mg Na/L	*	0,56	NA	0,88	0,72	0,23	0,31
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	NA	< 0,01	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	< 1	NA	< 1	-	-	-
Sulfato Total	mg/L	250	1,46	NA	0,574	1,02	0,63	0,62
Temperatura(2)	°C	*	25,5	NA	25,8	25,65	0,21	0,01
Turbidez	NTU	100	1,23	NA	0,75	0,99	0,34	0,34

Fonte: MRN, 2020.

*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); (4) Não analisado devido a Pandemia, * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Platô Teófilo

No platô Teófilo, conforme descrito no Estudo Hidrológico e Hidrogeológico – Captação Água Subterrânea Projeto Conceitual desenvolvido pela HATCH (2019) e no Relatório de Monitoramento Ambiental da Mineração Rio do Norte apresentado pela MRN (2018, 2019 e 2020), foi realizado um levantamento das surgências perenes nas encostas, tendo sido cadastradas dez nascentes, localizadas cerca de 75 a 100 m abaixo da borda do platô, entre as cotas 100 m e 125 m. As coordenadas geográficas dos pontos de monitoramento das nascentes são apresentadas no **Quadro 7.2-63**.

Quadro 7.2-63. Coordenadas pontos de monitoramento de nascentes, Platô Teófilo.

Nascente	Coordenadas UTM Fuso 21 S		Platô
	UTM X	UTM Y	
NTF-1	549629	9804528	Teófilo
NTF-2	546512	9806010	Teófilo
NTF-3	544243	9807008	Teófilo
NTF-4	548780	9804039	Teófilo

Fonte: MRN, 2019.

Como pode ser visualizado na **Figura 7.2-285**, relativa ao ano de 2018, a concentração de alumínio dissolvido só ultrapassa o valor limite em janeiro no ponto NFT04, o que pode ser explicado pelas características dos solos da região, rica em bauxita, visto que este platô não se encontrava em exploração à época da amostragem.

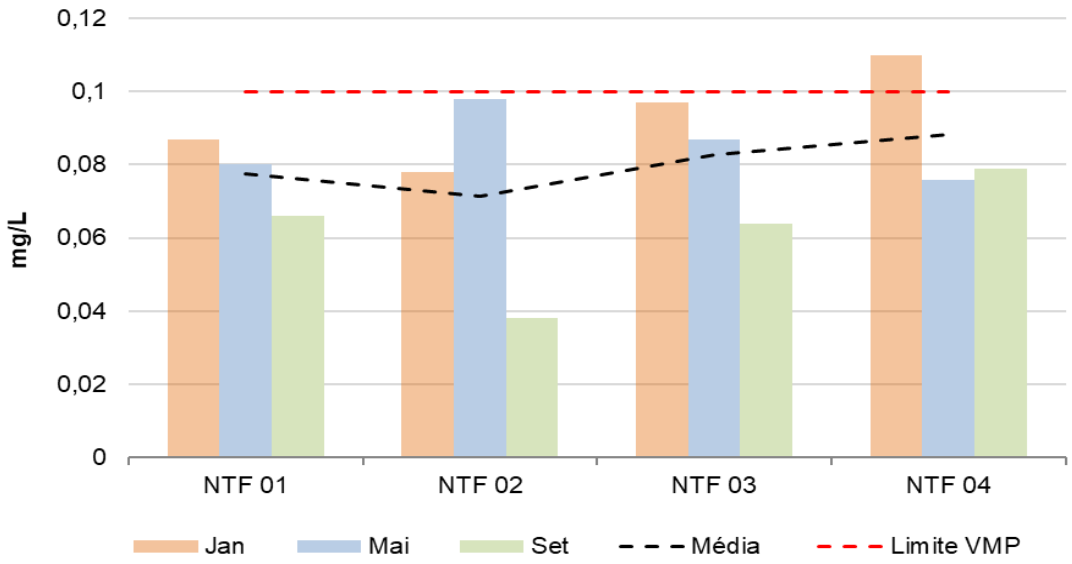


Figura 7.2-285. Variação de alumínio nas nascentes do platô Teófilo ano de 2018.
Fonte: MRN, 2018.

Para o ano de 2019 é possível verificar na **Figura 7.2-286** que o ponto NTF-01 ultrapassou os limites VMP no mês de Janeiro, isso também ocorre para a Nascente NTF-04, no mês de Maio.

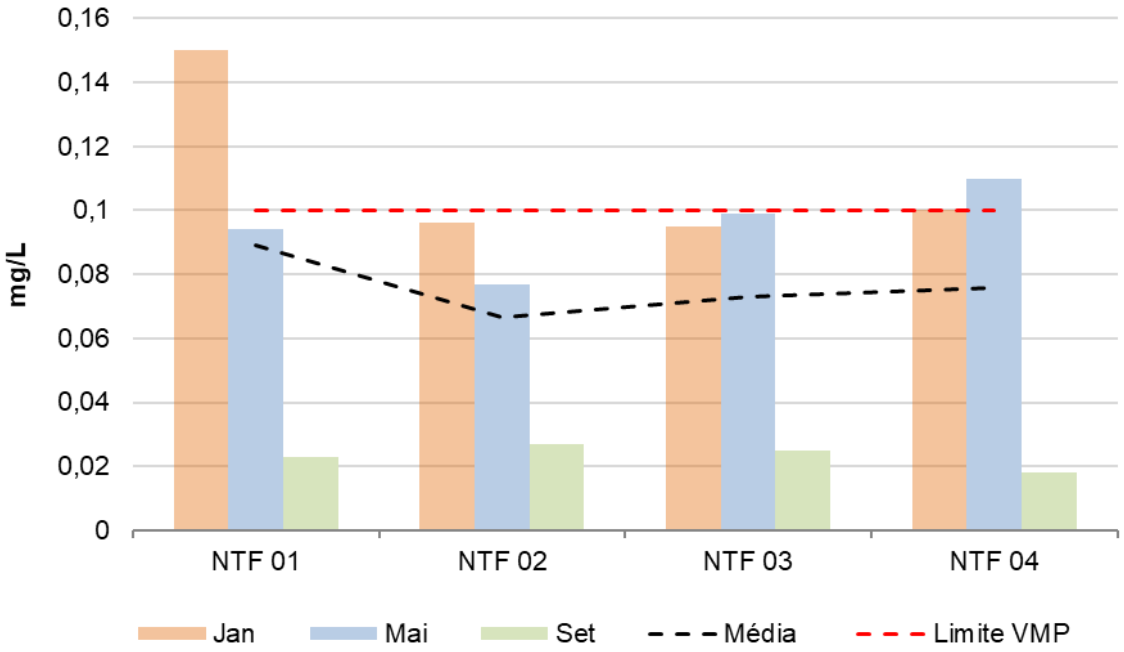


Figura 7.2-286. Variação de alumínio nas nascentes do platô Teófilo ano de 2019.
Elaboração: Arcadis, 2020. Dados: MRN, 2019.

Para o ano de 2020 é possível verificar na Figura 7.2-287 que somente o ponto NTF-01 ultrapassou os limites VMP para alumínio no mês de Janeiro.

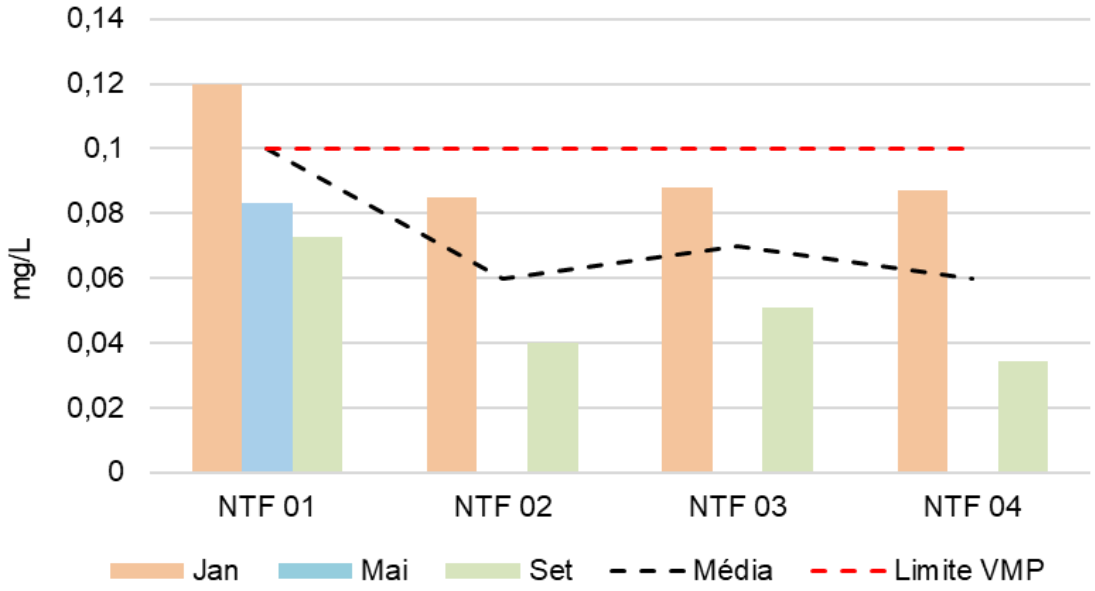


Figura 7.2-287. Variação de alumínio nas nascentes do platô Teófilo ano de 2020.
Elaboração: Arcadis, 2021. Dados: MRN, 2020.

Além do alumínio dissolvido, os valores de pH também não ficaram dentro da janela estipulada para o VMP (entre 6 e 9). Os gráficos ilustrados nas **Figura 7.2-288** e **Figura 7.2-289** correspondem as leituras feitas, respectivamente, durante os anos de 2018 e 2019, apresentando valores que indicam acidez da água com a menor leitura feita em maio de 2019 na nascente N-TF-03 **(Tabela 7.2-56)** com pH de 4,98. O maior valor de pH encontrado foi de 5,66 na nascente N-TF-01 (**Tabela 7.2-50)** em janeiro de 2018. O gráfico ilustrado na **Figura 7.2-290** corresponde as leituras de pH durante o ano de 2020, apresentando o menor valor de na nascente NTF-1 em janeiro com pH de 5,04 **(Tabela 7.2-58)** e o maior valor na nascente NTF-2, em setembro, com pH de 5,65 **(Tabela 7.2-59).**

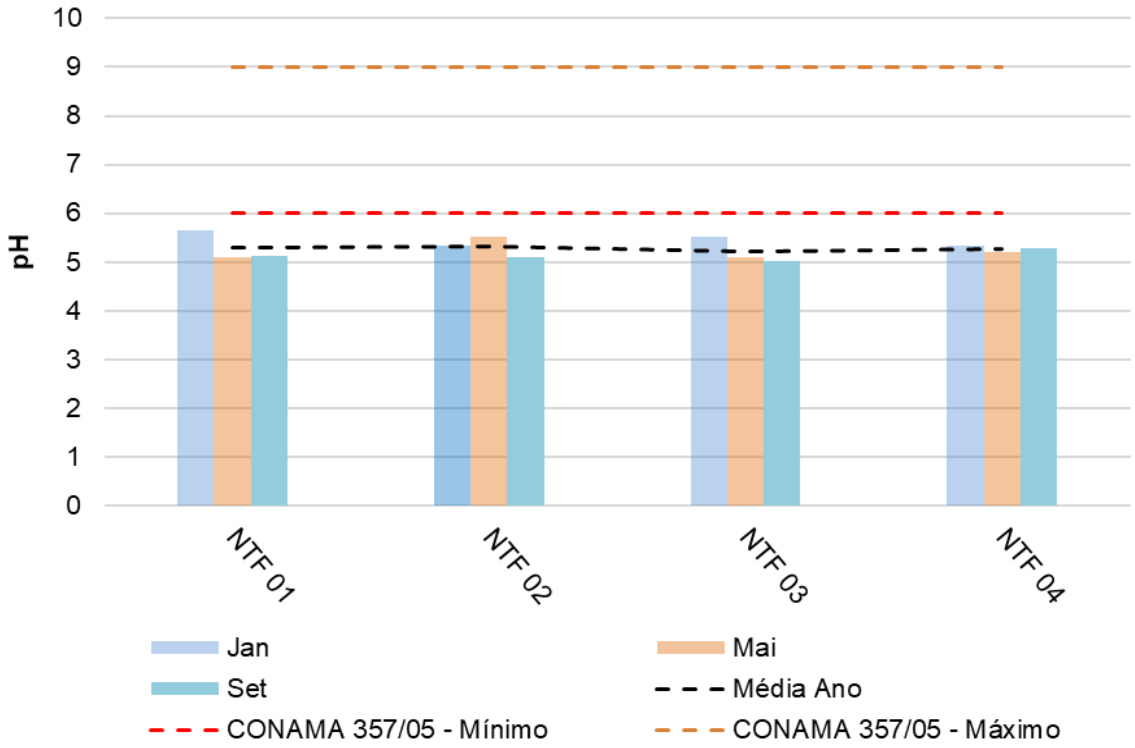


Figura 7.2-288. Variação de pH nas nascentes do platô Teófilo ano de 2018.
Elaboração: Arcadis, 2020. Dados MRN, 2018.

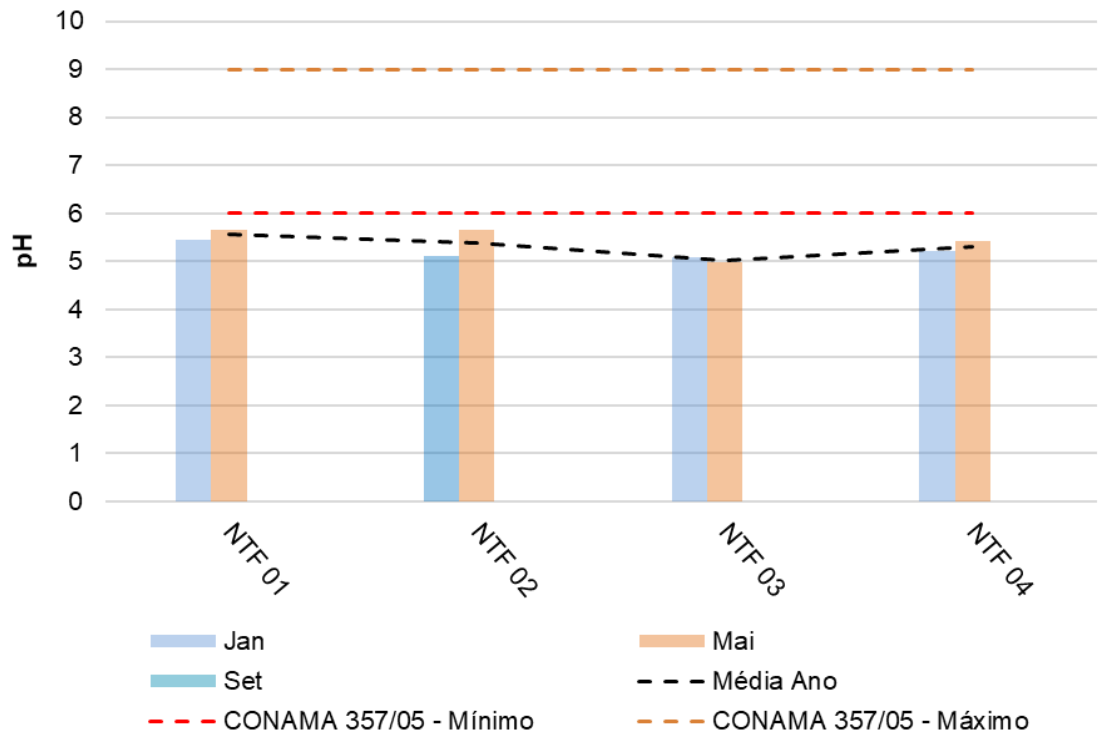


Figura 7.2-289. Variação de pH nas nascentes do platô Teófilo ano de 2019.
Elaboração: Arcadis, 2020. Dados MRN, 2019.

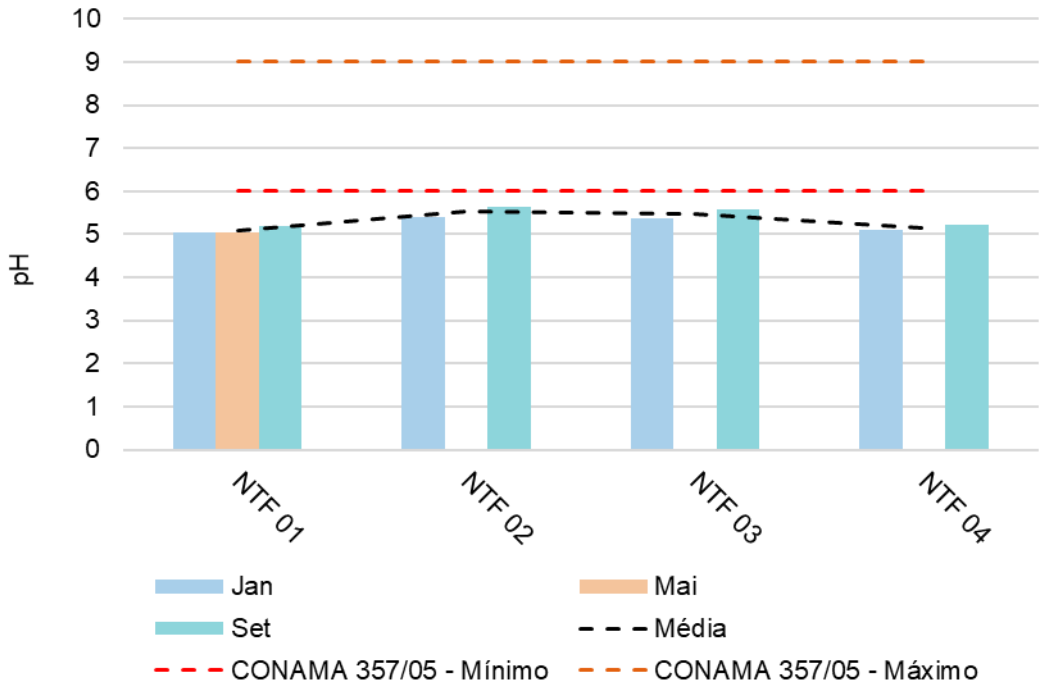


Figura 7.2-290. Variação de pH nas nascentes do platô Teófilo ano de 2020.
Elaboração: Arcadis, 2021. Dados MRN, 2020.

Os valores quadrimestrais para os parâmetros analisados no platô Teófilo, para o ano de 2018 são apresentados na **Tabela 7.2-50** a **Tabela 7.2-53**. Em relação às análises feitas no ano de

2019, os dados são apresentados na **Tabela 7.2-54** a **Tabela 7.2-57.** Para o ano de 2020, os resultados das análises quadrimestrais estão descritos na **Tabela 7.2-58** a **Tabela 7.2-61**.

Tabela 7.2-50. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Teófilo – Ponto de Amostragem N-TF-01 ano de 2018.

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	2,06	2,06	< 5,00	2,06	0	0
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,087	0,08	0,066	0,08	0,01	0,14
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,005	< 0,0050	0,034	0,03	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	1,16	0,92	1,65	1,24	0,37	0,30
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm²	*	9,1	10,5	9,2	9,60	0,78	0,08
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,025	0,13	0,16	0,11	0,07	0,68
Magnésio Total	mg Mg/L	*	< 0,005	0,056	0,12	0,09	0,05	0,51
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,005	< 0,0050	< 0,0050	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	< 0,00017	< 0,00017	-	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,24	0,21	0,53	0,33	0,18	0,54

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
ORP(2)	mV	*	156,3	26,9	144,1	109,10	71,45	0,65
pH(2)	-	6 a 9	5,66	5,09	5,13	5,29	0,32	0,06
Potássio Total	mg K/L	*	< 0,005	0,19	< 0,0050	0,19	-	-
Sílica Total	mg SiO2/L	*	4,93	5,56	4,48	4,99	0,54	0,11
Sódio Total	mg Na/L	*	0,19	0,13	< 0,0050	0,16	0,04	0,27
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	< LQ	12	< 1	12,00	-	-
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	< 1,00	1,46	1,46	-	-
Temperatura(2)	°C	*	25,4	25,1	25,3	25,27	0,15	0,01
Turbidez	NTU	100	2,29	0,79	2,27	1,78	0,86	0,48

Fonte: MRN, 2019.

*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-51. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Teófilo – Ponto de Amostragem N-TF-02, ano de 2018.

Parâmetro	Unidade	VMP ([3])	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	2,06	2,06	< 5,00	2,06	0	0
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,078	0,098	0,038	0,07	0,03	0,43
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,005	0,57	< 0,0050	0,57	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	1,04	0,88	1,59	1,17	0,37	0,32
Condutividade Elétrica([2])	uS/cm²	*	10,7	8,6	9,2	9,50	1,08	0,11
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,0083	0,057	0,0093	0,02	0,03	1,12
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,083	0,038	0,074	0,07	0,02	0,37
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,005	< 0,0050	< 0,0050	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	< 0,00017	< 0,00017	-	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,23	0,23	0,25	0,24	0,01	0,05

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
ORP(2)	mV	*	263,1	185,2	132,1	193,47	65,89	0,34
pH(2)	-	6 a 9	5,34	5,52	5,11	5,32	0,21	0,04
Potássio Total	mg K/L	*	< 0,005	0,3	0,061	0,18	0,17	0,94
Sílica Total	mg SiO2/L	*	5,85	40,8	7,05	17,90	19,84	1,11
Sódio Total	mg Na/L	*	< 0,005	0,76	0,17	0,47	0,42	0,90
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	< LQ	< LQ	< 1	-	-	-
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	< 1,00	1,03	1,03	-	-
Temperatura(2)	°C	*	25,1	25,5	25,1	25,23	0,23	0,01
Turbidez	NTU	100	1,6	2,65	< LQ	2,13	0,74	0,35

Fonte: MRN, 2019.

*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-52. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Teófilo – Ponto de Amostragem N-TF-03, ano de 2018.

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	2,58	2,06	< 5,00	2,32	0,37	0,16
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,097	0,087	0,064	0,08	0,02	0,20
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,005	< 0,0050	< 0,0050	-	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	1,34	0,81	1,69	1,28	0,44	0,35
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm²	*	8,9	13	8,1	10,00	2,63	0,26
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,028	0,0074	0,033	0,02	0,01	0,60
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,076	0,025	0,063	0,05	0,03	0,48
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,005	< 0,0050	< 0,0050	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	< 0,00017	< 0,00017	-	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,28	0,11	0,24	0,21	0,09	0,42

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
ORP(2)	mV	*	156,2	261,9	125,3	181,13	71,63	0,40
pH(2)	-	6 a 9	5,53	5,11	5,03	5,22	0,27	0,05
Potássio Total	mg K/L	*	0,06	0,18	0,055	0,10	0,07	0,72
Sílica Total	mg SiO2/L	*	6,26	37,9	4,55	16,24	18,78	1,16
Sódio Total	mg Na/L	*	0,4	0,19	0,11	0,23	0,15	0,64
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	< LQ	< LQ	3	3,00	-	-
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	< 1,00	< 1,00	-	-	-
Temperatura(2)	°C	*	26,8	25,6	25,3	25,90	0,79	0,03
Turbidez	NTU	100	1,14	0,4	< LQ	0,77	0,52	0,68

Fonte: MRN, 2019.

*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-53 Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Teófilo – Ponto de Amostragem N-TF-04, ano de 2018.

Parâmetro	Unidade	VMP ([3])	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	2,06	2,06	< 5,00	2,06	0,00	0,00
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,11	0,076	0,079	0,09	0,02	0,21
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,005	< 0,0050	< 0,0050	-	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	1,04	0,88	2,37	1,43	0,82	0,57
Condutividade Elétrica([2])	uS/cm²	*	10,2	10,9	8,2	9,77	1,40	0,14
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,016	0,009	0,042	0,02	0,02	0,78
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,069	0,036	0,057	0,05	0,02	0,31
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,005	< 0,0050	< 0,0050	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	< 0,00017	< 0,00017	-	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,18	< 0,1	0,31	0,25	0,09	0,38

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
ORP(2)	mV	*	125,3	218,1	111,3	151,57	58,04	0,38
pH(2)	-	6 a 9	5,34	5,21	5,28	5,28	0,07	0,01
Potássio Total	mg K/L	*	< 0,005	0,2	0,048	0,12	0,11	0,87
Sílica Total	mg SiO2/L	*	3,88	36,5	6,85	15,74	18,04	1,15
Sódio Total	mg Na/L	*	< 0,005	0,26	0,19	0,23	0,05	0,22
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	< LQ	< LQ	< 1	-	-	-
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	< 1,00	1,1	1,10	-	-
Temperatura(2)	°C	*	25,1	25,2	26,5	25,60	0,78	0,03
Turbidez	NTU	100	4,32	0,92	0,75	2,00	2,01	1,01

Fonte: MRN, 2019.

*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-54. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Teófilo – Ponto de Amostragem N-TF-01, ano de 2019.

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	< 5,00	< 5,00	< 5,00	-	-	-
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,15	0,094	0,02	0,09	0,06	0,72
Cálcio Total	mg Ca/L	*	0,011	< 0,005	< 0,005	0,01	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	1,31	1,18	1,44	1,31	0,13	0,10
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm²	*	12,3	11,5		11,90	0,57	0,05
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,048	0,13	0,07	0,08	0,04	0,50
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,14	< 0,005	0,03	0,09	0,07	0,86
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,0050	< 0,005	< 0,005	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	0,00018	< 0,00017	0,00	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,35	0,33	0,15	0,28	0,11	0,40

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
ORP(2)	mV	*	531	459,4	-	495,20	50,63	0,10
pH(2)	-	6 a 9	5,46	5,66	-	5,56	0,14	0,03
Potássio Total	mg K/L	*	0,14	0,069	0,05	0,09	0,05	0,52
Sílica Total	mg SiO2/L	*	4,25	3,84	5,26	4,45	0,73	0,16
Sódio Total	mg Na/L	*	< 0,0050	0,015	0,25	0,13	0,17	1,25
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	< 1	4	< 1	4,00	-	-
Sulfato Total	mg/L	250	2,54	1,68	2,08	2,10	0,43	0,20
Temperatura(2)	°C	*	24,1	25,7	-	24,90	1,13	0,05
Turbidez	NTU	100	6,31	2,13	1,57	3,34	2,59	0,78

Fonte: MRN, 2019.

*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-55. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Teófilo – Ponto de Amostragem N-TF-02, ano de 2019.

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	< 5,00	< 5,00	< 5,00	-	-	-
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,096	0,077	0,03	0,07	0,04	0,53
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,0050	< 0,005	< 0,005	-	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	1,96	1,12	1,80	1,63	0,45	0,27
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm²	*	9,8	8,2		9,00	1,13	0,13
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,025	0,045	0,02	0,03	0,01	0,46
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,095	< 0,005	0,11	0,10	0,01	0,10
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,0050	< 0,005	< 0,005	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	< 0,00017	< 0,00017	-	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,24	0,34	< 0,1	0,29	0,07	0,24

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
ORP(2)	mV	*	521,7	530		525,85	5,87	0,01
pH(2)	-	6 a 9	5,12	5,66		5,39	0,38	0,07
Potássio Total	mg K/L	*	0,27	0,061	0,24	0,19	0,11	0,59
Sílica Total	mg SiO2/L	*	6,03	3,8	6,35	5,39	1,39	0,26
Sódio Total	mg Na/L	*	0,24	0,35	0,38	0,32	0,07	0,23
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	< 1	< 1	< 1	-	-	-
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	< 1,00	2,03	2,03	-	-
Temperatura(2)	°C	*	25,1	26,2		25,65	0,78	0,03
Turbidez	NTU	100	0,87	1,25	0,85	0,99	0,23	0,23

Fonte: MRN, 2019.

*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-56. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Teófilo – Ponto de Amostragem N-TF-03, ano de 2019.

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	< 5,00	< 5,00	< 5,00	-	-	-
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,095	0,099	0,03	0,07	0,04	0,57
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,0050	< 0,005	< 0,005	-	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	1,75	2,96	1,34	2,02	0,84	0,42
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm²	*	11,4	13,9		12,65	1,77	0,14
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	< 0,0050	0,034	0,02	0,03	0,01	0,24
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,087	< 0,005	0,11	0,10	0,02	0,17
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,0050	< 0,005	< 0,005	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	< 0,00017	< 0,00017	-	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,14	0,32	< 0,1	0,23	0,13	0,55
ORP(2)	mV	*	515,5	604,5		560,00	62,93	0,11
pH(2)	-	6 a 9	5,08	4,98		5,03	0,07	0,01
Potássio Total	mg K/L	*	0,26	0,11	0,23	0,20	0,08	0,40

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Sílica Total	mg SiO2/L	*	5,05	4,11	5,71	4,96	0,80	0,16
Sódio Total	mg Na/L	*	0,18	0,22	0,39	0,26	0,11	0,42
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	< 1	< 1	< 1	-	-	-
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	< 1,00	1,95	1,95	-	-
Temperatura(2)	°C	*	25,4	25		25,20	0,28	0,01
Turbidez	NTU	100	1,08	1,16	0,62	0,95	0,29	0,31

Fonte: MRN, 2019.

*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-57. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Teófilo – Ponto de Amostragem N-TF-04, ano de 2019.

Parâmetro	Unidade	VMP ([3])	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	< 5,00	< 5,00	< 5,00	-	-	-
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,1	**0,11**	0,02	0,08	0,05	0,66
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,0050	< 0,005	< 0,005	-	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	1,84	2,9	1,61	2,12	0,69	0,33
Condutividade Elétrica([2])	uS/cm²	*	8,2	11,8		10,00	2,55	0,25
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,022	0,065	< 0,005	0,04	0,03	0,70
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,097	< 0,005	0,02	0,06	0,05	0,91
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,0050	< 0,005	< 0,005	-	-	-

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	< 0,00017	< 0,00017	-	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,11	0,34	0,15	0,20	0,12	0,61
ORP(2)	mV	*	518,3	619,5	-	568,90	71,56	0,13
pH(2)	-	6 a 9	5,21	5,42	-	5,32	0,15	0,03
Potássio Total	mg K/L	*	0,27	0,11	0,02	0,13	0,13	0,96
Sílica Total	mg SiO2/L	*	5,34	5,16	6,27	5,59	0,60	0,11
Sódio Total	mg Na/L	*	0,21	0,25	0,24	0,23	0,02	0,09
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	6	< 1	< 1	6,00	-	-
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	1,39	1,81	1,60	0,30	0,19
Temperatura(2)	°C	*	25,6	26,5		26,05	0,64	0,02
Turbidez	NTU	100	< LQ	1,52	0,57	1,05	0,67	0,64

Fonte: MRN, 2019.

*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-58. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Teófilo – Ponto de Amostragem NTF-01, ano de 2020.

Parâmetro	Unidade	VMP (3) Conama 357/2005	Jan	Mai	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< 5	< 5	< 5	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< 5	< 5	< 5	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< 5	< 5	< 5	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	< 5,00	< 5,00	< 5	-	-	-
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,12	0,083	0,0728	0,1	0,03	0,26
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,005	0,07	< 0,06	0,07	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	1,56	0,49	4,78	1,03	0,76	0,74
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm²	*	8,5	8,5	11,7	9,57	1,85	0,19
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,25	0,3	0,1682	0,28	0,04	0,13
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,14	0,068	< 0,06	0,1	0,05	0,49
Manganês Total	mg/L	0,1	0,011	< 0,005	< 0,006	0,01	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	< 0,00017	NA	-	-	-

Parâmetro	Unidade	VMP (3) Conama 357/2005	Jan	Mai	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
Nitrato	mg/L	10	0,1	0,91	0,341	0,45	0,42	0,92
ORP(2)	mV	*	326	290	307	307,67	18,01	0,06
pH(2)	-	6 a 9	5,04	5,05	5,19	5,09	0,08	0,02
Potássio Total	mg K/L	*	0,41	0,32	0,406	0,38	0,05	0,13
Sílica Total	mg SiO2/L	*	4,62	4,6	6,44	5,22	1,06	0,2
Sódio Total	mg Na/L	*	0,67	0,41	1,38	0,82	0,5	0,61
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	7	5	< 1	6	1,41	0,24
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	4,97	0,096	2,53	3,45	1,36
Temperatura(2)	°C	*	25,5	25,69	26,1	25,76	0,31	0,01
Turbidez	NTU	100	1,29	15,2	1,54	6,01	7,96	1,32

Fonte: MRN, 2020.

*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-59. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Teófilo – Ponto de Amostragem NTF-02, ano de 2020.

Parâmetro	Unidade	VMP ([3]) Conama 357/2005	Jan	Mai[(4)]	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< 5	NA	< 5	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< 5	NA	< 5	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< 5	NA	< 5	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	< 5,00	NA	< 5	-	-	-
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,085	NA	0,04	0,06	0,03	0,44
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,005	NA	< 0,06	-	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	1,23	NA	0,68	0,95	0,39	0,41
Condutividade Elétrica(²)	uS/cm²	*	10	NA	8,1	9,05	1,34	0,15
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,006	NA	< 0,006	0,01	-	-
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,017	NA	0,0769	0,05	0,04	0,9
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,005	NA	< 0,006	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	NA	NA	-	-	-
Nitrato	mg/L	10	< 0,1	NA	0,221	0,22	-	-
ORP(²)	mV	*	520	NA	341	430,5	126,57	0,29
pH(²)	-	6 a 9	5,4	NA	5,65	5,53	0,18	0,03

Parâmetro	Unidade	VMP ([3]) Conama 357/2005	Jan	Mai[(4)]	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
Potássio Total	mg K/L	*	< 0,005	NA	0,173	0,17	-	-
Sílica Total	mg SiO2/L	*	5,47	NA	3,92	4,7	1,1	0,23
Sódio Total	mg Na/L	*	0,26	NA	2,16	1,21	1,34	1,11
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	NA	< 0,01	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	6	NA	18	12	8,49	0,71
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	NA	0,109	0,11	-	-
Temperatura(²)	°C	*	30,6	NA	25,9	28,25	3,32	0,12
Turbidez	NTU	100	< 0,4	NA	0,84	0,84	-	-

Fonte: MRN, 2020.

*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); (4) Não analisado devido a Pandemia, * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-60. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Teófilo – Ponto de Amostragem NTF-03, ano de 2020.

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai(4)	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< 5	NA	8	8	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< 5	NA	< 5	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< 5	NA	< 5	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	< 5,00	NA	8	8	-	-
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,088	NA	0,051	0,07	0,03	0,38
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,005	NA	0,378	0,38	#DIV/0!	#DIV/0!
Cloreto Total	mg/L	250	1,03	NA	0,953	0,99	0,05	0,05
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm²	*	9,9	NA	8,9	9,4	0,71	0,08
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	< 0,005	NA	< 0,006	-	-	-
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,015	NA	0,0967	0,06	0,06	1,03
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,005	NA	< 0,006	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	NA	NA	-	-	-

Parâmetro	Unidade	VMP (3) Conama 357/2005	Jan	Mai(4)	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
Nitrato	mg/L	10	< 0,1	NA	0,403	0,4	-	-
ORP(2)	mV	*	586	NA	331	458,5	180,31	0,39
pH(2)	-	6 a 9	5,36	NA	5,59	5,48	0,16	0,03
Potássio Total	mg K/L	*	< 0,005	NA	0,112	0,11	-	-
Sílica Total	mg SiO2/L	*	4,46	NA	6,54	5,5	1,47	0,27
Sódio Total	mg Na/L	*	0,27	NA	2,09	1,18	1,29	1,09
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	NA	< 0,01	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	10	NA	< 1	10	-	-
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	NA	0,17	0,17	-	-
Temperatura(2)	°C	*	26,2	NA	26	26,1	0,14	0,01
Turbidez	NTU	100	1,45	NA	0,48	0,97	0,69	0,71

Fonte: MRN, 2020.

*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); (4) Não analisado devido a Pandemia, * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-61. Resultados analíticos dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Teófilo – Ponto de Amostragem NTF-04, ano de 2020.

Parâmetro	Unidade	VMP (3) Conama 357/2005	Jan	Mai(4)	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< 5	NA	< 5	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< 5	NA	< 5	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< 5	NA	< 5	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	< 5,00	NA	< 5	-	-	-
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,087	NA	0,0341	0,06	0,04	0,62
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,005	NA	< 0,06	-	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	3,8	NA	1,19	2,5	1,85	0,74
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm²	*	10,6	NA	11,7	11,15	0,78	0,07
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,0058	NA	0,02	0,01	0,01	0,79
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,12	NA	< 0,06	0,12	-	-
Manganês Total	mg/L	0,1	0,009	NA	< 0,006	0,01	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	NA	NA	-	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,42	NA	0,115	0,27	0,22	0,81
ORP(2)	mV	*	352	NA	308	330	31,11	0,09
pH(2)	-	6 a 9	5,1	NA	5,21	5,16	0,08	0,02
Potássio Total	mg K/L	*	0,34	NA	0,238	0,29	0,07	0,25

Parâmetro	Unidade	VMP ([3]) Conama 357/2005	Jan	Mai[(4)]	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
Sílica Total	mg SiO2/L	*	4,97	NA	7,5	6,24	1,79	0,29
Sódio Total	mg Na/L	*	0,79	NA	0,751	0,77	0,03	0,04
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	NA	< 0,01	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	< 1	NA	< 1	-	-	-
Sulfato Total	mg/L	250	1,17	NA	0,074	0,62	0,77	1,25
Temperatura(²)	°C	*	26	NA	25,8	25,9	0,14	0,01
Turbidez	NTU	100	0,53	NA	0,55	0,54	0,01	0,03

Fonte: MRN, 2020.

*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); (4) Não analisado devido a Pandemia, * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Platô Saracá

Conforme apresentado no Relatório de Monitoramento Ambiental da Mineração Rio do Norte apresentado pela MRN (2018, 2019 e 2020). As nascentes do platô Saracá foram divididas em dois grupos: Grupo 1 (entorno), formada pelas nascentes NSA-01, NSA-03, NSA-08, NSA-13, NSA-14, NSA-17, e NSA-21 e Grupo 2 (oeste), formada pelas nascentes NSAW-01 a NSAW-04. As coordenadas geográficas dos pontos de monitoramento de nascentes são apresentadas no **Quadro 7.2-64.**

Quadro 7.2-64. Coordenadas pontos de monitoramento de nascentes, Platô Saracá.

Nascente	Coordenadas UTM Fuso 21 S		Platô
	UTM X	UTM Y	
NASW-1	556398	9813332	Saracá Oeste
NASW-2	553779	9813701	Saracá Oeste
NASW-3	557084	9816270	Saracá Oeste
NASW-4	554668	9816030	Saracá Oeste
NASA-1	558607	9814772	Saracá
NASA-3	558640	9811026	Saracá
NASA-4	560261	9812989	Saracá
NASA-8	560859	9816448	Saracá
NASA-13	561711	9812093	Saracá
NASA-14	561828	9816740	Saracá
NASA-17	564104	9816240	Saracá
NASA-21	557500	9811418	Saracá

Fonte: MRN, 2019.

Os resultados das análises químicas das amostras de água nas nascentes do setor oeste do platô no ano de 2018 mostrou concentração acima do valor permitido (VMP) para o parâmetro Alumínio (**Figura 7.2-291** e **Figura 7.2-292**) apenas na nascente NSA-21 durante a medição feita em setembro. Os resultados das análises químicas das amostras de água nas nascentes do setor oeste e do entorno do platô Saracá no ano de 2020 não apresentaram concentração acima do valor permitido (VMP) para o parâmetro Alumínio (**Figura 7.2-293**).

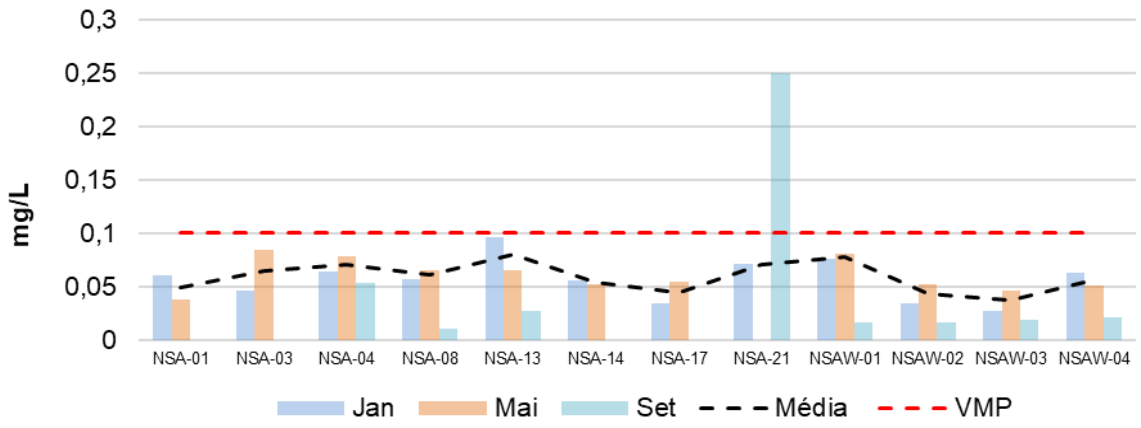


Figura 7.2-291. Variação de alumínio nas nascentes do platô Saracá em 2018.
Elaboração: Arcadis, 2020. Dados: MRN, 2018.

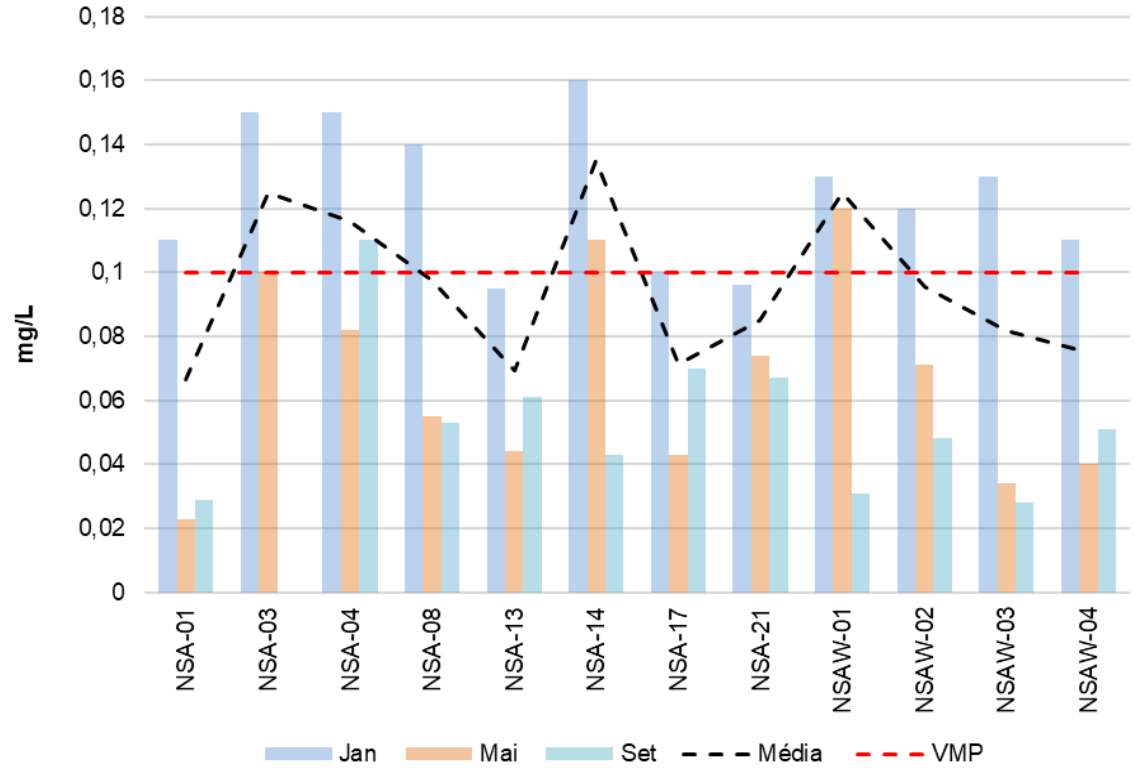


Figura 7.2-292. Variação de alumínio nas nascentes do platô Saracá em 2019.
Elaboração: Arcadis, 2020. Dados: MRN, 2019.

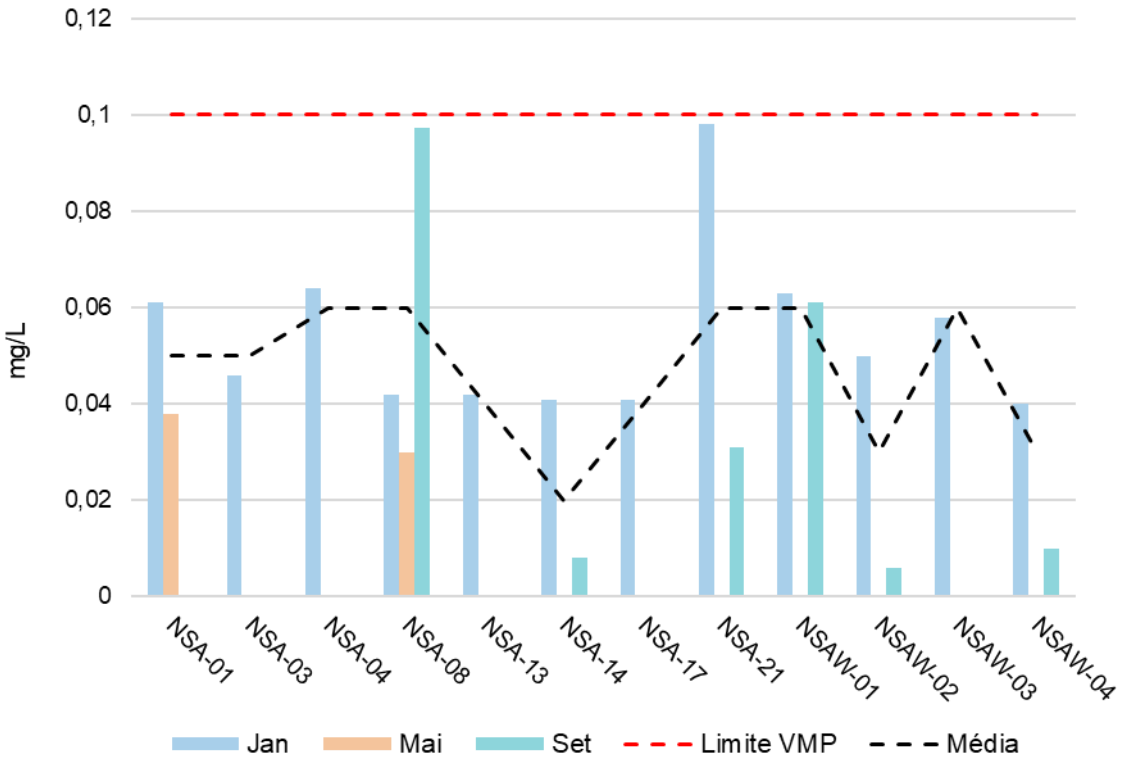


Figura 7.2-293. Variação de alumínio nas nascentes do platô Saracá em 2020.
Elaboração: Arcadis, 2021. Dados: MRN, 2020.

Além do alumínio dissolvido, outros parâmetros analisados também apresentaram valores que superam o VMP, como foi o caso do pH, apresentando valores que indicam acidez da água, abaixo da janela apresentada no VMP (entre 6 a 9). As Figura 7.2-294, **Figura 7.2-295** e **Figura 7.2-296** apresentam as leituras ao longo dos anos, respectivamente, de 2018, 2019 e 2020. O menor valor de pH foi constatado na nascente NSA-13 (**Tabela 7.2-66**) com pH de 4,97 durante o monitoramento de setembro de 2018, enquanto o maior valor de pH encontrado diz respeito a nascente NSAW-02 (**Tabela 7.2-83**) com pH de 5,93, durante o monitoramento de janeiro de 2019. Para o ano de 2020 é possível verificar que o maior valor de pH foi medido em janeiro, na nascente NSA-01, com valor de 5,97, enquanto que o menor valor de pH foi de 5,0 e 5,01 nas nascentes NSA-04 e NSAW-02, respectivamente, ambas no mês de janeiro.

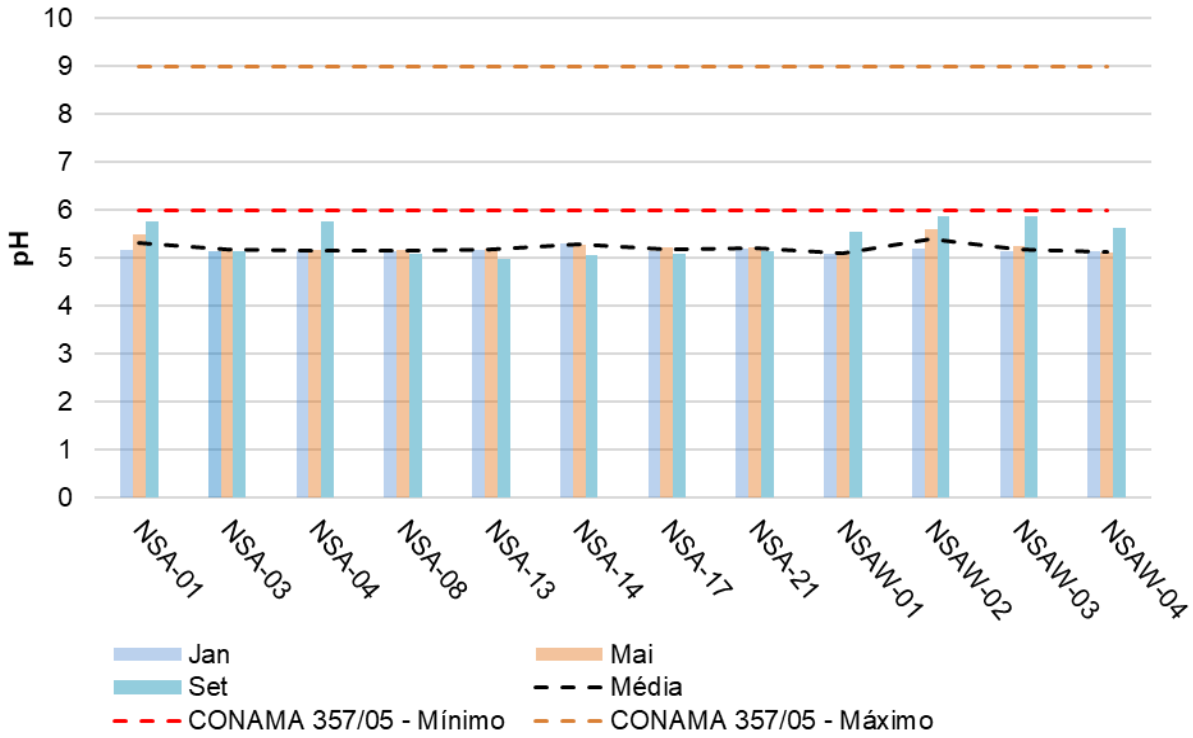


Figura 7.2-294. Variação de pH nas nascentes do platô Saracá em 2018.

Elaboração: Arcadis, 2020. Dados MRN, 2018.

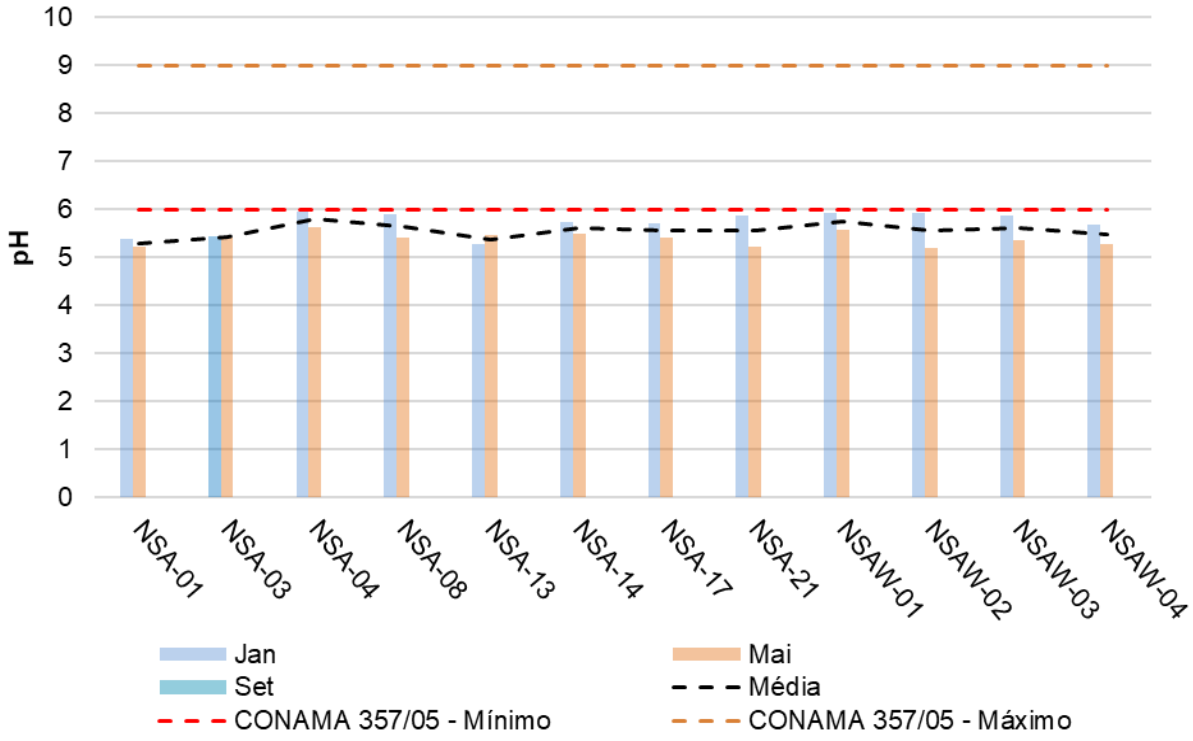


Figura 7.2-295. Variação de pH nas nascentes do platô Saracá em 2019.

Elaboração: Arcadis, 2020. Dados MRN, 2019.

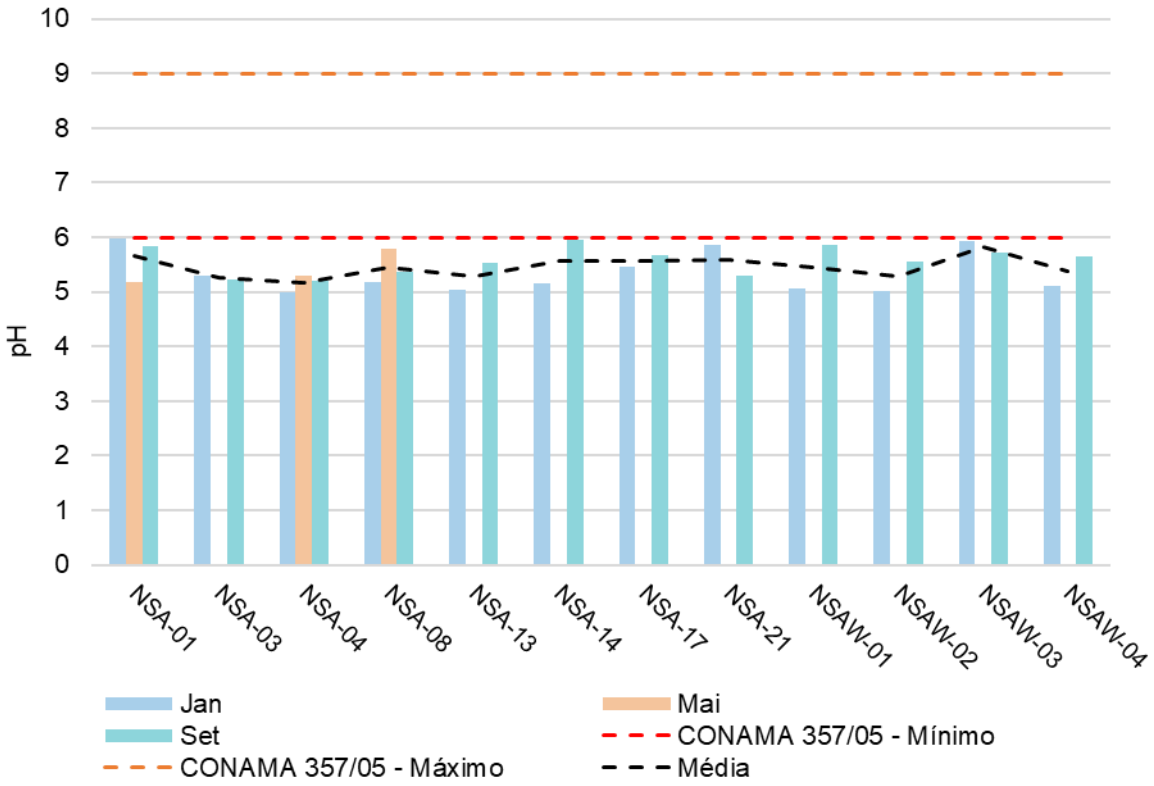


Figura 7.2-296. Variação de pH nas nascentes do platô Saracá em 2020.
Elaboração: Arcadis, 2021. Dados MRN, 2020.

Além disso, a nascente NSA-04 (**Tabela 7.2-76**) apresentou valores de Ferro dissolvido superiores ao VMP (0,3 mg/L), com leitura de 1,35 mg/para os meses de maio e setembro de 2019. Desse modo, nas **Figura 7.2-297** e **Figura 7.2-298** apresentam as leituras referente aos anos, respectivamente, de 2018 e 2019, sendo evidente o pico desse parâmetro no mês de maio seguido pela diminuição em setembro de 2019. A **Figura 7.2-299** apresenta os resultados analíticos para 2020, indicando valores de Ferro dissolvido abaixo do VMP (0,3 mg/L).

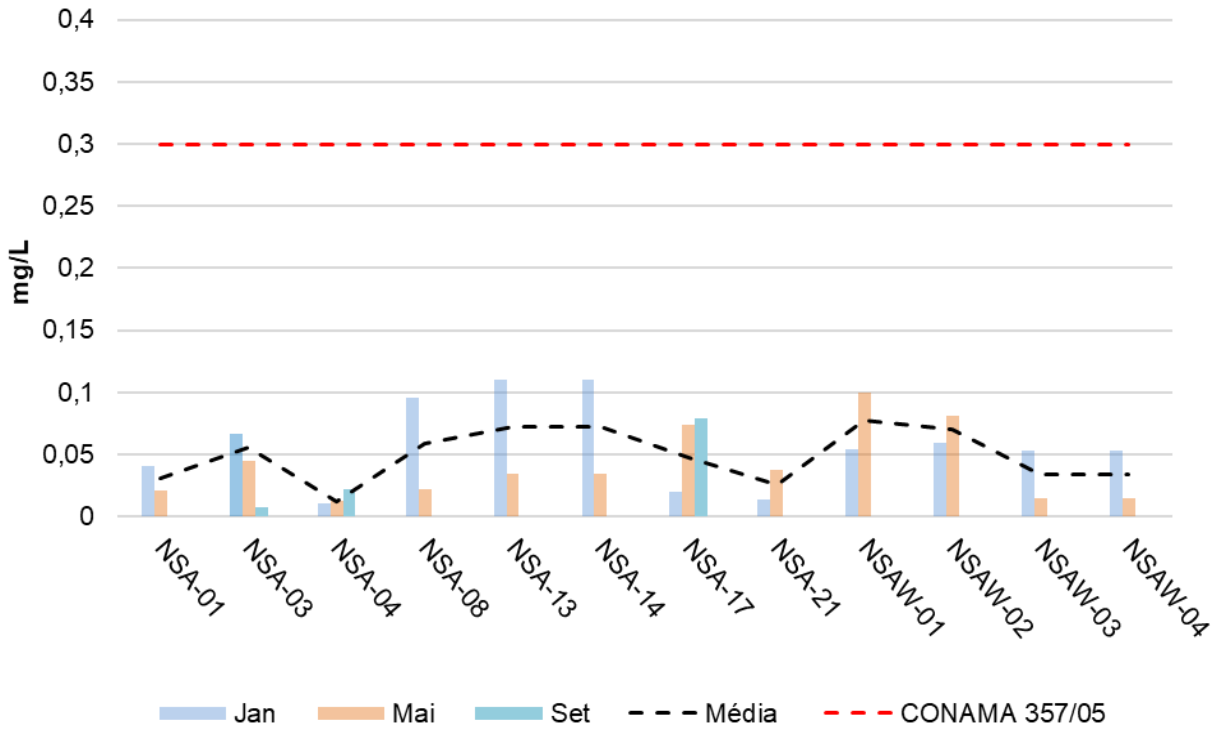


Figura 7.2-297. Variação de ferro nas nascentes do platô Saracá em 2018.
Elaboração: Arcadis, 2020. Dados MRN, 2019.

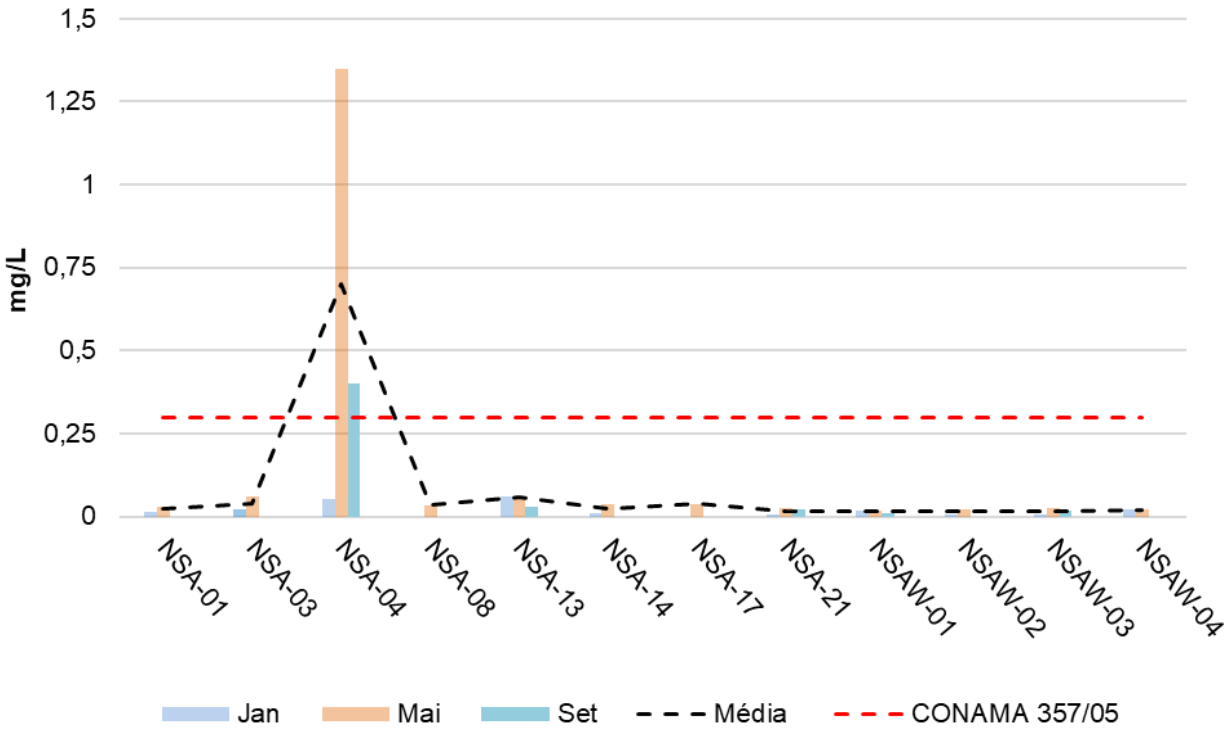


Figura 7.2-298. Variação de ferro nas nascentes do platô Saracá em 2019.
Elaboração: Arcadis, 2020. Dados MRN, 2019.

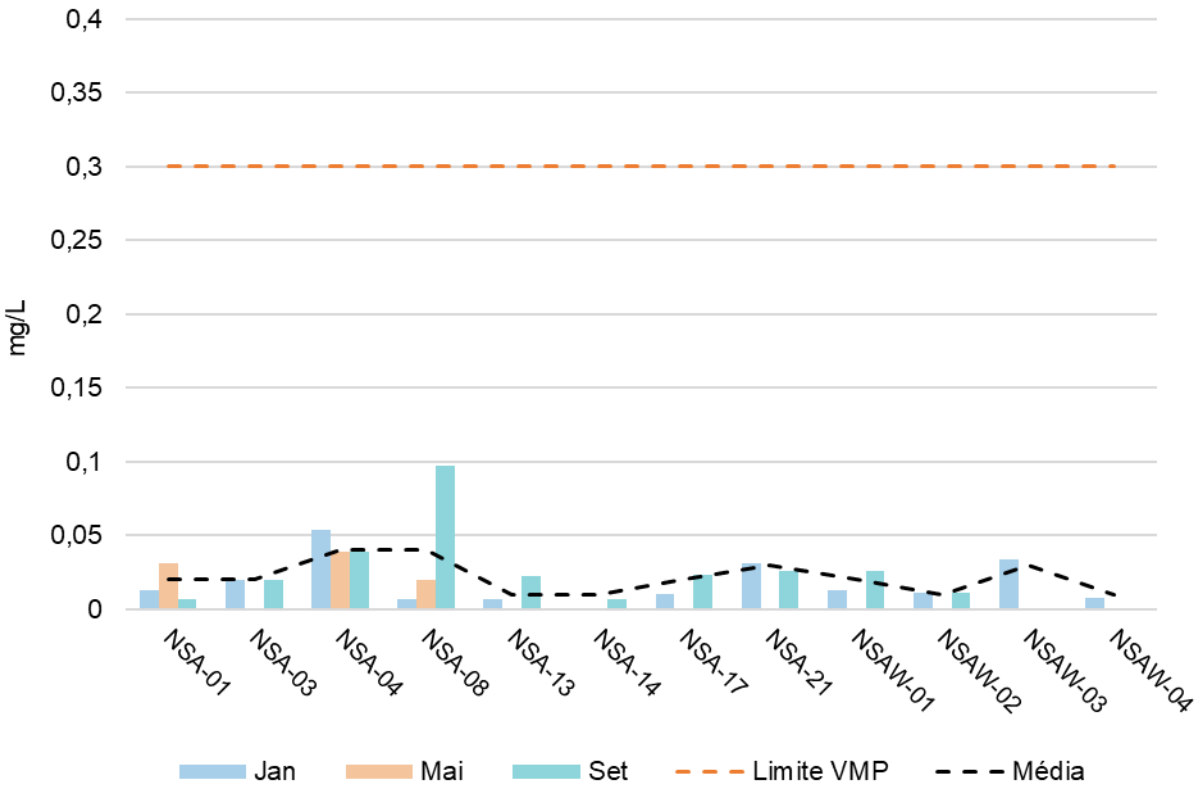


Figura 7.2-299. Variação de ferro nas nascentes do platô Saracá em 2020.
Elaboração: Arcadis, 2021. Dados MRN, 2020.

Os resultados das análises quadrimestrais das nascentes para o ano de 2018 (**Tabela 7.2-62** a **Tabela 7.2-73**), 2019 (**Tabela 7.2-74** a **Tabela 7.2-85**) e 2020 (**Tabela 7.2-86** a **Tabela 7.2-97**) são descritas a seguir.

Tabela 7.2-62. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSA-01, ano de 2018.

Parâmetro	Unidade	VMP (3) Conama 357/2005	Jan	Mai	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	2,06	2,06	< 5,00	2,06	0	0
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	**0,11**	0,023	0,029	0,05	0,05	0,90
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,005	< 0,0050	< 0,0050	-	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	1,04	0,92	1,39	1,12	0,24	0,22
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm²	*	8,9	8,6	8,9	8,80	0,17	0,02
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,041	0,021	< 0,0050	0,03	0,01	0,46
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,058	0,13	< 0,0050	0,09	0,05	0,54
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,005	< 0,0050	< 0,0050	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	< 0,00017	< 0,00017	-	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,32	0,16	0,22	0,23	0,08	0,35
ORP(2)	mV	*	156,2	92,5	108,8	119,17	33,09	0,28
pH(2)	-	6 a 9	**5,16**	**5,5**	**5,76**	5,47	0,30	0,05
Potássio Total	mg K/L	*	0,092	0,15	0,056	0,10	0,05	0,48
Sílica Total	mg SiO2/L	*	5,14	6,31	6,28	5,91	0,67	0,11
Sódio Total	mg Na/L	*	0,49	0,36	0,4	0,42	0,07	0,16
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	< LQ	< LQ	< 1	-	-	-

Parâmetro	Unidade	VMP (3) Conama 357/2005	Jan	Mai	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	< 1,00	< 1,00	-	-	-
Temperatura(2)	°C	*	25,6	24,5	25,8	25,30	0,70	0,03
Turbidez	NTU	100	2,54	0,48	< LQ	1,51	1,46	0,96

Fonte: MRN, 2019.

*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-63. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSA-03 ano de 2018.

Parâmetro	Unidade	VMP (3) Conama 357/2005	Jan	Mai	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	2,06	2,06	< 5,00	2,06	0	0
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	**0,15**	0,1	0,054	0,10	0,05	0,47
Cálcio Total	mg Ca/L	*	0,023	< 0,0050	< 0,0050	0,02	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	1,16	1,22	1,87	1,42	0,39	0,28
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm²	*	8,5	8,3	9,7	8,83	0,76	0,09
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,067	0,045	0,0072	0,04	0,03	0,76
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,08	0,12	< 0,0050	0,10	0,03	0,28
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,005	< 0,0050	< 0,0050	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	< 0,00017	< 0,00017	-	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,41	0,24	0,22	0,29	0,10	0,36
ORP(2)	mV	*	189,2	98,7	115,3	134,40	48,18	0,36

Parâmetro	Unidade	VMP (3) Conama 357/2005	Jan	Mai	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
pH(2)	-	6 a 9	5,15	5,19	5,14	5,16	0,03	0,01
Potássio Total	mg K/L	*	0,23	0,25	0,13	0,20	0,06	0,32
Sílica Total	mg SiO2/L	*	5,37	5,5	5,12	5,33	0,19	0,04
Sódio Total	mg Na/L	*	0,51	0,31	0,58	0,47	0,14	0,30
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	< LQ	3	< 1	3,00	-	-
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	< 1,00	< 1,00	-	-	-
Temperatura(2)	°C	*	25,3	24,8	25,6	25,23	0,40	0,02
Turbidez	NTU	100	3,17	1,34	0,95	1,82	1,19	0,65

Fonte: MRN, 2019.

Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.

Tabela 7.2-64. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSA-04 ano de 2018.

Parâmetro	Unidade	VMP (3) Conama 357/2005	Jan	Mai	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	2,06	2,06	< 5,00	2,06	0	0
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,15	0,082	0,11	0,11	0,03	0,30
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,005	< 0,0050	< 0,0050	-	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	1,35	1,18	1,86	1,46	0,35	0,24

Parâmetro	Unidade	VMP (3) Conama 357/2005	Jan	Mai	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm²	*	13,4	13,8	10,1	12,43	2,03	0,16
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,011	0,013	0,022	0,02	0,01	0,38
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,083	0,11	< 0,0050	0,10	0,02	0,20
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,005	< 0,0050	< 0,0050	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	< 0,00017	< 0,00017	-	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,31	0,2	0,23	0,25	0,06	0,23
ORP(2)	mV	*	152,1	101,8	122,1	125,33	25,31	0,20
pH(2)	-	6 a 9	5,15	5,18	5,77	5,37	0,35	0,07
Potássio Total	mg K/L	*	0,24	0,25	0,075	0,19	0,10	0,52
Sílica Total	mg SiO2/L	*	7,39	6,03	9,43	7,62	1,71	0,22
Sódio Total	mg Na/L	*	0,91	0,42	0,53	0,62	0,26	0,41
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	< LQ	3	7	5,00	2,83	0,57
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	< 1,00	< 1,00	-	-	-
Temperatura(2)	°C	*	25,5	26,9	25,3	25,90	0,87	0,03
Turbidez	NTU	100	2,25	2,36	< LQ	2,31	0,08	0,03

Fonte: MRN, 2019.

*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado*

Tabela 7.2-65. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSA-08 ano de 2018.

Parâmetro	Unidade	VMP (3) Conama 357/2005	Jan	Mai	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	2,06	2,06	< 5,00	2,06	0	0
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,14	0,06	0,05	0,08	0,05	0,60
Cálcio Total	mg Ca/L	*	0,015	< 0,0050	< 0,0050	0,02	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	1,17	0,98	1,73	1,29	0,39	0,30
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm²	*	11,5	11,3	10,3	11,03	0,64	0,06
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,096	0,022	< 0,0050	0,06	0,05	0,89
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,086	0,059	0,095	0,08	0,02	0,23
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,005	< 0,0050	0,0076	0,01	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	< 0,00017	< 0,00017	-	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,5	0,21	0,29	0,33	0,15	0,45
ORP(2)	mV	*	152,1	101,5	112,3	121,97	26,65	0,22
pH(2)	-	6 a 9	5,14	5,18	5,08	5,13	0,05	0,01
Potássio Total	mg K/L	*	0,39	0,29	< 0,0050	0,34	0,07	0,21
Sílica Total	mg SiO2/L	*	5,21	6,62	4,84	5,56	0,94	0,17
Sódio Total	mg Na/L	*	0,45	0,33	< 0,0050	0,39	0,08	0,22
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	< LQ	14	< 1	14,00	-	-
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	< 1,00	< 1,00	-	-	-
Temperatura(2)	°C	*	26,1	25,1	25,3	25,50	0,53	0,02

Parâmetro	Unidade	VMP ([3]) Conama 357/2005	Jan	Mai	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
Turbidez	NTU	100	1,99	< LQ	< LQ	1,99	-	-

Fonte: MRN, 2019.

*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-66. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSA-13 ano de 2018.

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	2,06	2,06	< 5,00	2,06	0	0
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,10	0,04	0,06	0,07	0,03	0,39
Cálcio Total	mg Ca/L	*	0,028	< 0,0050	< 0,0050	0,03	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	1,11	1,06	1,54	1,24	0,26	0,21
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm²	*	8,5	8,6	9,6	8,90	0,61	0,07
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,02	0,039	0,24	0,10	0,12	1,22
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,098	0,12	< 0,0050	0,11	0,02	0,14
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,005	< 0,0050	< 0,0050	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	< 0,00017	< 0,00017	-	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,31	0,2	0,24	0,25	0,06	0,22
ORP(2)	mV	*	135,2	86,8	135,2	119,07	27,94	0,23
pH(2)	-	6 a 9	**5,18**	**5,21**	**4,97**	5,12	0,13	0,03
Potássio Total	mg K/L	*	0,23	0,25	0,073	0,18	0,10	0,53
Sílica Total	mg SiO2/L	*	6,45	6,8	6,25	6,50	0,28	0,04
Sódio Total	mg Na/L	*	0,38	0,3	0,36	0,35	0,04	0,12
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	< LQ	< LQ	7	7,00	-	-
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	< 1,00	< 1,00	-	-	-
Temperatura(2)	°C	*	25,5	25,8	26	25,77	0,25	0,01

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Turbidez	NTU	100	1,71	0,8	< LQ	1,26	0,64	0,51

Fonte: MRN, 2019.
*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado;*

Tabela 7.2-67. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSA-14 ano de 2018.

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	2,06	2,06	< 5,00	2,06	0	0
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	**0,16**	**0,11**	0,04	0,10	0,06	0,56
Cálcio Total	mg Ca/L	*	0,0085	< 0,0050	< 0,0050	0,01	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	1,16	0,93	1,31	1,13	0,19	0,17
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm²	*	9,5	9,53	8,1	9,04	0,82	0,09
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,11	0,034	< 0,0050	0,07	0,05	0,75
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,083	0,065	< 0,0050	0,07	0,01	0,17
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,005	< 0,0050	< 0,0050	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	< 0,00017	< 0,00017	-	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,55	0,18	0,23	0,32	0,20	0,63
ORP(2)	mV	*	156,4	98,5	135,2	130,03	29,29	0,23
pH(2)	-	6 a 9	**5,31**	**5,27**	**5,07**	5,22	0,13	0,02
Potássio Total	mg K/L	*	0,37	0,22	< 0,0050	0,30	0,11	0,36

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Sílica Total	mg SiO2/L	*	5,14	7	10,8	7,65	2,88	0,38
Sódio Total	mg Na/L	*	0,42	0,31	< 0,0050	0,37	0,08	0,21
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	< LQ	17	< 1	17,00	-	-
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	< 1,00	< 1,00	-	-	-
Temperatura(2)	°C	*	10,7	10,8	25,4	15,63	8,46	0,54
Turbidez	NTU	100	1,94	< LQ	< LQ	1,94	-	-

Fonte: MRN, 2019.
*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-68. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSA-17, ano de 2018.

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	2,06	2,06	< 5,00	2,06	0	0
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,10	0,04	0,07	0,07	0,03	0,40
Cálcio Total	mg Ca/L	*	0,019	< 0,0050	< 0,0050	0,02	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	1,03	0,99	1,58	1,20	0,33	0,27
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm²	*	9,6	9,3	8,8	9,23	0,40	0,04
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,02	0,074	0,079	0,06	0,03	0,57
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,079	0,062	< 0,0050	0,07	0,01	0,17
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,005	< 0,0050	< 0,0050	-	-	-

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	< 0,00017	< 0,00017	-	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,35	0,19	0,19	0,24	0,09	0,38
ORP(2)	mV	*	145,1	96,8	115,6	119,17	24,35	0,20
pH(2)	-	6 a 9	5,15	5,22	5,1	5,16	0,06	0,01
Potássio Total	mg K/L	*	0,23	0,23	0,064	0,17	0,10	0,55
Sílica Total	mg SiO2/L	*	5,38	6,88	6,73	6,33	0,83	0,13
Sódio Total	mg Na/L	*	0,54	0,45	0,61	0,53	0,08	0,15
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	< LQ	22	6	14,00	11,31	0,81
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	4,42	< 1,00	4,42	-	-
Temperatura(2)	°C	*	25,8	24,2	25,3	25,10	0,82	0,03
Turbidez	NTU	100	1,69	< LQ	< LQ	1,69	-	-

Fonte: MRN, 2019.

*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-69. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSA-21, ano de 2018.

Parâmetro	Unidade	VMP (3) Conama 357/2005	Jan	Mai	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	2,06	2,06	< 5,00	2,06	0	0
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,10	0,07	0,07	0,08	0,02	0,19
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,005	< 0,0050	< 0,0050	-	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	1,04	0,94	1,62	1,20	0,37	0,31
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm²	*	8,3	8,5	10,2	9,00	1,04	0,12
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,014	0,038	< 0,0050	0,03	0,02	0,65
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,097	0,13	< 0,0050	0,11	0,02	0,21
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,005	< 0,0050	< 0,0050	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	< 0,00017	< 0,00017	-	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,28	0,25	0,22	0,25	0,03	0,12
ORP(2)	mV	*	154,2	98,5	83,5	112,07	37,25	0,33
pH(2)	-	6 a 9	**5,21**	**5,23**	**5,14**	5,19	0,05	0,01
Potássio Total	mg K/L	*	0,21	0,25	0,077	0,18	0,09	0,51
Sílica Total	mg SiO2/L	*	6,3	6,63	5,84	6,26	0,40	0,06
Sódio Total	mg Na/L	*	0,34	0,24	0,31	0,30	0,05	0,17
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	< LQ	16	8	12,00	5,66	0,47
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	1,4	< 1,00	1,40	-	-
Temperatura(2)	°C	*	25,1	24,2	24,7	24,67	0,45	0,02

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Turbidez	NTU	100	1,5	1,69	0,93	1,37	0,40	0,29

Fonte: MRN, 2019.
*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-70. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSAW-01, ano de 2018.

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	2,06	2,06	< 5,00	2,06	0	0
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,13	0,12	0,03	0,09	0,05	0,58
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,005	0,014	< 0,0050	0,01	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	1,11	0,74	1,3	1,05	0,28	0,27
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm²	*	7,5	8,5	8,8	8,27	0,68	0,08
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,054	0,1	< 0,0050	0,08	0,03	0,42
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,044	0,11	0,035	0,06	0,04	0,65
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,005	< 0,0050	< 0,0050	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	< 0,00017	< 0,00017	-	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,33	0,28	0,21	0,27	0,06	0,22
ORP(2)	mV	*	132,1	78,5	163,2	124,60	42,85	0,34
pH(2)	-	6 a 9	**5,08**	**5,1**	**5,56**	5,25	0,27	0,05
Potássio Total	mg K/L	*	0,11	0,2	0,031	0,11	0,08	0,74

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Sílica Total	mg SiO2/L	*	< 1,07	4,63	6,71	5,67	1,47	0,26
Sódio Total	mg Na/L	*	< 0,005	0,34	0,18	0,26	0,11	0,44
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	0,5	< 0,1	0,50	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	10	12	2	8,00	5,29	0,66
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	< 1,00	< 1,00	-	-	-
Temperatura(2)	°C	*	25,1	25,8	26,1	25,67	0,51	0,02
Turbidez	NTU	100	2,08	3,75	< LQ	2,92	1,18	0,41

Fonte: MRN, 2019.

*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-71. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSAW-02, ano de 2018.

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	2,06	2,06	< 5,00	2,06	0	0
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,12	0,07	0,05	0,08	0,04	0,46
Cálcio Total	mg Ca/L	*	0,046	0,12	< 0,0050	0,08	0,05	0,63
Cloreto Total	mg/L	250	1,1	0,99	1,17	1,09	0,09	0,08
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm²	*	8,8	8,8	9	8,87	0,12	0,01
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,059	0,081	< 0,0050	0,07	0,02	0,22
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,099	0,12	0,093	0,10	0,01	0,14

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Manganês Total	mg/L	0,1	0,0054	< 0,0050	< 0,0050	0,01	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	< 0,00017	< 0,00017	-	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,24	0,28	0,24	0,25	0,02	0,09
ORP(2)	mV	*	154,2	78,8	108,1	113,70	38,01	0,33
pH(2)	-	6 a 9	5,21	5,6	5,86	5,56	0,33	0,06
Potássio Total	mg K/L	*	0,18	0,28	0,11	0,19	0,09	0,45
Sílica Total	mg SiO2/L	*	2,38	5,46	2,43	3,42	1,76	0,52
Sódio Total	mg Na/L	*	0,16	0,32	0,3	0,26	0,09	0,34
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	0,1	< 0,1	< 0,1	0,10	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	6	< LQ	16	11,00	7,07	0,64
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	< 1,00	< 1,00	-	-	-
Temperatura(2)	°C	*	25,5	24,5	26,6	25,53	1,05	0,04
Turbidez	NTU	100	1,82	0,99	1,11	1,31	0,45	0,34

Fonte: MRN, 2019. Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.

Tabela 7.2-72. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSAW-03, ano de 2018.

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	2,06	2,06	< 5,00	2,06	0	0
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,13	0,03	0,03	0,06	0,06	0,89
Cálcio Total	mg Ca/L	*	0,032	< 0,0050	< 0,0050	0,03	-	-

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Cloreto Total	mg/L	250	1	0,91	1,51	1,14	0,32	0,28
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm²	*	7,8	8,8	9,2	8,60	0,72	0,08
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,053	0,015	< 0,0050	0,03	0,03	0,79
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,095	0,13	0,029	0,08	0,05	0,61
Manganês Total	mg/L	0,1	0,0055	< 0,0050	< 0,0050	0,01	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	< 0,00017	< 0,00017	-	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,31	0,15	0,26	0,24	0,08	0,34
ORP(2)	mV	*	214,1	88,6	120,3	141,00	65,26	0,46
pH(2)	-	6 a 9	5,14	5,25	5,86	5,42	0,39	0,07
Potássio Total	mg K/L	*	0,17	0,17	0,03	0,12	0,08	0,66
Sílica Total	mg SiO2/L	*	2,41	6,92	6,9	5,41	2,60	0,48
Sódio Total	mg Na/L	*	0,15	0,22	0,23	0,20	0,04	0,22
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	< LQ	< LQ	< 1	-	-	-
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	< 1,00	< 1,00	-	-	-
Temperatura(2)	°C	*	25,2	24,8	26,2	25,40	0,72	0,03
Turbidez	NTU	100	1,14	0,8	0,41	0,78	0,37	0,47

Fonte: MRN, 2019. Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.

Tabela 7.2-73. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSAW-04 ano de 2018.

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	2,06	2,06	< 5,00	2,06	0	0
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,11	0,04	0,05	0,07	0,04	0,56
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,005	< 0,0050	< 0,0050	-	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	0,88	1,08	1,15	1,04	0,14	0,14
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm²	*	8,6	8,8	9,6	9,00	0,53	0,06
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,04	0,022	0,014	0,03	0,01	0,53
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,044	0,12	0,09	0,08	0,04	0,45
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,005	< 0,0050	< 0,0050	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	< 0,00017	< 0,00017	-	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,29	0,15	0,29	0,24	0,08	0,33
ORP(2)	mV	*	185,2	97,6	152,3	145,03	44,25	0,31
pH(2)	-	6 a 9	5,14	5,11	5,63	5,29	0,29	0,06
Potássio Total	mg K/L	*	0,11	0,17	0,1	0,13	0,04	0,30
Sílica Total	mg SiO2/L	*	< 1,07	6,61	2,41	4,51	2,97	0,66
Sódio Total	mg Na/L	*	< 0,005	0,32	0,33	0,33	0,01	0,02
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	< LQ	< LQ	4	4,00	-	-
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	< 1,00	< 1,00	-	-	-
Temperatura(2)	°C	*	26,1	24,8	26,5	25,80	0,89	0,03
Turbidez	NTU	100	1,1	0,41	0,74	0,75	0,35	0,46

Fonte: MRN, 2019.

*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-74. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSA-01, ano de 2019.

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	< 5,00	< 5,00	< 5,00	-	-	-
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,061	0,038	< 0,005	0,05	0,02	0,33
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,0050	< 0,005	0,072	0,07	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	2,09	1,25	1,21	1,52	0,50	0,33
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm²	*	9,8	8,4		9,10	0,99	0,11
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,013	0,031	< 0,005	0,02	0,01	0,58
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,096	0,038	0,097	0,08	0,03	0,44
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,0050	< 0,005	< 0,005	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	< 0,00017	< 0,00017	-	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,3	0,25	< 0,1	0,28	0,04	0,13
ORP(2)	mV	*	510,5	493,6	-	502,05	11,95	0,02
pH(2)	-	6 a 9	5,38	5,22	-	5,30	0,11	0,02
Potássio Total	mg K/L	*	0,26	0,16	0,13	0,18	0,07	0,37
Sílica Total	mg SiO2/L	*	6,92	5,42	7,63	6,66	1,13	0,17
Sódio Total	mg Na/L	*	0,31	0,47	0,66	0,48	0,18	0,37
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	< 1	< 1	< 1	-	-	-

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	< 1,00	1,95	1,95	-	-
Temperatura(2)	°C	*	25,5	24,6		25,05	0,64	0,03
Turbidez	NTU	100	< LQ	< LQ	0,83	0,83	-	-

Fonte: MRN, 2019.
*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-75. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSA-03 ano de 2019.

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	< 5,00	< 5,00	< 5,00	-	-	-
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,046	0,084	< 0,005	0,07	0,03	0,41
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,0050	< 0,005	< 0,005	-	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	2,01	1,72	1,86	1,86	0,15	0,08
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm²	*	10	10,5		10,25	0,35	0,03
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,02	0,061	< 0,005	0,04	0,03	0,72
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,12	0,037	0,1	0,09	0,04	0,51
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,0050	< 0,005	< 0,005	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	< 0,00017	< 0,00017	-	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,15	0,28	< 0,1	0,22	0,09	0,43
ORP(2)	mV	*	498	542,3	-	520,15	31,32	0,06
pH(2)	-	6 a 9	5,45	5,41	-	5,43	0,03	0,01

Parâmetro	Unidade	VMP ([3])	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Potássio Total	mg K/L	*	0,27	0,19	0,37	0,28	0,09	0,33
Sílica Total	mg SiO2/L	*	5,69	3,99	5,88	5,19	1,04	0,20
Sódio Total	mg Na/L	*	0,24	0,43	0,57	0,41	0,17	0,40
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	4	< 1	< 1	4,00	-	-
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	< 1,00	1,73	1,73	-	-
Temperatura([2])	°C	*	23,6	25,9		24,75	1,63	0,07
Turbidez	NTU	100	1,38	< LQ	0,61	1,00	0,54	0,55

Fonte: MRN, 2019.

*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-76. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSA-04 ano de 2019.

Parâmetro	Unidade	VMP ([3])	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	< 5,00	< 5,00	< 5,00	-	-	-
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,064	0,078	0,053	0,07	0,01	0,19
Cálcio Total	mg Ca/L	*	0,037	< 0,005	0,22	0,13	0,13	1,01
Cloreto Total	mg/L	250	1,99	1,28	1,55	1,61	0,36	0,22
Condutividade Elétrica([2])	uS/cm²	*	13,1	12,9		13,00	0,14	0,01
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,054	**1,35**	**0,4**	0,60	0,67	1,12
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,098	0,054	0,14	0,10	0,04	0,44

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,0050	< 0,005	0,0054	0,01	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	0,0002	< 0,00017	< 0,00017	0,00	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,22	0,27	< 0,1	0,25	0,04	0,14
ORP(2)	mV	*	498,6	538,2	-	518,40	28,00	0,05
pH(2)	-	6 a 9	5,96	5,63	-	5,80	0,23	0,04
Potássio Total	mg K/L	*	0,29	0,21	0,29	0,26	0,05	0,18
Sílica Total	mg SiO2/L	*	6,47	4,14	6,87	5,83	1,47	0,25
Sódio Total	mg Na/L	*	0,43	0,51	0,59	0,51	0,08	0,16
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	6	< 1	21	13,50	10,61	0,79
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	< 1,00	1,95	1,95	-	-
Temperatura(2)	°C	*	24,6	26,4		25,50	1,27	0,05
Turbidez	NTU	100	2,41	11,4	6,87	6,89	4,50	0,65

Fonte: MRN, 2019.

*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-77. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSA-08 ano de 2019.

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	< 5,00	< 5,00	< 5,00	-	-	-
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,057	0,066	0,011	0,04	0,03	0,66

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,0050	< 0,005	< 0,005	-	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	1,52	1,35	1,49	1,45	0,09	0,06
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm²	*	10,1	8,2	-	9,15	1,34	0,15
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	< 0,0050	0,034	< 0,005	0,03	-	-
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,14	0,05	0,034	0,07	0,06	0,77
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,0050	< 0,005	< 0,005	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	< 0,00017	< 0,00017	-	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,28	0,28	0,15	0,24	0,08	0,32
ORP(2)	mV	*	550,9	555,3	-	553,10	3,11	0,01
pH(2)	-	6 a 9	5,9	5,4	-	5,65	0,35	0,06
Potássio Total	mg K/L	*	0,19	0,13	0,067	0,13	0,06	0,48
Sílica Total	mg SiO2/L	*	5,74	5,31	5,84	5,63	0,28	0,05
Sódio Total	mg Na/L	*	0,11	0,48	0,4	0,33	0,19	0,59
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	< 1	< 1	< 1	-	-	-
Sulfato Total	mg/L	250	1,17	< 1,00	1,99	1,58	0,58	0,37
Temperatura(2)	°C	*	24,6	26,2		25,40	1,13	0,04
Turbidez	NTU	100	2,34	1,52	0,41	1,42	0,97	0,68

Fonte: MRN, 2019.
*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-78. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSA-13 ano de 2019.

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	< 5,00	< 5,00	< 5,00	-	-	-
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,096	0,065	0,027	0,06	0,03	0,55
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,0050	< 0,005	0,046	0,05	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	1,99	1,62	1,62	1,74	0,21	0,12
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm²	*	10,5	11,5	-	11,00	0,71	0,06
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,06	0,056	0,03	0,05	0,02	0,33
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,1	0,029	0,11	0,08	0,04	0,55
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,0050	< 0,005	< 0,005	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	< 0,00017	< 0,00017	-	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,25	0,31	< 0,1	0,28	0,04	0,15
ORP(2)	mV	*	522,6	539,4	-	531,00	11,88	0,02
pH(2)	-	6 a 9	**5,29**	**5,48**	-	5,39	0,13	0,02
Potássio Total	mg K/L	*	0,27	0,17	0,25	0,23	0,05	0,23
Sílica Total	mg SiO2/L	*	6,58	4,66	7,57	6,27	1,48	0,24
Sódio Total	mg Na/L	*	0,25	0,38	0,43	0,35	0,09	0,26
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	7	< 1	< 1	7,00	-	-
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	< 1,00	1,73	1,73	-	-
Temperatura(2)	°C	*	24,9	25,6		25,25	0,49	0,02
Turbidez	NTU	100	0,49	< LQ	0,68	0,59	0,13	0,23

Fonte: MRN, 2019.

*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-79. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSA-14 ano de 2019.

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	< 5,00	< 5,00	< 5,00	-	-	-
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,056	0,052	< 0,005	0,05	0,00	0,05
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,0050	< 0,005	< 0,005	-	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	1,42	1,15	1,14	1,24	0,16	0,13
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm²	*	10,9	10,4		10,65	0,35	0,03
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,0081	0,036	< 0,005	0,02	0,02	0,89
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,13	0,087	0,079	0,10	0,03	0,28
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,0050	< 0,005	< 0,005	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	< 0,00017	< 0,00017	-	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,24	0,26	< 0,1	0,25	0,01	0,06
ORP(2)	mV	*	522,3	522,7		522,50	0,28	0,00
pH(2)	-	6 a 9	5,73	5,5		5,62	0,16	0,03
Potássio Total	mg K/L	*	0,15	0,092	< 0,005	0,12	0,04	0,34
Sílica Total	mg SiO2/L	*	7,06	5,75	7,78	6,86	1,03	0,15
Sódio Total	mg Na/L	*	0,15	0,41	0,2	0,25	0,14	0,54
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	< 1	< 1	< 1	-	-	-

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	< 1,00	1,73	1,73	-	-
Temperatura(2)	°C	*	25,5	25,4		25,45	0,07	0,00
Turbidez	NTU	100	2,02	< LQ	< LQ	2,02	-	-

Fonte: MRN, 2019.
*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-80. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSA-17 ano de 2019.

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	< 5,00	< 5,00	< 5,00	-	-	-
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,034	0,055	< 0,005	0,04	0,01	0,33
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,0050	< 0,005	< 0,005	-	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	1,5	1,6	1,39	1,50	0,11	0,07
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm²	*	11,7	11,5	-	11,60	0,14	0,01
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	< 0,0050	0,039	< 0,005	0,04	-	-
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,12	0,028	0,078	0,08	0,05	0,61
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,0050	< 0,005	< 0,005	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	< 0,00017	< 0,00017	-	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,28	0,23	< 0,1	0,26	0,04	0,14
ORP(2)	mV	*	400	538,6	-	469,30	98,00	0,21
pH(2)	-	6 a 9	5,72	5,4	-	5,56	0,23	0,04

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Potássio Total	mg K/L	*	0,13	0,17	< 0,005	0,15	0,03	0,19
Sílica Total	mg SiO2/L	*	7,43	5,59	7,99	7,00	1,26	0,18
Sódio Total	mg Na/L	*	0,24	0,54	0,52	0,43	0,17	0,39
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	< 1	4	< 1	4,00	-	-
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	< 1,00	1,73	1,73	-	-
Temperatura(2)	°C	*	23,1	25		24,05	1,34	0,06
Turbidez	NTU	100	0,87	< LQ	0,76	0,82	0,08	0,10

Fonte: MRN, 2019.

*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-81. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSA-21 ano de 2019.

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	< 5,00	< 5,00	< 5,00	-	-	-
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,071	< 0,005	0,25	0,16	0,13	0,79
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,0050	< 0,005	< 0,005	-	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	1,81	1,48	1,44	1,58	0,20	0,13
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm²	*	17,9	22	-	19,95	2,90	0,15
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,0076	0,026	0,023	0,02	0,01	0,52
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,12	< 0,005	0,14	0,13	0,01	0,11

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,0050	< 0,005	< 0,005	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	0,00019	< 0,00017	< 0,00017	0,00	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,2	0,4	0,23	0,28	0,11	0,39
ORP(2)	mV	*	521,4	556,5	0,38	359,43	311,44	0,87
pH(2)	-	6 a 9	5,88	5,23	-	5,56	0,46	0,08
Potássio Total	mg K/L	*	0,27	0,11	-	0,19	0,11	0,60
Sílica Total	mg SiO2/L	*	6,73	4,96	6,84	6,18	1,06	0,17
Sódio Total	mg Na/L	*	0,22	0,038	0,53	0,26	0,25	0,95
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	< 1	3,.00	4	4,00	-	-
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	< 1,00	2,61	2,61	-	-
Temperatura(2)	°C	*	25,3	25,6		25,45	0,21	0,01
Turbidez	NTU	100	< LQ	6,64	3,32	4,98	2,35	0,47

Fonte: MRN, 2019.
*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-82. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSAW-01 ano de 2019.

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	< 5,00	< 5,00	< 5,00	-	-	-
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,076	0,081	0,017	0,06	0,04	0,61

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,0050	< 0,005	< 0,005	-	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	1,8	1.42	1,09	1,45	0,50	0,35
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm²	*	9,6	10,5	-	10,05	0,64	0,06
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,017	0,018	0,011	0,02	0,00	0,25
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,06	0,016	0,066	0,05	0,03	0,58
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,0050	< 0,005	< 0,005	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	< 0,00017	< 0,00017	-	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,28	0,35	< 0,1	0,32	0,05	0,16
ORP(2)	mV	*	537,2	542,8	-	540,00	3,96	0,01
pH(2)	-	6 a 9	5,92	5,57	-	5,75	0,25	0,04
Potássio Total	mg K/L	*	0,2	0,2	< 0,005	0,20	0,00	0,00
Sílica Total	mg SiO2/L	*	4,19	3,78	6,22	4,73	1,31	0,28
Sódio Total	mg Na/L	*	0,33	0,44	0,032	0,27	0,21	0,79
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	0,1	< 0,1	< 0,1	0,10	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	26	16	< 1	21,00	7,07	0,34
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	1,24	1,73	1,49	0,35	0,23
Temperatura(2)	°C	*	26,2	25		25,60	0,85	0,03
Turbidez	NTU	100	1,77	5,79	0,55	2,70	2,74	1,01

Fonte: MRN, 2019.

*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-83. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSAW-02 ano de 2019.

Parâmetro	Unidade	VMP ([3])	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	< 5,00	< 5,00	< 5,00	-	-	-
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,034	0,052	0,017	0,03	0,02	0,51
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,0050	< 0,005	< 0,005	-	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	1,34	1,4	1,66	1,47	0,17	0,12
Condutividade Elétrica([2])	uS/cm²	*	11,2	11,9	-	11,55	0,49	0,04
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,008	0,02	< 0,005	0,01	0,01	0,61
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,096	0,084	0,097	0,09	0,01	0,08
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,0050	< 0,005	< 0,005	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	< 0,00017	< 0,00017	-	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,14	0,31	0,17	0,21	0,09	0,44
ORP([2])	mV	*	544,3	575,9	-	560,10	22,34	0,04
pH([2])	-	6 a 9	5,93	5,21	-	5,57	0,51	0,09
Potássio Total	mg K/L	*	0,17	0,1	0,26	0,18	0,08	0,45
Sílica Total	mg SiO2/L	*	4,82	3,94	5,64	4,80	0,85	0,18
Sódio Total	mg Na/L	*	0,33	0,3	0,31	0,31	0,02	0,05
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	< 1	7	< 1	7,00	-	-
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	< 1,00	1,73	1,73	-	-
Temperatura([2])	°C	*	26,1	26		26,05	0,07	0,00
Turbidez	NTU	100	1,03	< LQ	< LQ	1,03	-	-

Fonte: MRN, 2019.
*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-84. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSAW-03 ano de 2019.

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	< 5,00	< 5,00	< 5,00	-	-	-
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,027	0,047	0,019	0,03	0,01	0,47
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,0050	< 0,005	< 0,005	-	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	2,14	1,23	1,84	1,74	0,46	0,27
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm²	*	8	9,7		8,85	1,20	0,14
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,0057	0,027	0,016	0,02	0,01	0,66
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,074	0,077	0,096	0,08	0,01	0,14
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,0050	< 0,005	< 0,005	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	< 0,00017	< 0,00017	-	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,11	0,27	< 0,1	0,19	0,11	0,60
ORP(2)	mV	*	523,9	569,1	-	546,50	31,96	0,06
pH(2)	-	6 a 9	**5,87**	**5,35**	-	5,61	0,37	0,07
Potássio Total	mg K/L	*	0,2	0,11	0,36	0,22	0,13	0,57
Sílica Total	mg SiO2/L	*	6,26	5,48	6,8	6,18	0,66	0,11
Sódio Total	mg Na/L	*	0,4	0,36	0,53	0,43	0,09	0,21
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	2	< 1	2	2,00	0,00	0,00

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	< 1,00	1,73	1,73	-	-
Temperatura(2)	°C	*	25,1	27		26,05	1,34	0,05
Turbidez	NTU	100	1,49	0,72	0,89	1,03	0,40	0,39

Fonte: MRN, 2019.

*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-85. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSAW-04 ano de 2019.

Parâmetro	Unidade	VMP (3)	Jan	Mai	Set	Média	Desv.	Coeficiente de
		Conama 357/2005					Padrão	Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	< 5,00	< 5,00	< 5,00	-	-	-
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,063	0,051	0,022	0,05	0,02	0,46
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,0050	0,026	< 0,005	0,03	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	1,63	1,42	1,39	1,48	0,13	0,09
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm²	*	9,5	10,9	-	10,20	0,99	0,10
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,02	0,023	< 0,005	0,02	0,00	0,10
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,18	0,16	0,17	0,17	0,01	0,06
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,0050	< 0,005	< 0,005	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	< 0,00017	< 0,00017	-	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,22	0.82	0,19	0,21	0,02	0,10
ORP(2)	mV	*	521,6	568,8	-	545,20	33,38	0,06
pH(2)	-	6 a 9	5,69	5,29	-	5,49	0,28	0,05

Parâmetro	Unidade	VMP ([3]) Conama 357/2005	Jan	Mai	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
Potássio Total	mg K/L	*	0,28	0,14	0,32	0,25	0,09	0,38
Sílica Total	mg SiO2/L	*	2,65	2,13	4,16	2,98	1,05	0,35
Sódio Total	mg Na/L	*	0,36	0,3	0,39	0,35	0,05	0,13
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	0,5	< 0,1	< 0,1	0,50	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	8	< 1	< 1	8,00	-	-
Sulfato Total	mg/L	250	1,6	< 1,00	1,73	1,67	0,09	0,06
Temperatura([2])	°C	*	25,6	26,2	-	25,90	0,42	0,02
Turbidez	NTU	100	2,15	< LQ	0,44	1,30	1,21	0,93

Fonte: MRN, 2019.

*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-86. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSA-01 ano de 2020.

Parâmetro	Unidade	VMP ([3]) Conama 357/2005	Jan	Mai	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< 5	< 5	< 5	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< 5	< 5	< 5	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< 5	< 5	< 5	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	< 5,00	< 5,00	< 5	-	-	-
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,061	0,038	< 0,006	0,05	0,02	0,33
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,0050	< 0,005	< 0,06	-	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	2,09	1,25	1,03	1,67	0,59	0,36
Condutividade Elétrica([2])	uS/cm²	*	10,5	7,4	9	8,97	1,55	0,17
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,013	0,031	0,006431	0,02	0,01	0,58
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,096	0,038	< 0,06	0,07	0,04	0,61

Parâmetro	Unidade	VMP (3) Conama 357/2005	Jan	Mai	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,0050	< 0,005	< 0,006	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	< 0,00017	NA	-	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,3	0,25	0,336	0,28	0,04	0,13
ORP(2)	mV	*	376	372	250	332,67	71,62	0,22
pH(2)	-	6 a 9	5,97	5,19	5,83	5,66	0,42	0,07
Potássio Total	mg K/L	*	0,26	0,16	0,233	0,21	0,07	0,34
Sílica Total	mg SiO2/L	*	6,92	5,42	8,77	6,17	1,06	0,17
Sódio Total	mg Na/L	*	0,31	0,47	0,781	0,39	0,11	0,29
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	< 1	< 1	< 1	-	-	-
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	< 1,00	0,226	-	-	-
Temperatura(2)	°C	*	26,2	25,6	25,15	25,65	0,53	0,02
Turbidez	NTU	100	< 0,4	< 0,4	< 0,4	-	-	-

Fonte: MRN, 2020.
*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-87. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSA-03 ano de 2020.

Parâmetro	Unidade	VMP (3) Conama 357/2005	Jan	Mai(4)	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< 5	NA	8	8	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< 5	NA	< 5	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< 5	NA	< 5	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	< 5,00	NA	8	8	-	-
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,046	NA	< 0,006	0,05	-	-

Parâmetro	Unidade	VMP (3) Conama 357/2005	Jan	Mai(4)	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,0050	NA	< 0,06	-	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	2,01	NA	1,17	1,59	0,59	0,37
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm²	*	9,6	NA	18,2	13,9	6,08	0,44
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,02	NA	0,02	0,02	0	0,1
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,12	NA	< 0,06	0,12	-	-
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,0050	NA	< 0,006	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	NA	NA	-	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,15	NA	0,305	0,23	0,11	0,48
ORP(2)	mV	*	350	NA	314	332	25,46	0,08
pH(2)	-	6 a 9	5,3	NA	5,22	5,26	0,06	0,01
Potássio Total	mg K/L	*	0,27	NA	0,121	0,2	0,11	0,54
Sílica Total	mg SiO2/L	*	5,69	NA	6,26	5,98	0,4	0,07
Sódio Total	mg Na/L	*	0,24	NA	0,34	0,29	0,07	0,24
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	NA	< 0,01	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	4	NA	42	23	26,87	1,17
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	NA	0,278	0,28	-	-
Temperatura(2)	°C	*	25,3	NA	25,6	25,45	0,21	0,01
Turbidez	NTU	100	1,38	NA	< 0,4	1,38	-	-

Fonte: MRN, 2020.
*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); (4) Não analisado devido a Pandemia, * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-88. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSA-04 ano de 2020.

Parâmetro	Unidade	VMP (3) Conama 357/2005	Jan	Mai	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< 5	9	9	9	0	0
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< 5	< 5	< 5	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< 5	< 5	< 5	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	< 5,00	9	9	9	0	0
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,064	< 0,006	< 0,006	0,06	-	-
Cálcio Total	mg Ca/L	*	0,037	< 0,06	< 0,06	0,04	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	1,99	1,11	1,11	1,4	0,51	0,36
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm²	*	10,5	11,7	12,8	11,67	1,15	0,1
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,054	0,039	0,039	0,04	0,01	0,2
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,098	< 0,06	< 0,06	0,1	-	-
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,0050	< 0,006	< 0,006	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	0,0002	< 0,00017	NA	0	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,22	0,456	0,456	0,38	0,14	0,36
ORP(2)	mV	*	346	332	282	320	33,65	0,11
pH(2)	-	6 a 9	**5**	**5,29**	**5,2**	5,16	0,15	0,03
Potássio Total	mg K/L	*	0,29	0,107	0,107	0,17	0,11	0,63
Sílica Total	mg SiO2/L	*	6,47	6,89	6,89	6,75	0,24	0,04
Sódio Total	mg Na/L	*	0,43	0,364	0,364	0,39	0,04	0,1
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	< 0,01	< 0,01	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	6	41	41	29,33	20,21	0,69
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	0,529	0,529	0,53	0	0
Temperatura(2)	°C	*	25,9	25,7	25,4	25,67	0,25	0,01
Turbidez	NTU	100	2,41	< 0,4	< 0,4	2,41	-	-

Fonte: MRN, 2020.

*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-89. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSA-08 ano de 2020.

Parâmetro	Unidade	VMP (3) Conama 357/2005	Jan	Mai	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< 5	8,5	< 5	8,5	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< 5	< 5	< 5	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< 5	< 5	< 5	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	< 5,00	8,5	< 5	8,5	-	-
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,042	0,03	**0,09729**	0,06	0,04	0,64
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,005	0,13	< 0,06	0,13	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	0,77	1,21	1,01	1	0,22	0,22
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm²	*	8	10	14	10,67	3,06	0,29
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,007	0,02	0,09703	0,04	0,05	1,18
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,053	0,06	< 0,06	0,06	0	0,09
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,005	< 0,005	< 0,006	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	< 0,00017	NA	-	-	-
Nitrato	mg/L	10	< 0,1	0,35	0,398	0,35	-	-
ORP(2)	mV	*	317	189	299	268,33	69,29	0,26
pH(2)	-	6 a 9	**5,19**	**5,8**	**5,36**	5,45	0,31	0,06
Potássio Total	mg K/L	*	0,013	0,45	0,228	0,23	0,22	0,95
Sílica Total	mg SiO2/L	*	6,33	6,08	7,02	6,48	0,49	0,08
Sódio Total	mg Na/L	*	0,37	0,64	0,725	0,58	0,19	0,32
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	< 1	< 1	< 1	-	-	-
Sulfato Total	mg/L	250	1,07	3,73	0,233	1,68	1,83	1,09
Temperatura(2)	°C	*	24,5	24,65	25,6	24,92	0,6	0,02

Parâmetro	Unidade	VMP (3) Conama 357/2005	Jan	Mai	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
Turbidez	NTU	100	< 0,4	< 0,4	< 0,4	-	-	-

Fonte: MRN, 2020.
*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-90 . Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSA-013 ano de 2020.

Parâmetro	Unidade	VMP (3) Conama 357/2005	Jan	Mai(4)	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< 5	NA	8	8	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< 5	NA	< 5	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< 5	NA	< 5	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	< 5,00	NA	8	8	-	-
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,042	NA	< 0,006	0,04	-	-
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,005	NA	< 0,06	-	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	0,77	NA	1,07	0,92	0,21	0,23
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm²	*	9,98	NA	13,8	11,89	2,7	0,23
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,007	NA	0,02198	0,01	0,01	0,73
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,053	NA	< 0,06	0,05	-	-
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,005	NA	< 0,006	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	NA	NA	-	-	-
Nitrato	mg/L	10	< 0,1	NA	0,221	0,22	-	-
ORP(2)	mV	*	598,7	NA	371	484,85	161,01	0,33
pH(2)	-	6 a 9	**5,03**	NA	**5,53**	5,28	0,35	0,07
Potássio Total	mg K/L	*	0,013	NA	1,1	0,56	0,77	1,38
Sílica Total	mg SiO2/L	*	6,33	NA	7,82	7,08	1,05	0,15
Sódio Total	mg Na/L	*	0,37	NA	6,51	3,44	4,34	1,26
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	NA	< 0,01	-	-	-

Parâmetro	Unidade	VMP (3) Conama 357/2005	Jan	Mai(4)	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	< 1	NA	25	25	-	-
Sulfato Total	mg/L	250	1,07	NA	0,217	0,64	0,6	0,94
Temperatura(²)	°C	*	25,9	NA	25,9	25,9	0	0
Turbidez	NTU	100	< 0,4	NA	< 0,4	-	-	-

*Fonte: MRN, 2020. .Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); (4) Não analisado devido a Pandemia, * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-91. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSA-014 ano de 2020.

Parâmetro	Unidade	VMP (3) Conama 357/2005	Jan	Mai(4)	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	5,5	NA	< 5	5,5	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< 5	NA	< 5	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< 5	NA	< 5	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	5,5	NA	< 5	5,5	-	-
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,041	NA	0,00822	0,02	0,02	0,94
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,0050	NA	< 0,06	-	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	1,29	NA	0,966	1,13	0,23	0,2
Condutividade Elétrica(²)	uS/cm²	*	8	NA	9	8,5	0,71	0,08
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	< 0,0050	NA	0,006889	0,01	-	-
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,01	NA	< 0,06	0,01	-	-
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,0050	NA	< 0,006	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	NA	NA	-	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,13	NA	0,46	0,3	0,23	0,79
ORP(²)	mV	*	315	NA	283	299	22,63	0,08
pH(²)	-	6 a 9	5,15	NA	5,96	5,56	0,57	0,1
Potássio Total	mg K/L	*	0,14	NA	0,219	0,18	0,06	0,31

Parâmetro	Unidade	VMP (3) Conama 357/2005	Jan	Mai(4)	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
Sílica Total	mg SiO2/L	*	6,19	NA	8,39	7,29	1,56	0,21
Sódio Total	mg Na/L	*	0,53	NA	0,891	0,71	0,26	0,36
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	NA	< 0,01	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	< 1	NA	< 1	-	-	-
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	NA	0,277	0,28	-	-
Temperatura(²)	°C	*	25,7	NA	25,1	25,4	0,42	0,02
Turbidez	NTU	100	< 0,4	NA	0,69	0,69	-	-

*Fonte: MRN, 2020. Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); (4) Não analisado devido a Pandemia, * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-92. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSA-017 ano de 2020.

Parâmetro	Unidade	VMP (3) Conama 357/2005	Jan	Mai(4)	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	5	NA	< 5	5	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< 5	NA	< 5	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< 5	NA	< 5	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	5	NA	< 5	5	-	-
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,041	NA	< 0,006	0,04	-	-
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,0050	NA	< 0,06	-	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	1,41	NA	1,12	1,27	0,21	0,16
Condutividade Elétrica(²)	uS/cm²	*	8	NA	12,6	10,3	3,25	0,32
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,01	NA	0,02316	0,02	0,01	0,56
Magnésio Total	mg Mg/L	*	< 0,0050	NA	0,11	0,11	-	-
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,0050	NA	< 0,006	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	NA	NA	-	-	-
Nitrato	mg/L	10	< 0,1	NA	1,07	1,07	-	-

Parâmetro	Unidade	VMP (3) Conama 357/2005	Jan	Mai(4)	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
ORP(2)	mV	*	218	NA	372	295	108,89	0,37
pH(2)	-	6 a 9	5,46	NA	5,68	5,57	0,16	0,03
Potássio Total	mg K/L	*	0,14	NA	1,11	0,63	0,69	1,1
Sílica Total	mg SiO2/L	*	6,55	NA	7,48	7,02	0,66	0,09
Sódio Total	mg Na/L	*	0,62	NA	6,28	3,45	4	1,16
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	NA	< 0,01	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	6	NA	38	22	22,63	1,03
Sulfato Total	mg/L	250	1,03	NA	0,339	0,68	0,49	0,71
Temperatura(2)	°C	*	25,5	NA	26,5	26	0,71	0,03
Turbidez	NTU	100	< 0,4	NA	< 0,4	-	-	-

*Fonte: MRN, 2020. Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); (4) Não analisado devido a Pandemia, * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-93. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSA-021 ano de 2020.

Parâmetro	Unidade	VMP (3) Conama 357/2005	Jan	Mai(4)	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< 5	NA	< 5	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< 5	NA	< 5	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< 5	NA	< 5	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	< 5	NA	< 5	-	-	-
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,098	NA	0,03091	0,06	0,05	0,74
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,005	NA	< 0,06	-	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	0,74	NA	1,47	1,11	0,52	0,47
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm²	*	11,7	NA	22,5	17,1	7,64	0,45
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,031	NA	0,0255	0,03	0	0,14
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,13	NA	< 0,06	0,13	-	-

Parâmetro	Unidade	VMP (3) Conama 357/2005	Jan	Mai(4)	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,005	NA	< 0,006	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	NA	NA	-	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,1	NA	0,606	0,35	0,36	1,01
ORP(2)	mV	*	385	NA	313	349	50,91	0,15
pH(2)	-	6 a 9	5,86	NA	5,29	5,58	0,4	0,07
Potássio Total	mg K/L	*	0,27	NA	0,5	0,39	0,16	0,42
Sílica Total	mg SiO2/L	*	5,52	NA	7,34	6,43	1,29	0,2
Sódio Total	mg Na/L	*	0,58	NA	0,317	0,45	0,19	0,41
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	NA	< 0,01	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	< 1	NA	9	9	-	-
Sulfato Total	mg/L	250	1,6	NA	0,579	1,09	0,72	0,66
Temperatura(2)	°C	*	25,1	NA	25,6	25,35	0,35	0,01
Turbidez	NTU	100	2,56	NA	1,15	1,86	1	0,54

*Fonte: MRN, 2020. Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); (4) Não analisado devido a Pandemia, * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-94. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSAW-01 ano de 2020.

Parâmetro	Unidade	VMP (3) Conama 357/2005	Jan	Mai(4)	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	5	NA	< 5	5	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< 5	NA	< 5	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< 5	NA	< 5	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	5	NA	< 5	5	-	-
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,063	NA	0,06124	0,06	0	0,02
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,005	NA	< 0,06	-	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	2,39	NA	0,882	1,64	1,07	0,65

Parâmetro	Unidade	VMP (3) Conama 357/2005	Jan	Mai(4)	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm²	*	9	NA	9	9	0	0
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,013	NA	0,02626	0,02	0,01	0,48
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,022	NA	< 0,06	0,02	-	-
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,005	NA	< 0,006	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	NA	NA	-	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,11	NA	0,341	0,23	0,16	0,72
ORP(2)	mV	*	367	NA	260	313,5	75,66	0,24
pH(2)	-	6 a 9	5,05	NA	5,87	5,46	0,58	0,11
Potássio Total	mg K/L	*	0,02	NA	0,273	0,15	0,18	1,22
Sílica Total	mg SiO2/L	*	5,08	NA	7,38	6,23	1,63	0,26
Sódio Total	mg Na/L	*	0,24	NA	0,704	0,47	0,33	0,7
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	NA	< 0,01	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	< 1	NA	< 1	-	-	-
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	NA	0,203	0,2	-	-
Temperatura(2)	°C	*	25,5	NA	25,74	25,62	0,17	0,01
Turbidez	NTU	100	< 0,4	NA	0,4	0,4	-	-

*Fonte: MRN, 2020. Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); (4) Não analisado devido a Pandemia, * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-95. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSAW-02 ano de 2020.

Parâmetro	Unidade	VMP (3) Conama 357/2005	Jan	Mai(4)	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	< 5	NA	< 5	-	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< 5	NA	< 5	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< 5	NA	< 5	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	< 5,00	NA	< 5	-	-	-

Parâmetro	Unidade	VMP (3) Conama 357/2005	Jan	Mai(4)	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,05	NA	0,006	0,03	0,03	1,09
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,0050	NA	< 0,06	-	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	1,33	NA	0,887	1,11	0,31	0,28
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm²	*	9	NA	11	10	1,41	0,14
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,011	NA	0,01099	0,01	0	0
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,01	NA	< 0,06	0,01	-	-
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,0050	NA	< 0,006	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	NA	NA	-	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,16	NA	0,381	0,27	0,16	0,58
ORP(2)	mV	*	339	NA	307	323	22,63	0,07
pH(2)	-	6 a 9	5,01	NA	5,56	5,29	0,39	0,07
Potássio Total	mg K/L	*	0,13	NA	0,21	0,17	0,06	0,33
Sílica Total	mg SiO2/L	*	4,33	NA	6,09	5,21	1,24	0,24
Sódio Total	mg Na/L	*	0,37	NA	0,729	0,55	0,25	0,46
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	NA	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	4	NA	< 1	4	-	-
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	NA	0,2	0,2	-	-
Temperatura(2)	°C	*	25,6	NA	25,88	25,74	0,2	0,01
Turbidez	NTU	100	< 0,4	NA	< 0,4	-	-	-

*Fonte: MRN, 2020. Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); (4) Não analisado devido a Pandemia, * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-96. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSAW-03 ano de 2020.

Parâmetro	Unidade	VMP (3) Conama 357/2005	Jan	Mai(4)	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	5	NA	< 5	5	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< 5	NA	< 5	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< 5	NA	< 5	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	5	NA	< 5	5	-	-
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,058	NA	< 0,006	0,06	-	-
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,0050	NA	< 0,06	-	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	1,39	NA	0,973	1,18	0,29	0,25
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm²	*	9	NA	7	8	1,41	0,18
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,034	NA	< 0,006	0,03	-	-
Magnésio Total	mg Mg/L	*	< 0,0050	NA	< 0,06	-	-	-
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,0050	NA	< 0,006	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	NA	NA	-	-	-
Nitrato	mg/L	10	< 0,1	NA	0,288	0,29	-	-
ORP(2)	mV	*	356	NA	289	322,5	47,38	0,15
pH(2)	-	6 a 9	5,92	NA	**5,72**	5,82	0,14	0,02
Potássio Total	mg K/L	*	0,15	NA	0,257	0,2	0,08	0,37
Sílica Total	mg SiO2/L	*	6,06	NA	7,78	6,92	1,22	0,18
Sódio Total	mg Na/L	*	0,4	NA	0,793	0,6	0,28	0,47
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	NA	< 0,01	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	< 1	NA	< 1	-	-	-
Sulfato Total	mg/L	250	1,12	NA	0,249	0,68	0,62	0,9
Temperatura(2)	°C	*	25,5	NA	25,55	25,53	0,04	0
Turbidez	NTU	100	1,59	NA	0,62	1,11	0,69	0,62

*Fonte: MRN, 2020. Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); (4) Não analisado devido a Pandemia, * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-97. Resultados dos parâmetros analisados quadrimestralmente nas nascentes do platô Saracá Oeste – Ponto de Amostragem NSAW-04 ano de 2020.

Parâmetro	Unidade	VMP (3) Conama 357/2005	Jan	Mai(4)	Set	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	6,5	NA	< 5	6,5	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	< 5	NA	< 5	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	< 5	NA	< 5	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	6,5	NA	< 5	6,5	-	-
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,04	NA	0,01008	0,03	0,02	0,84
Cálcio Total	mg Ca/L	*	< 0,0050	NA	< 0,06	-	-	-
Cloreto Total	mg/L	250	0,82	NA	0,73	0,78	0,06	0,08
Condutividade Elétrica(2)	uS/cm²	*	11	NA	11	11	0	0
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,0072	NA	< 0,006	0,01	-	-
Magnésio Total	mg Mg/L	*	0,046	NA	0,0628	0,05	0,01	0,22
Manganês Total	mg/L	0,1	< 0,0050	NA	< 0,006	-	-	-
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	< 0,00017	NA	NA	-	-	-
Nitrato	mg/L	10	0,22	NA	0,73	0,48	0,36	0,76
ORP(2)	mV	*	352	NA	250	301	72,12	0,24
pH(2)	-	6 a 9	**5,11**	NA	**5,65**	5,38	0,38	0,07
Potássio Total	mg K/L	*	0,2	NA	0,295	0,25	0,07	0,27
Sílica Total	mg SiO2/L	*	3,44	NA	4,92	4,18	1,05	0,25
Sódio Total	mg Na/L	*	0,42	NA	0,836	0,63	0,29	0,47
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	< 0,1	NA	< 0,01	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	3	NA	< 1	3	-	-
Sulfato Total	mg/L	250	< 1,00	NA	0,176	0,18	-	-
Temperatura(2)	°C	*	25,5	NA	25,74	25,62	0,17	0,01
Turbidez	NTU	100	0,44	NA	0,79	0,62	0,25	0,4

*Fonte: MRN, 2020. Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); (4) Não analisado devido a Pandemia, * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

d) Qualidade da Água Subterrânea

Os dados apresentados nos itens subsequentes foram selecionados em função da disponibilidade dos dados de monitoramento da MRN e em função da localização destes. Tendo em vista a indisponibilidade de dados nos platôs objeto de licenciamento, são considerados os dados para o platô Monte Branco, Saracá e Teófilo, por conta da proximidade para com os platôs objeto deste estudo.

A qualidade da água subterrânea dos piezômetros dos platôs Monte Branco, Teófilo e Saracá foi avaliada de acordo com o valor máximo permitido (VMP) estabelecido na Resolução Conama 396/2008, conforme apresentado em MRN (2018a). Foram selecionados dados referentes aos monitoramentos anuais realizados pela MRN nos anos de 2018 e 2019 (MRN, 2018 e 2019). O **Quadro 7.2-65** apresenta as coordenadas geográficas dos piezômetros profundos desses platôs, todos instalados a uma profundidade de 102 m.

Quadro 7.2-65. Coordenadas piezômetros profundos com monitoramento de qualidade da água subterrânea. Platôs Monte Branco, Teófilo e Saracá.

Nascente	Coordenadas UTM Fuso 21 S		Platô
	UTM X	UTM Y	
PZP MB	551185	9822698	Monte Branco
PZP MB-2	548777	9821286	Monte Branco
PZP TF	546804	9804420	Teófilo
PZP SA (até 2018)	558755	9812903	Saracá
PZP SA (ativo a partir de 2019)	555995	9813339	Saracá

Fonte: MRN, 2019.

FORMATO: A3

520.000 560.000 9.840.000 9.800.000 9.760.000

Igarapé do Farias
Lagoa Erepecuru
Igarapé Caruara
Rio Trombetas
Lagoa do Moura
Igarapé do Inferno
Igarapé Pari
Lagoa Ajudante
Igarapé Bacabal
Igarapé dos Apés
Igarapé Matapi
Igarapé do Moura
Igarapé Caranã
Igarapé Água Fria
Igarapé Gracinha
Lagoa Batata
Lagoa Turumã
Lagoa Araçá
Lagoa Araçuã de Cima

Ajará
Jamari (Norte)
Moura
Taquera
Faro
Aibi
Jamari (Sul)
Saracá

CLN
CL
CA
RB
PZP MB
PZP MB-2
MB
PA
PE
ES
PZP AS
SA
PZP SA
CI
AL
AV
TE
PZP TF
BC
BA
JA
AT
MO
GR
AR

Igarapé Terra Preta
Igarapé Ajara
Igarapé Saracá
Igarapé Meriti
Igarapé do Óleo
Igarapé Uichi
Igarapé Taquera
Igarapé Araticum
Igarapé Aibi
Igarapé do Jamari
Igarapé Urupuanã
Igarapé curral Velho
Igarapé Mariapixi
Igarapé do Afonso
Igarapé do Capitão
Igarapé Toeda
Igarapé do Socorro
Igarapé Daguari
Lago Algodoal
Lago Xixia Miúm
Lagoa Açu
Lago do Macuricanã
LAGO PIRARUACÁ
LAGO URUÁ
Lago Ubim
Paraná do Aduacá
Lago Tureré
Rio Amazonas
Terra Santa
Faro
Nhamundá

Referência Locacional
- Sede Municipal
- Limite Estadual

Hidrografia
- Curso d'água
- Massa d'água
- Sub-Bacias Hidrográficas

Sistema de Transporte
- Rodoviário
- Ferroviário

Área de Estudo
- Meio Físico

Platôs
- Objeto do PNM
- Em Operação
- Exauridos
- Demais Platôs

Piezômetros Profundos
- Ativo
- Fora de Operação

Platôs - Siglas
AL - Almeidas
AR - Aramã
AT - Avertano
AV - Aviso
BA - Barone
BC - Bela Cruz
CI - Cipó
CA - Cruz Alta
CL - Cruz Alta Leste
CLN - Cruz Alta Leste Norte
ES - Escalante
GR - Greigh
JA - Jamari
MB - Monte Branco
MO - Morcego
PA - Papagaio
PE - Periquito
RB - Rebolado
SA - Saracá
TE - Teófilo

REFERÊNCIAS

Fontes:
- IBGE, 2017.
- ARCADIS, 2019.
- MRN, 2019.

N

0 1,5 3 6 9 12 Km

Sistema de Coordenadas UTM SIRGAS2000 F21S

MACROLOCALIZAÇÃO

Mineração Rio do Norte
ARCADIS

PROJETO:
EIA - PNM

MAPA:
Localização dos Piezômetros Profundos para Análise da Qualidade das Águas Subterrâneas

ELABORADO POR:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
ARCADIS S.A.	1:325.000	Única	26/10/2021

Figura 7.2-300. Localização dos piezômetros Profundos para análise da qualidade das águas subterrâneas dos Platôs Monte Branco, Teófilo e Saracá.

Platô Monte Branco

A **Tabela 7.2-98** a **Tabela 7.2-103** exibem os resultados analíticos mensais dos parâmetros nos piezômetros profundos do platô Monte Branco, os quais não apresentaram concentrações acima dos limites de referência estabelecidos pela Resolução Conama 396/08 que trata da classificação e diretrizes ambientais gerais para o enquadramento das águas subterrâneas, sendo aqui adotados os valores mais restritivos correspondentes a classe de consumo humano. Os dados também foram analisados a luz dos valores orientadores da Conama 420/09 visando a investigação de possíveis contaminações das águas subterrâneas decorrentes de atividades antrópicas.

Tabela 7.2-98. Resultados analíticos dos parâmetros analisados mensalmente no piezômetro profundo do platô Monte Branco, piezômetro PZP MB, ano de 2018.

Parâmetro	Unidade	VMP (3) - Conama		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
		396/2008	420/2009															
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	*	< LQ	NA	NA	< LQ	NA	< LQ	5	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	5	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	*	< LQ	NA	NA	< LQ	NA	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	*	< LQ	NA	NA	< LQ	NA	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	*	2,58	NA	NA	2,06	NA	< 5,00	5	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	3,21	1,57	0,49
Alumínio Dissolvido	mg Al/L	*	*	0,1	NA	NA	0,082	NA	0,082	0,046	0,022	0,066	0,057	0,066	0,036	0,06	0,02	0,40
Cálcio Total	mg Ca/L	*	*	< 0,005	NA	NA	0,12	NA	0,1	0,64	< 0,0050	< 0,0050	0,16	0,088	0,19	0,22	0,21	0,98
Cloreto	µg/L	250000 (1)	*	826	NA	NA	704	NA	792	1324	1032	969	1835	1219	1177	1097,56	346,23	0,32
Condutividade Elétrica(2)	mS/cm²	*	*	18,5	NA	NA	22,1	NA	19,2	16,1	18,6	13,8	18,9	20,4	19,4	18,56	2,39	0,13
Ferro Dissolvido	mg Fe/L	*	*	0,012	NA	NA	0,012	NA	0,016	< 0,0050	0,017	< 0,0050	0,0091	0,016	< 0,0050	0,01	0,00	0,23
Magnésio Total	mg Mg/L	*	*	0,12	NA	NA	0,079	NA	0,043	0,35	0,054	0,044	0,14	0,11	0,096	0,12	0,09	0,82
Manganês	µg/L	100 (1)	400	< 5,00	NA	NA	< 5,00	NA	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	-	-	-
Mercúrio	µg/L	1	1	< 0,17	NA	NA	< 0,17	NA	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	-	-	-
Nitrato (como N)	µg/L	10000	10000	10,6	NA	NA	52,6	NA	14,2	35,7	18,5	25,7	49,5	57,1	58,5	35,82	19,18	0,54
Nível	M	*	*	78,5	NA	NA	77,5	NA	77,2	81,1	81	81	81,02	81,07	81,11	79,94	1,69	0,02
ORP(2)	mV	*	*	102,3	NA	NA	154,2	NA	153,2	231,5	259,9	275	310	439,5	492,1	268,63	130,59	0,49
pH(2)	-	*	*	5,21	NA	NA	5,16	NA	5,32	5,58	5,37	5,5	5,13	5,98	5,01	5,36	0,29	0,05
Potássio Total	mg K/L	*	*	0,12	NA	NA	0,28	NA	0,13	0,16	0,31	0,073	0,93	0,25	0,18	0,27	0,26	0,96
Sílica Total	mg SiO2/L	*	*	5,04	NA	NA	5,23	NA	< 1,07	1,75	4,96	6,87	6,51	6,99	7,44	5,60	1,83	0,33
Sódio	µg/L	200000 (1)	*	< 5,00	NA	NA	437	NA	132	511	755	273	2089	222	318	592,13	635,10	1,07
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	*	< 0,1	NA	NA	< 0,1	NA	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	*	3	NA	NA	15	NA	< 1	< 1	4	1	< 1	6	4	5,50	4,93	0,90
Sulfato	µg/L	250000 (1)	*	200	NA	NA	300	NA	241	167	200	200	316	300	300	247,11	57,28	0,23

Parâmetro	Unidade	VMP (3) - Conama		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
		396/2008	420/2009															
Temperatura(2)	°C	*	*	25,5	NA	NA	25,6	NA	25,2	25,4	25,1	25	25,6	25,6	25	25,33	0,26	0,01
Turbidez	NTU	*	*	2,07	NA	NA	4,12	NA	< LQ	0,41	1,35	0,7	< LQ	1,27	0,6	1,50	1,28	0,85

Fonte: MRN, 2018.
Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.

Tabela 7.2-99.Resultados analíticos dos parâmetros analisados mensalmente no piezômetro profundo do platô Monte Branco, piezômetro PZP MB 2, ano de 2018.

Parâmetro	Unidade	VMP (3) - Conama		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
		396/2008	420/2009															
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	*	5,67	7,21	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	6,44	1,089	0,169
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	*	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	*	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	*	5,67	7,21	2,06	4,64	4,12	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	4,74	1,91	0,40
Alumínio Dissolvido	mg Al/L	*	*	0,12	0,069	0,19	0,028	0,062	0,12	0,12	0,028	0,11	0,055	0,044	0,14	0,09	0,05	0,56
Cálcio Total	mg Ca/L	*	*	1,13	0,87	0,83	0,72	< 0,0050	0,08	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050	0,25	0,3	< 0,0050	0,60	0,39	0,65
Cloreto	µg/L	250000 (1)	250000 (1)	1027	1018	1010	889	1603	1273	887	1220	938	1960	1280	1114	1184,92	318,99	0,27
Condutividade Elétrica(2)	mS/cm²	*	*	17,2	21,5	20,5	19,5	19,8	22	21,9	21,4	13,4	17,2	19,1	18,2	19,31	2,52	0,13
Ferro Dissolvido	mg Fe/L	*	*	0,53	0,4	0,36	0,26	< 0,0050	0,011	< 0,0050	< 0,0050	0,018	0,64	0,79	< 0,0050	0,38	0,28	0,74
Magnésio Total	mg Mg/L	*	*	0,38	0,34	0,23	0,23	0,069	0,13	0,044	< 0,0050	0,046	0,17	0,17	0,063	0,17	0,12	0,68
Manganês	µg/L	100 (1)	100 (1)	47,2	41,8	30,8	22,7	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	12,6	10,9	< 5,00	27,67	14,99	0,54
Mercúrio	µg/L	1	1	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	-	-	-

Parâmetro	Unidade	VMP (3) - Conama		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
		396/2008	420/2009															
Nitrato (como N)	µg/L	10000	10000	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	30,5	17,8	10,4	17,4	27,5	< LQ	< LQ	25,7	21,55	7,59	0,35
Nível	M	*	*	77,7	78,66	77,95	76,47	75,26	77,23	77,05	77,25	77,15	77,6	72,5	77,5	76,86	1,60	0,02
ORP(2)	mV	*	*	95,2	112,6	125,3	100,5	219,6	281	252,2	262,2	280	301	391,3	432,1	237,75	111,85	0,47
pH(2)	-	*	*	5,16	5,49	5,21	5,37	5,6	5,67	5,48	5,39	5,11	5,17	5,23	5,08	5,33	0,20	0,04
Potássio Total	mg K/L	*	*	0,59	0,49	0,48	0,36	0,12	0,26	0,14	0,22	0,1	0,52	0,14	0,12	0,30	0,18	0,62
Sílica Total	mg SiO2/L	*	*	5,23	5,27	6,01	5,65	< 1,07	< 1,07	1,8	1,66	6,95	2,28	2,78	7,2	4,48	2,14	0,48
Sódio	µg/L	200000 (1)	200000 (1)	< 5,00	377	583	526	382	440	94,5	607	321	55,2	289	243	356,15	181,37	0,51
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	*	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,10	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	*	34	< LQ	2	< LQ	< LQ	< 1	1	< 1	4	< 1	< 1	< 1	10,25	15,88	1,55
Sulfato	µg/L	250000 (1)	250000 (1)	100	100	94	< LQ	130	247	221	200	200	126	100	300	165,27	71,41	0,43
Temperatura(2)	°C	*	*	25,5	25,4	25,3	23,9	24,5	23,8	25,5	26,1	25,8	25,5	25,7	25,6	25,22	0,74	0,03
Turbidez	NTU	*	*	25,7	2,81	1,71	0,89	< LQ	< LQ	1,4	< LQ	1,89	0,58	0,86	0,88	4,08	8,14	1,99

Fonte: MRN, 2018.
*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-100. Resultados analíticos dos parâmetros analisados mensalmente no piezômetro profundo do platô Monte Branco, piezômetro PZP MB, ano de 2019.

Parâmetro	Unidade	VMP (3) - Conama		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
		396/2008	420/2009															
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	*	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	8,16	5,76	< LQ	6,96	1,70	0,24
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	*	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	*	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	*	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	8,16	5,76	< 5,00	6,96	1,70	0,24
Alumínio Dissolvido	mg Al/L	*	*	0,089	0,11	0,089	0,12	0,13	0,086	0,058	0,11	0,16	0,16	0,2	0,078	0,12	0,04	0,35

Parâmetro	Unidade	VMP (3) - Conama		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
		396/2008	420/2009															
Cálcio Total	mg Ca/L	*	*	< 0,005	< 0,005	4,5	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,15	0,94	0,58	1	1,43	1,75	1,22
Cloreto	µg/L	250000 (1)	*	856	949	823	1320	1208	1324	1105	1361	1322	2307	1192	1119	1235,40	422,59	0,34
Condutividade Elétrica(2)	mS/cm²	*	*	16,8	19,2	18,3	21,2	20	18,5	23,9	20,8	21	14,8	22,4	22,6	19,96	2,59	0,13
Ferro Dissolvido	mg Fe/L	*	*	< 0,005	0,01	0,0092	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,088	0,15	0,13	0,08	0,07	0,85
Magnésio Total	mg Mg/L	*	*	0,065	0,11	0,68	< 0,005	< 0,005	0,0051	0,098	0,065	0,27	0,62	0,55	0,39	0,29	0,26	0,90
Manganês	µg/L	100 (1)	400	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	31,4	68,5	62,2	60	55,53	16,48	0,30
Mercúrio	µg/L	1	1	0,27	< 0,17	< 0,17	0,2	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	0,24	0,05	0,21
Nitrato (como N)	µg/L	10000	10000	30,5	33,9	23	21	13,3	14,2	21,9	17,4	14,5	15,4	< LQ	< LQ	20,51	7,08	0,35
Nível	M	*	*	81,07	81	80,9	76,55	80,5	80,08	76,14	75,65	75,24	74,73	76,3	73,93	77,67	2,78	0,04
ORP(2)	mV	*	*	523,2	589,5	449,9	507,9	461,7	568,9	495	454,9	436	486	439	394	483,83	56,81	0,12
pH(2)	-	*	*	5,54	5,5	5,39	5,45	5,26	5,05	5,48	7,5	5,47	5,69	5,05	5,17	5,55	0,65	0,12
Potássio Total	mg K/L	*	*	0,19	0,3	0,32	0,093	0,089	0,16	0,096	0,44	0,44	1,07	0,6	0,26	0,34	0,28	0,83
Sílica Total	mg SiO2/L	*	*	6,69	5,92	4,21	< 1,07	1,58	1,51	1,53	1,15	2,06	1,54	3,8	4,88	3,17	2,01	0,63
Sódio	µg/L	200000 (1)	*	437	393	123	593	417	544	588	780	561	1006	708	916	610,50	259,55	0,43
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	*	< 1	< 1	< 1	11	40	< 1	< 1	< 1	< 1	8	1	< 1	15,00	17,19	1,15
Sulfato	µg/L	250000 (1)	*	200	266	176	266	< LQ	522	244	300	200	230	100	100	208,20	67,87	0,33
Temperatura(2)	°C	*	*	25,8	25,6	25,6	26,1	29,4	25,9	26	25,4	26	27,16	25,6	25,8	26,20	1,10	0,04
Turbidez	NTU	*	*	0,43	< LQ	< LQ	0,64	0,52	0,46	1,05	0,45	1,9	8,6	1,79	1,55	1,74	2,48	1,43

Fonte: MRN, 2019.

*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-101. Resultados analíticos dos parâmetros analisados mensalmente no piezômetro profundo do platô Monte Branco, piezômetro PZP MB 2, ano de 2019.

Parâmetro	Unidade	VMP (3) - Conama		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
		396/2008	420/2009															
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	*	< LQ	< LQ	< LQ	8,64	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	8,64	-	-
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	*	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	*	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	*	< 5,00	< 5,00	< 5,00	8,64	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	8,64	-	-
Alumínio Dissolvido	mg Al/L	*	*	0,092	0,13	0,084	0,069	0,13	0,081	0,07	0,2	0,099	0,08	0,18	0,16	0,11	0,04	0,39
Cálcio Total	mg Ca/L	*	*	0,23	0,14	< 0,005	2,34	< 0,005	0,15	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,16	0,13	0,17	0,47	0,82	1,74
Cloreto	µg/L	250000 (1)	*	946	999	1030	829	1151	1070	1372	1408	1367	1730,00	1595,00	1320,00	1259,60	295,90	0,23
Condutividade Elétrica(2)	mS/cm²	*	*	14	17,2	18,8	17,5	18,6	20,3	18,4	17,5	10,9	15,30	22,60	20,40	17,63	3,11	0,18
Ferro Dissolvido	mg Fe/L	*	*	0,23	0,17	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,01	0,14	0,12	0,86
Magnésio Total	mg Mg/L	*	*	0,13	0,14	0,063	0,42	0,013	0,04	0,078	0,07	0,1	0,09	0,09	0,07	0,11	0,10	0,96
Manganês	µg/L	100 (1)	400	6,38	11,2	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	7,71	< 5,00	8,43	2,49	0,30
Mercúrio	µg/L	1	1	0,22	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	0,22	-	-
Nitrato (como N)	µg/L	10000	10000	< LQ	10,4	20,3	84,2	23	25,7	21	15,4	18,3	19,60	23,90	49,20	28,27	20,97	0,74
Nível	M	*	*	77,45	77,6	76,98	77,63	76,38	76,12	80,03	79,74	80,5	26,90	27,20	26,50	65,25	23,19	0,36
ORP(2)	mV	*	*	470,13	470	497	559,5	571,5	501,6	495,7	486,6	627,8	477,00	471,00	249,00	489,74	90,50	0,18
pH(2)	-	*	*	5,48	5,33	5,49	5,59	5	5,33	5,39	5,75	5,64	5,12	5,00	4,77	5,32	0,30	0,06
Potássio Total	mg K/L	*	*	0,28	0,3	0,23	0,1	0,14	0,25	0,071	0,21	0,43	6,54	0,49	0,13	0,76	1,82	2,39
Sílica Total	mg SiO2/L	*	*	4,27	4,37	1,3	< 1,07	< 1,07	< 1,07	2,6	2,09	2,34	4,14	2,98	4,48	3,17	1,17	0,37
Sódio	µg/L	200000 (1)	*	1088	454	340	362	583	991	533	722	671	912,00	523,00	458,00	606,30	242,94	0,40

Parâmetro	Unidade	VMP (3) - Conama		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
		396/2008	420/2009															
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	*	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	7	< 1	< 1	7	-	-
Sulfato	µg/L	250000 (1)	*	200	246	187	200	233	377	240	300	300	265	300	300	253,8	46,15	0,18
Temperatura(²)	°C	*	*	25,6	25,6	25,4	26	24,5	26,8	25,9	26	26,3	78,84	78,36	77,88	38,931667	23,78	0,61
Turbidez	NTU	*	*	1,92	0,98	< LQ	1,29	1	< LQ	2,98	2,04	0,46	0,55	1,88	0,4	1,35	0,84	0,62

Fonte: MRN, 2019.

*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado*

Tabela 7.2-102. Resultados analíticos dos parâmetros analisados mensalmente no piezômetro profundo do platô Monte Branco, piezômetro PZP MB, ano de 2020.

Parâmetro	Unidade	VMP (3) - Conama		Jan	Fev	Mar	Abr(4)	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
		396/2008	420/2009															
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	*	< 5	< 5	< 5	NA	< 5	< 5	< 5	< 5	11	5	< 5	8	8	3	0,38
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	*	< 5	< 5	< 5	NA	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	*	< 5	< 5	< 5	NA	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	*	< 5,00	< 5,00	< 5,00	NA	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5	11	5	< 5	8	8	3	0,38
Alumínio Dissolvido	mg Al/L	*	*	0,089	0,11	0,089	NA	0,13	0,086	0,056	0,118	0,0558	0,1	0,0555	0,0279	0,08	0,03	0,38
Cálcio Total	mg Ca/L	*	*	< 0,005	< 0,005	4,5	NA	< 0,005	< 0,005	0,054	0,0663	0,589	0,83	0,28	0,74	1,01	1,57	1,56
Cloreto	µg/L	250000 (1)	*	856	949	823	NA	1208	1324	1069	409	432	0,712	0,894	< 2000	567,45	419,41	0,74
Condutividade Elétrica(²)	mS/cm²	*	*	16,8	19,2	18,3	NA	20	18,5	8,6	7	15,1	19	18,1	20,33	16,45	4,53	0,28
Ferro Dissolvido	mg Fe/L	*	*	< 0,005	0,01	0,0092	NA	< 0,005	< 0,005	<0,005	0,02023	0,1532	0,2308	< 0,006	0,2638	0,11	0,12	1,02
Magnésio Total	mg Mg/L	*	*	0,065	0,11	0,68	NA	< 0,005	0,0051	0,076	0,0794	0,304	0,378	0,167	0,287	0,22	0,2	0,95
Manganês	µg/L	100 (1)	400	< 5,00	< 5,00	< 5,00	NA	< 5,00	< 5,00	< 5,00	6,3	12,4	0,0112	< 0,006	8,3	6,75	5,16	0,76
Mercúrio	µg/L	1	1	0,27	< 0,17	< 0,17	NA	< 0,17	< 0,17	<0,17	< 0,1	< 0,1	<0,0001	< 0,0001	< 0,1	0,27	-	-

Parâmetro	Unidade	VMP (3) - Conama		Jan	Fev	Mar	Abr(4)	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
		396/2008	420/2009															
Nitrato (como N)	µg/L	10000	10000	30,5	33,9	23	NA	13,3	14,2	24,8	0,795	0,427	< 0,1	0,479	0,164	14,16	13,33	0,94
Nível	M	*	*	81,07	81	80,9	NA	80,5	80,08	73,84	73,98	73,95	73,65	61,24	65,3	75,05	6,73	0,09
ORP(2)	mV	*	*	523,2	589,5	449,9	NA	461,7	568,9	345	441	268	312	615	513,2	462,49	114,83	0,25
pH(2)	-	*	*	5,54	5,5	5,39	NA	5,26	5,05	5,61	5,46	6,86	5,7	5,25	2,3	5,27	1,09	0,21
Potássio Total	mg K/L	*	*	0,19	0,3	0,32	NA	0,089	0,16	0,14	0,441	0,,484	0,504	0,16	< 0,06	0,26	0,14	0,56
Sílica Total	mg SiO2/L	*	*	6,69	5,92	4,21	NA	1,58	1,51	< 1,07	2,53	3,89	4,74	3,21	5,83	4,01	1,82	0,45
Sódio	µg/L	200000 (1)	*	437	393	123	NA	417	544	631	681	< 60	< 0,06	< 0,06	814	513,17	246,99	0,48
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	NA	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	*	< 1	< 1	< 1	NA	40	< 1	< 1	10	19	< 1	22	< 1	22,75	12,58	0,55
Sulfato	µg/L	250000 (1)	*	200	266	176	NA	< 0,1	522	300	4370	1450	2,03	1,98	< 1000	845,75	1498,04	1,77
Temperatura(2)	°C	*	*	25,8	25,6	25,6	NA	29,4	25,9	25,1	25,91	26,4	27,25	25,8	25,7	26,22	1,19	0,05
Turbidez	NTU	*	*	0,43	< 0,4	< 0,4	NA	0,52	0,46	< 0,4	2,63	1,65	1,19	3,1	< 0,4	1,43	1,09	0,76

Fonte: MRN, 2020.
*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); (4) Não analisado devido a Pandemia, * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-103. Resultados analíticos dos parâmetros analisados mensalmente no piezômetro profundo do platô Monte Branco, piezômetro PZP MB 2, ano de 2020.

Parâmetro	Unidade	VMP (3) - Conama		Jan	Fev	Mar	Abr(4)	Mai(4)	Jun	Jul(4)	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
		396/2008	420/2009															
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	*	< 5	< 5	< 5	NA	NA	< 5	NA	< 5	12	10	9	16	11,75	3,1	0,26
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	*	< 5	< 5	< 5	NA	NA	< 5	NA	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	*	< 5	< 5	< 5	NA	NA	< 5	NA	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	*	< 5,00	< 5,00	< 5,00	NA	NA	< 5,00	NA	< 5	12	10	9	16	11,75	3,1	0,26
Alumínio Dissolvido	mg Al/L	*	*	0,092	0,13	0,084	NA	NA	0,081	NA	0,0521	0,205	0,0552	0,0784	0,0706	0,09	0,05	0,5
Cálcio Total	mg Ca/L	*	*	0,23	0,14	< 0,005	NA	NA	0,15	NA	0,108	0,22	0,463	0,776	0,198	0,29	0,23	0,79

Parâmetro	Unidade	VMP (3) - Conama		Jan	Fev	Mar	Abr(4)	Mai(4)	Jun	Jul(4)	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
		396/2008	420/2009															
Cloreto	µg/L	250000 (1)	*	946	999	1030	NA	NA	1070	NA	315	486	0,497	1,12	< 2000	605,95	462,4	0,76
Condutividade Elétrica(2)	mS/cm²	*	*	14	17,2	18,8	NA	NA	20,3	NA	5	11,7	19	18,5	17	15,72	4,83	0,31
Ferro Dissolvido	mg Fe/L	*	*	0,23	0,17	< 0,005	NA	NA	< 0,005	NA	0,008874	< 0,006	< 0,006	0,3217	< 0,006	0,18	0,13	0,72
Magnésio Total	mg Mg/L	*	*	0,13	0,14	0,063	NA	NA	0,04	NA	< 0,06	0,0875	0,164	0,413	< 0,06	0,15	0,12	0,84
Manganês	µg/L	100 (1)	400	6,38	11,2	< 5,00	NA	NA	< 5,00	NA	< 6	< 6	< 0,006	0,0158	< 6	5,87	5,61	0,96
Mercúrio	µg/L	1	1	0,22	< 0,17	< 0,17	NA	NA	< 0,17	NA	< 0,1	< 0,1	< 0,0001	< 0,0001	< 0,1	0,22	-	-
Nitrato (como N)	µg/L	10000	10000	< 0,1	10,4	20,3	NA	NA	25,7	NA	1,08	0,722	0,258	0,543	0,569	7,45	10,28	1,38
Nível	M	*	*	77,45	77,6	76,98	NA	NA	76,12	NA	61,55	61,5	61,26	73,6	61	69,67	8	0,11
ORP(2)	mV	*	*	470,13	470	497	NA	NA	501,6	NA	472	253	371	414	301	416,64	89,92	0,22
pH(2)	-	*	*	5,48	5,33	5,49	NA	NA	5,33	NA	5,99	7,06	5,93	5,16	5,18	5,66	0,6	0,11
Potássio Total	mg K/L	*	*	0,28	0,3	0,23	NA	NA	0,25	NA	0,222	1,16	0,321	0,339	< 0,06	0,39	0,31	0,81
Sílica Total	mg SiO2/L	*	*	4,27	4,37	1,3	NA	NA	< 1,07	NA	3,38	3,21	3,3	5,09	3,52	3,56	1,12	0,32
Sódio	µg/L	200000 (1)	*	1088	454	340	NA	NA	991	NA	937	10000	< 0,06	< 0,06	841	2093	3497,81	1,67
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	NA	NA	< 0,1	NA	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	*	< 1	< 1	< 1	NA	NA	< 1	NA	< 1	< 1	< 1	26	< 1	26	-	-
Sulfato	µg/L	250000 (1)	*	200	246	187	NA	NA	377	NA	55200	1500	1,26	1,55	< 1000	7214,1	19395,22	2,69
Temperatura(2)	°C	*	*	25,6	25,6	25,4	NA	NA	26,8	NA	25,92	27,4	25,71	25,9	26	26,04	0,65	0,02
Turbidez	NTU	*	*	1,92	0,98	< 0,4	NA	NA	< 0,4	NA	4,98	1,08	1,77	1,8	1,77	2,04	1,35	0,66

Fonte: MRN, 2020.
*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); (4) Não analisado devido a Pandemia, * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

.

Platô Teófilo

Na **Tabela 7.2-104** a **Tabela 7.2-106** os resultados analíticos mensais dos parâmetros nos piezômetros profundos do platô Teófilo para os anos de 2018, 2019 e 2020, os quais não apresentaram concentrações acima dos limites de referência estabelecidos pela Resolução Conama 396/08 que trata da classificação e diretrizes ambientais gerais para o enquadramento das águas subterrâneas, sendo aqui adotados os valores mais restritivos correspondentes a classe de consumo humano. Os dados também foram analisados a luz dos valores orientadores da Conama 420/09 visando a investigação de possíveis contaminações das águas subterrâneas decorrentes de atividades antrópicas.

Tabela 7.2-104. Resultados analíticos dos parâmetros analisados mensalmente no piezômetro profundo do platô Teófilo, piezômetro PZP TF, ano de 2018.

Parâmetro	Unidade	VMP (3) - Conama		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
		396/2008	420/2009															
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	*	< LQ	6,7	< LQ	< LQ	7,73	5,15	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	6,53	1,30	0,20
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	*	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	*	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	*	4,64	6,7	2,06	4,12	7,73	5,15	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	5,07	1,99	0,39
Alumínio Dissolvido	mg Al/L	*	*	0,15	0,066	0,12	0,082	0,014	0,026	0,12	0,029	0,027	0,093	0,08	0,12	0,08	0,05	0,59
Cálcio Total	mg Ca/L	*	*	0,58	0,53	0,065	0,071	0,63	0,44	0,32	< 0,0050	< 0,0050	0,03	0,097	< 0,0050	0,31	0,25	0,80
Cloreto	µg/L	250000 (1)	*	1706	1984	2306	2164	4121	4536	3241	1672	2241	2957	2484	2606	2668,17	904,68	0,34
Condutividade Elétrica(2)	mS/cm²	*	*	13,7	22,3	26,5	20,7	27,5	38,1	26,4	17,4	19,9	22,7	24,8	25,4	23,78	6,08	0,26
Ferro Dissolvido	mg Fe/L	*	*	0,2	0,057	< 0,005	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050	0,01	0,011	< 0,0050	0,07	0,09	1,29
Magnésio Total	mg Mg/L	*	*	0,46	0,4	0,13	0,12	0,42	0,29	0,24	0,092	0,15	0,17	0,15	0,12	0,23	0,13	0,58
Manganês	µg/L	100 (1)	400	6,28	8,34	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	7,31	1,46	0,20
Mercúrio	µg/L	1	1	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	-	-	-
Nitrato (como N)	µg/L	10000	10000	22,8	41,3	28,5	24,6	119	118	74,7	13,1	23,5	29,4	31,2	22,1	45,68	37,31	0,82
Nível	M	*	*	80,51	80,58	80,38	80,37	80,43	80,03	78,6	80,25	80,3	80,32	80,33	80,29	80,20	0,52	0,01
ORP(2)	mV	*	*	95,2	89,2	96,2	115,8	210,3	230,9	265,2	256,3	250	300	427,2	454	232,53	122,68	0,53
pH(2)	-	*	*	5,35	5,58	5,71	5,18	5,49	5,92	5,83	5,8	5,08	5,06	5,2	4,88	5,42	0,35	0,06
Potássio Total	mg K/L	*	*	0,15	0,31	0,29	0,24	0,23	0,11	0,13	0,38	0,12	0,78	0,19	0,11	0,25	0,19	0,74
Sílica Total	mg SiO2/L	*	*	7,41	7,12	7,94	7,18	12,6	2,2	3,2	3,43	7,51	7,99	8,14	8,28	6,92	2,81	0,41
Sódio	µg/L	200000 (1)	*	< 5,00	639	1759	406	3610	4702	2335	1303	617	1992	308	515	1653,27	1435,29	0,87
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,10	-	-

Parâmetro	Unidade	VMP (3) - Conama		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
		396/2008	420/2009															
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	*	6	< LQ	< LQ	< LQ	3	2	1	3	< 1	< 1	< 1	< 1	3,00	1,87	0,62
Sulfato	µg/L	250000 (1)	*	200	200	100	171	791	900	500	200	100	163	189	200	309,50	270,98	0,88
Temperatura(2)	°C	*	*	25,6	24,2	24,7	25,1	26,1	25,8	27,4	25,4	26,1	26,3	26,1	26	25,73	0,83	0,03
Turbidez	NTU	*	*	2,58	4,71	0,8	< LQ	1,3	1,74	1,07	< LQ	0,99	< LQ	0,46	1,46	1,68	1,29	0,77

Fonte: MRN, 2018.
*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-105. Resultados analíticos dos parâmetros analisados mensalmente no piezômetro profundo do platô Teófilo, piezômetro PZP TF, ano de 2019.

Parâmetro	Unidade	VMP (3) - Conama		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
		396/2008	420/2009															
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	*	< LQ	< LQ	7,68	7,2	8,64	11,9	7,56	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	8,60	1,92	0,22
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	*	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	*	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	*	< 5,00	< 5,00	7,68	7,2	8,64	11,9	7,56	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	8,60	1,92	0,22
Alumínio Dissolvido	mg Al/L	*	*	0,11	0,071	0,065	0,071	0,087	0,035	0,022	0,026	0,032	0,062	0,048	0,037	0,06	0,03	0,48
Cálcio Total	mg Ca/L	*	*	< 0,005	< 0,005	0,35	0,46	0,74	1,38	0,79	0,3	0,62	0,2	0,14	0,31	0,53	0,37	0,70
Cloreto	µg/L	250000 (1)	*	2275	2519	4160	4924	3767	3559	4038	2896	3251	2666	2131	2463	3132,30	939,01	0,30
Condutividade Elétrica(2)	mS/cm²	*	*	25,3	27,3	66,2	71	75,4	72,9	41,4	27,6	30,8	42,9	14,5	27,5	43,57	21,87	0,50
Ferro Dissolvido	mg Fe/L	*	*	0,012	0,015	0,056	< 0,005	< 0,005	0,0088	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,0050	< 0,005	0,0056	0,02	0,02	1,06
Magnésio Total	mg Mg/L	*	*	0,091	0,16	0,34	0,31	0,66	1,02	0,56	0,33	0,5	0,24	0,24	0,15	0,38	0,26	0,69
Manganês	µg/L	100 (1)	400	< 5,00	< 5,00	5,12	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	9,51	11,5	8,71	3,26	0,37
Mercúrio	µg/L	1	1	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	-	-	-
Nitrato (como N)	µg/L	10000	10000	22,4	41,8	66,4	67,3	58,3	55,8	79	45,4	49,2	37,9	26,4	68,9	51,57	17,56	0,34
Nível	M	*	*	80,03	79,96	79,37	79,02	79,45	78,55	78,48	77,32	75,49	75,16	73,06	72,68	77,38	2,64	0,03

Parâmetro	Unidade	VMP (3) - Conama		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
		396/2008	420/2009															
ORP(2)	mV	*	*	521,5	499,5	494,2	409,5	565,1	467,6	569	434,5	504,3	365	385	284	458,27	85,41	0,19
pH(2)	-	*	*	5,05	5,59	4,64	5,44	5,2	5,11	5,17	5,63	5,51	5,58	5,9	5,14	5,33	0,34	0,06
Potássio Total	mg K/L	*	*	0,16	0,22	0,21	0,13	0,29	0,4	0,39	0,33	0,39	0,33	0,25	0,15	0,27	0,10	0,36
Sílica Total	mg SiO2/L	*	*	7,85	4,15	2,39	1,73	1,79	2,14	2,78	7,22	6,34	6,66	6,17	1,7	4,24	2,42	0,57
Sódio	µg/L	200000 (1)	*	728	1138	8806	10433	8747	9663	4622	1782	2419	1482	836	819	3306,50	3540,95	1,07
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	*	< 1	< 1	< 1	13	< 1	< 1	< 1	< 1	8	78	< 1	1	25,00	35,67	1,43
Sulfato	µg/L	250000 (1)	*	200	446	11900	15200	15935	14781	3240	780	1709	539	256	300	3457,00	5455,41	1,58
Temperatura(2)	°C	*	*	26	26,6	25,7	25,6	26,2	26	25,9	25,5	26	25,9	26	26,2	25,97	0,29	0,01
Turbidez	NTU	*	*	0,51	1,94	2,19	1,21	1,87	0,62	< LQ	1,32	1	1,01	1,26	2,4	1,39	0,63	0,45

Fonte: MRN, 2019.

*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-106. Resultados analíticos dos parâmetros analisados mensalmente no piezômetro profundo do platô Teófilo, piezômetro PZP TF, ano de 2020.

Parâmetro	Unidade	VMP (3) - Conama		Jan	Fev	Mar	Abr(4)	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
		396/2008	420/2009															
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	*	< 5	< 5	< 5	NA	10	20	18	9	9	< 5	9	10	12,14	4,74	0,39
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	*	< 5	< 5	< 5	NA	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	*	< 5	< 5	< 5	NA	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	*	< 5,00	< 5,00	< 5,00	NA	10	20	18	9	9	< 5	9	10	12,14	4,74	0,39
Alumínio Dissolvido	mg Al/L	*	*	0,2	0,014	0,019	NA	0,056	0,0056	0,0065	0,0392	0,0397	0,0375	0,0392	0,0635	0,05	0,05	1,14
Cálcio Total	mg Ca/L	*	*	0,25	0,49	0,56	NA	2,02	1,43	1,1	0,235	0,21	0,265	0,235	0,188	0,63	0,61	0,97
Cloreto	µg/L	250000 (1)	*	2959	2437	4171	NA	2571	2416	3586	900	1290	1,63	900	< 2000	2123,16	1316,74	0,62
Condutividade Elétrica(2)	mS/cm²	*	*	23,2	37,2	32,1	NA	12,1	51	16,4	8,4	26,1	21	24,1	22	24,87	11,92	0,48

Parâmetro	Unidade	VMP (3) - Conama		Jan	Fev	Mar	Abr(4)	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
		396/2008	420/2009															
Ferro Dissolvido	mg Fe/L	*	*	< 0,005	0,014	0,015	NA	0,032	0,01	< 0,005	0,01182	< 0,006	0,01	0,012	0,018	0,02	0,01	0,47
Magnésio Total	mg Mg/L	*	*	0,16	0,24	0,25	NA	1,18	0,78	0,59	0,197	0,226	0,278	0,197	0,171	0,39	0,33	0,84
Manganês	µg/L	100 (1)	400	< 5,00	6,19	6,78	NA	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 6	< 6	< 0,006	< 6	< 6	6,49	0,42	0,06
Mercúrio	µg/L	1	1	< 0,17	< 0,17	< 0,17	NA	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,1	< 0,1	< 0,0001	< 0,1	0,18	0,18	#DIV/0!	#DIV/0!
Nitrato (como N)	µg/L	10000	10000	91	110	110	NA	66,2	57,8	88,7	0,327	0,543	< 0,1	0,327	0,848	52,57	47,65	0,91
Nível	M	*	*	72,6	72,45	72,64	NA	73,07	72,97	75,35	73,67	73,3	72,48	72	71,67	72,93	0,98	0,01
ORP(2)	mV	*	*	356	355	219	NA	239	297	399	440	287	274	650	349	351,36	119,41	0,34
pH(2)	-	*	*	5,08	5,27	5,33	NA	5,91	6,68	5,39	5,31	6,64	5,17	5,81	5,09	5,61	0,58	0,1
Potássio Total	mg K/L	*	*	0,077	0,16	2,73	NA	0,14	< 0,005	< 0,005	< 0,06	1,42	0,359	< 0,06	< 0,06	0,81	1,06	1,31
Sílica Total	mg SiO2/L	*	*	8,82	7,44	5,44	NA	2,4	30,4	1,2	10,4	9,06	8,97	10,4	8,69	9,38	7,62	0,81
Sódio	µg/L	200000 (1)	*	873	959	1771	NA	6333	6670	2417	1410	12500	0,273	1410	922	3205,93	3785,16	1,18
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	NA	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	*	< 1	5	< 1	NA	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	5	-	-
Sulfato	µg/L	250000 (1)	*	408	378	500	NA	12500	11700	2968	5520	1310	1,17	5520	< 1000	3920,57	4954,25	1,26
Temperatura(2)	°C	*	*	26,3	25,8	30,2	NA	29,04	26,69	25,8	27,9	29,9	27,32	26,1	25,4	27,31	1,72	0,06
Turbidez	NTU	*	*	1,27	1,59	3,85	NA	1,23	< LQ	0,77	0,71	0,58	1,97	0,71	3,42	1,71	1,18	0,69

Fonte: MRN, 2020.
*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); (4) Não analisado devido a Pandemia, * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Platô Saracá

A **Tabela 7.2-107** exibe os resultados analíticos mensais dos parâmetros nos piezômetros profundos do platô Saracá para o ano de 2017 (MRN, 2018a). Em 2018, devido ao avanço das frentes de lavra, o poço de monitoramento foi desativado e deslocado para um novo local não sendo realizadas análises para esse período. Nas **Tabela 7.2-108** e **Tabela 7.2-109** são apresentadas as análises referentes ao ano de 2019 (MRN, 2019) e 2020 (MRN, 2020), no novo local de instalação. Os dados não apresentaram concentrações acima dos limites de referência estabelecidos pela Resolução Conama 396/08 que trata da classificação e diretrizes ambientais gerais para o enquadramento das águas subterrâneas, sendo aqui adotados os valores mais restritivos correspondentes a classe de consumo humano. Os dados também foram analisados a luz dos valores orientadores da Conama 420/09 visando a investigação de possíveis contaminações das águas subterrâneas decorrentes de atividades antrópicas.

Tabela 7.2-107. Resultados analíticos dos parâmetros analisados mensalmente no piezômetro profundo do platô Saracá, piezômetro PZP SA, ano de 2017.

Parâmetro	Unidade	VMP (3) - Conama		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
		396/2008	420/2009															
Cálcio total (1)	mg/L	*	*	<0,005	0,097	0,078	0,73	NA	NA	NA	NA	<0,005	0,1	0,28	0,34	0,271	0,25	0,923
Magnésio total (1)	mg/L	*	*	0,22	0,13	0,21	0,35	NA	NA	NA	NA	0,13	0,14	0,32	0,28	0,223	0,09	0,392
Potássio total (1)	mg/L	*	*	1,02	0,52	0,73	0,96	NA	NA	NA	NA	0,14	0,39	6,48	0,63	1,359	2,09	1,538
Sílica total (1)	mg/L	*	*	1,42	1,45	1,51	<1,07	NA	NA	NA	NA	3,83	1,81	1,65	2,23	1,986	0,86	0,433
Sódio total (1)	µg/L	*	*	558	<5	198	316	NA	NA	NA	NA	<5	407	27780	493	4958,667	11180,85	2,255
S. Sedimentáveis (1)	ml/L	*	*	<0,1	<0,1	<0,1	NA	NA	NA	NA	NA	<0,1	<0,4	<0,1	<0,1	-	-	-
S. em suspensão (1)	mg/L	*	*	<2	<1	<1	<1	NA	NA	NA	NA	<1	50	<1	15	32,5	24,75	0,761
Turbidez (2)	NTU	*	*	1,05	2,58	6,93	<0,4	NA	NA	NA	NA	1,19	87,8	0,83	0,92	14,471	32,41	2,269
Alc. Bicarbonato (1)	mg/L	*	2450	<5	6	7	<5	NA	NA	NA	NA	<5	<5	5,15	<5	6,05	0,93	0,153
Alc. Carbonato (1)	mg/L	*	*	<5	<5	<5	<5	NA	NA	NA	NA	<5	<5	<5	<5	-	-	-
Alumínio (1)	µg/L	200	400	0,0062	0,069	0,078	0,094	NA	NA	NA	NA	0,11	0,29	0,12	0,13	0,112	0,08	0,728
Cloreto (1)	µg/L	250.000	1	1170	1318	667	900	NA	NA	NA	NA	632	1215	1241	1035	1022,25	264,01	0,26
Ferro (1)	mg/L	300	10000	<0,0005	0,015	0,029	0,0081	NA	NA	NA	NA	<0,005	0,14	0,011	0,17	0,062	0,07	1,172
Manganês (1)	µg/L	100	*	15,7	6,85	0,029	9,72	NA	NA	NA	NA	8,65	<5	14,8	19,1	10,693	6,41	0,599
Mercúrio (1)	µg/L	1	*	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	NA	NA	NA	NA	<0,17	<0,17	<0,17	0,18	0,18	-	-
Nitratos (1)	µg/L	10.000	*	845	99,1	237	328	NA	NA	NA	NA	12,2	154	24,2	135	134,25	106,37	0,792
Sulfatos (1)	µg/L	250.000	*	263	300	368	200	NA	NA	NA	NA	144	167	136	200	222,25	84,55	0,37
Cond. Elétrica (2)	mS/cm²	*	*	20,1	49,5	38,3	36,2	NA	NA	NA	NA	21,5	19,2	18,9	18,3	27,75	11,92	0,429
ORP (2)	mV	*	*	75,5	88,9	71,9	-23,1	NA	NA	NA	NA	80,3	98,5	103,3	125,3	77,95	44,21	0,567
pH (2)	-	*	*	5,2	4,64	5,73	5,64	NA	NA	NA	NA	5,16	5,19	5,13	5,17	5,233	0,34	0,064
Temperatura (2)	°C	*	*	25,8	26,5	25,9	27,8	NA	NA	NA	NA	27	26,1	25,9	26,2	26,4	0,69	0,026
Nível	M	*	*	57,68	57,25	57,25	57,1	NA	NA	NA	NA	55,48	55,67	56	56,1	56,591	0,87	0,015

Fonte: MRN, 2018a. Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado;

Tabela 7.2-108. Resultados analíticos dos parâmetros analisados mensalmente no piezômetro profundo do platô Saracá, piezômetro PZP SA, ano de 2019.

Parâmetro	Unidade	VMP (3) - Conama		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	Desv.	Coeficiente de
		396/2008	420/2009														Padrão	Variação
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	*	NA	NA	18,2	< LQ	10.8	15,1	12,4	9,72	< LQ	10,6	13,4	12,5	13,13	2,85	0,22
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	*	NA	NA	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	*	NA	NA	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	*	NA	NA	18,2	< 5,00	10,8	15,1	12,4	9,72	< 5,00	10,6	13,4	12,5	12,84	2,76	0,22
Alumínio Dissolvido	mg Al/L	*	*	NA	NA	0,073	0,15	0,036	0,037	0,1	0,067	0,1	0,035	0,063	0,016	0,07	0,04	0,59
Cálcio Total	mg Ca/L	*	*	NA	NA	5,51	1,29	2,39	3,36	2,38	2	1,22	1,97	2,7	2,3	2,51	1,23	0,49
Cloreto	µg/L	250000 (1)	*	NA	NA	706	817	702	775	719	623	1200	574	621	944	775,50	209,10	0,27
Condutividade Elétrica(2)	mS/cm²	*	*	NA	NA	56,5	23,4	32,1	34	27,8	29,8	30,9	46,1	30	22,3	33,29	10,45	0,31
Ferro Dissolvido	mg Fe/L	*	*	NA	NA	0,67	< 0,005	0,0053	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,12	< 0,005	0,014	< 0,005	0,20	0,32	1,56
Magnésio Total	mg Mg/L	*	*	NA	NA	0,88	0,27	0,61	0,69	0,77	0,77	0,58	0,85	0,88	0,71	0,70	0,18	0,26
Manganês	µg/L	100 (1)	400	NA	NA	5,27	< 5,00	< 5,00	< 5,00	10,1	15,8	13,8	17	9,91	16,1	12,57	4,29	0,34
Mercúrio	µg/L	1	1	NA	NA	< 0,17	0,18	< 0,17	< 0,17	< 0,17	0,3	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	0,24	0,08	0,35
Nitrato (como N)	µg/L	10000	10000	NA	NA	63,2	92,4	29,6	40,4	21,7	20,8	14	26	10,8	24,8	34,37	25,24	0,73
Nível	M	*	*	NA	NA	60,1	62,11	62,93	62,77	62,85	62,78	63,77	62,7	68,82	62,62	63,15	2,21	0,03
ORP(2)	mV	*	*	NA	NA	518,6	505,1	536,9	479,5	478,1	415	469,5	360	384	270	441,67	83,48	0,19
pH(2)	-	*	*	NA	NA	5,66	5,17	5,97	5,8	5,69	5,58	5,12	5,43	5,93	5,49	5,58	0,29	0,05
Potássio Total	mg K/L	*	*	NA	NA	0,3	0,15	0,25	0,26	< 0,005	0,33	0,41	0,18	0,73	0,16	0,31	0,18	0,58
Sílica Total	mg SiO2/L	*	*	NA	NA	3,36	2,69	6,38	6,38	8,39	9,93	6,48	12,2	9,19	< 1,07	7,22	3,06	0,42
Sódio	µg/L	200000 (1)	*	NA	NA	216	230	704	636	572	976	607	788	815	514	589,75	271,16	0,46
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	*	NA	NA	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	*	NA	NA	< 1	33	< 1	29	< 1	6	< 1	< 1	108	< 1	44,00	44,29	1,01
Sulfato	µg/L	250000 (1)	*	NA	NA	175	163	200	334	240	200	100	194	239	175	185,75	44,96	0,24
Temperatura(2)	°C	*	*	NA	NA	30,1	28,7	31	26,9	27,2	26,5	30,4	25,8	28	25,9	28,05	1,91	0,07
Turbidez	NTU	*	*	NA	NA	< LQ	1,01	1,63	4,06	< LQ	0,91	0,84	1,99	91,5	0,88	12,85	31,80	2,47

Fonte: MRN, 2019.

*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Tabela 7.2-109. Resultados analíticos dos parâmetros analisados mensalmente no piezômetro profundo do platô Saracá, piezômetro PZP SA, ano de 2020.

Parâmetro	Unidade	VMP (3) - Conama		Jan	Fev	Mar	Abr(4)	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	Desv. Padrão	Coeficiente de Variação
		396/2008	420/2009															
Alcalinidade Bicarbonatos	mg CaCO3/L	*	*	15,5	13,3	12,5	NA	9	12,5	7	74	36	18	15	16	21,28	20,14	0,95
Alcalinidade Carbonatos	mg CaCO3/L	*	*	< 5	< 5	< 5	NA	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	<5	< 5	-	-	-
Alcalinidade Fenolftaleína	mg CaCO3/L	*	*	< 5	< 5	< 5	NA	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	<5	< 5	-	-	-
Alcalinidade Total	mg CaCO3/L	*	*	15,5	13,3	12,5	NA	9	12,5	7	74	36	18	15	16	20,8	19,18	0,92
Alumínio Dissolvido	mg Al/L	*	*	0,013	0,0075	0,0054	NA	0,01	0,008	0,016	0,0429	0,0632	0,0774	0,0187	0,0486	0,03	0,03	0,9
Cálcio Total	mg Ca/L	*	*	3,56	2,61	2,74	NA	3,52	1,42	2,34	3,34	4,99	3,93	3,07	3,08	3,15	0,92	0,29
Cloreto	µg/L	250000 (1)	*	713	677	570	NA	694	657	84,7	540	500	0,603	<2000	< 2000	492,92	266,2	0,54
Condutividade Elétrica(2)	mS/cm²	*	*	41,1	22	99	NA	17	19	22,5	28,1	33,2	19	28,3	25,5	32,25	23,23	0,72
Ferro Dissolvido	mg Fe/L	*	*	< 0,005	0,011	0,0052	NA	< 0,005	0,01	0,016	< 0,006	< 0,006	0,01096	< 0,006	0,04332	0,02	0,01	0,86
Magnésio Total	mg Mg/L	*	*	0,56	0,74	0,78	NA	0,49	< 0,005	0,51	0,565	0,885	0,835	15,9	0,759	2,2	4,81	2,19
Manganês	µg/L	100 (1)	400	< 5,00	12,5	13,4	NA	< 5,00	14,1	10	< 6	< 6	0,0065	15,9	9,9	10,83	5,24	0,48
Mercúrio	µg/L	1	1	< 0,17	< 0,17	< 0,17	NA	< 0,17	< 0,17	<0,17	< 0,1	< 0,1	< 0,0001	<0,1	< 0,1	-	-	-
Nitrato (como N)	µg/L	10000	10000	56,2	22,1	17,8	NA	25,5	27,3	57,1	0,622	0,501	< 0,1	0,432	0,358	20,79	21,85	1,05
Nível	M	*	*	62,31	61,9	62,79	NA	61,37	61,29	61,39	61,5	61,6	61,55	61,7	62,88	61,84	0,57	0,01
ORP(2)	mV	*	*	281	281	118	NA	234	286	285	310	273	306	469	290	284,82	81	0,28
pH(2)	-	*	*	5,55	5,04	5,19	NA	6,37	6,87	6,38	5,97	6,08	5,84	5,61	5,64	5,87	0,54	0,09
Potássio Total	mg K/L	*	*	0,012	< 0,005	0,14	NA	0,28	< 0,005	0,24	< 0,06	0,372	0,309	0,0925	< 0,06	0,21	0,13	0,62
Sílica Total	mg SiO2/L	*	*	5,61	6,2	4,57	NA	3,22	31,4	6,22	8,99	7,07	8,39	8,34	9,54	9,05	7,66	0,85
Sódio	µg/L	200000 (1)	*	311	< 5,00	716	NA	152	< 5,00	< 5,00	262	< 60	< 0,06	<60	478	402	249,31	0,62
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	*	*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	NA	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	*	*	< 1	< 1	1	NA	< 1	< 1	< 1	6	< 1	< 1	< 1	8	5	3,61	0,72
Sulfato	µg/L	250000 (1)	*	234	200	700	NA	200	155	200	58100	1740	< 1	1790	1170	6448,9	18159,83	2,82
Temperatura(2)	°C	*	*	26,7	27,7	25,4	NA	26,34	26,43	25,9	25,1	27,5	26,55	28,3	25,5	26,49	1,01	0,04
Turbidez	NTU	*	*	1,43	1,2	0,9	NA	0,81	0,65	2,35	0,57	1,97	1,56	1,31	0,58	1,24	0,6	0,48

Fonte: MRN, 2020.

*Legenda: (1) Resultados obtidos em laboratório externo (Tasqa Serviços Analíticos LTDA); (2) Resultados obtidos em laboratório MRN; (3) Valor máximo permitido (VMP); (4) Não analisado devido a Pandemia, * Parâmetro sem padrão de referência; NA: Não analisado; ND: Não detectado.*

Conforme observado, os resultados das análises das águas subterrâneas em comparação com os de qualidade das águas das nascentes indicam forte influência do substrato rochoso nas características geoquímicas das águas. A confrontação dos resultados de monitoramentos de água subterrânea dos anos de 2017 até 2020, realizados pela MRN, com os parâmetros da Resolução Conama 420/2009, não apontam a presença de fontes antrópicas de contaminação, enquanto a comparação com os valores de referência da Conama 396/2008 indicaram que as águas subterrâneas se encontram em usos preponderantes da água dentro dos limites estabelecidos para a classe de consumo humano, ou seja, a mais restritiva.

Em relação as amostragens de nascentes, várias dessas apresentaram valores acima dos limites estabelecidos pela resolução 357/2005, para os parâmetros de ferro, alumínio e pH. A concentração elevada desses metais nas surgências está relacionada com a acidez observada nas águas subterrâneas. Essas águas ácidas são resultantes das características climáticas da região responsáveis pela lixiviação e maior disponibilização desses metais nas águas.

7.2.9.6. Usos da Água

A seguir são apresentados os principais usos dos recursos hídricos da AE.

A) Usos Gerais

Os principais usos das águas superficiais e poços freáticos na área de estudo são o transporte de mercadorias e pessoas através do sistema hidroviário local, mediante a movimentação de cargas e passageiros pelos rios da região, o abastecimento público na vila de Porto Trombetas e consumo humano pelas comunidades ribeirinhas, a pesca de subsistência, e comercial para a venda local, além do uso recreativo e para lazer. As comunidades inseridas na área de estudo e a forma de obtenção de água são detalhados no **Quadro 7.2-66**.

Quadro 7.2-66. Acesso à água por comunidade.

Comunidade	Acesso à água
Chuedá	Água de poço e uso das águas superficiais do Igarapé Chuedá sem tratamento
Paraíso	Água de poço e uso das águas superficiais do Igarapé Chuedazinho sem tratamento
Cabeceira do Alema (Alema)	Poço da prefeitura que abastece 9 famílias, outras usam poços rasos instalados por conta própria, mas a grande maioria das famílias utiliza o Igarapé
Cabeceira dos Claudios	Maioria utiliza as águas superficiais do Igarapé e algumas utilizam poços
Comunidade Nascimento	Maioria utiliza as águas superficiais do Igarapé e algumas utilizam poços
Comunidade Jamary	Maioria utiliza as águas superficiais do Igarapé e algumas utilizam poços
Boca do Piraruacá	Grande parte possui acesso à água de poço subterrâneo, sendo três instalados pela prefeitura, porém as que não têm acesso captam água do Lago do Pirauacá
Inchá	Poço artesiano para maioria das famílias, porém as que não têm acesso ao poço fazem uso da água bruta dos rios e igarapés

Comunidade	Acesso à água
Pocó	Possuem um poço subterrâneo instalado pela prefeitura, mas como depende de motobomba movido a diesel, muitas vezes não há combustível suficiente para abastecer as famílias, que acabam captando do igarapé
Aibi 1	Possuem um poço subterrâneo instalado pela prefeita, mas como depende de conjunto motobomba movido a diesel, muitas vezes não há combustível suficiente para abastecer as famílias, que acabam ficando sem água
Aibi 2	Possuem um poço subterrâneo, mas em períodos de baixa vazão dos rios o poço seca, a água não é captada e, portanto, consomem água bruta dos rios
Núcleo Silva	Possuem um poço subterrâneo, mas em períodos de baixa vazão dos rios o poço seca, a água não é captada e, portanto, consomem água dos rios
Boa Vista	Água bruta do igarapé
Ubim	Possuem poço com conjunto motobomba instalado pela prefeitura, porém não existe conjunto reserva, e quando os equipamentos existentes apresentam problemas os moradores ficam sem água
Sacará	Possuem um poço instalado pela MRN e outros três poços para abastecer as famílias, porém quando os conjuntos motobomba existentes apresentam problemas, muitos moradores recorrem a água bruta do Igarapé Sacará
Boa Nova	A água é distribuída por meio de microssistemas, com quatro poços no total. Mesmo assim as famílias mais distantes não possuem acesso aos poços e consomem água bruta dos rios

Há ainda utilização das águas para fins industriais, como atualmente ocorre com a MRN, que consome água na planta de beneficiamento, sobretudo nos processos de britagem, lavagem de correias e pátios, concentração de minerais, dentre outros usos.

Atualmente a MRN possui seis pontos de captação de água, porém apenas cinco darão suporte ao PNM e estão situados na área de estudo. Os igarapés de captação são Saracá, Saracazinho, Aviso e o rio Trombetas, sendo o último inserido na área do porto.

O **Quadro 7.2-67** exibe os pontos de captação, seus corpos hídricos, coordenadas e finalidade de uso.

Quadro 7.2-67. Pontos de captação de água superficial atualmente outorgados pela MRN

Pontos de Captação/Corpo Hídrico	Coordenadas Geográficas (UTM) em metros		Vazões Outorgadas (m³/h)	Formas de Uso da Água
	X	Y		
Rio Trombetas	568.089	9.838.422	2.500	Necessária ao abastecimento da área industrial do porto e vila urbana de porto Trombetas. A água é captada pela ETA - Porto e distribuída para unidades de Secagem, Usinas de Geração I e II, oficinas, áreas administrativas e vila residencial.
Igarapé Saracá (margens da rodoferrovia no Km 25, que liga a área da Mina à área industrial do Porto)	569.203	9.817.457	2.000	Necessária ao abastecimento da planta de beneficiamento do minério e Estação de Tratamento de Água da Mina.
Igarapé Saracazinho (estrada de acesso aos platôs Almeidas e Aviso)	562.727	9.811.638	1.000	Necessária também ao abastecimento da planta de beneficiamento de minério.
Igarapé Saracazinho - Almeidas (estrada de acesso ao platô Almeidas)	564.657	9.811.888	75	Destinados para a Estação de Tratamento de Água e o restante são utilizados para limpeza das áreas de britagem, hidrantes e vias de acessos para as frentes de lavras.
Igarapé Araticum	559.011	9.807.638	9 a 75	Não dará suporte ao PNM.
Monte Branco	554.862	9.817.298	130	Destinados para a Estação de Tratamento de Água e o restante são utilizados para limpeza das áreas de britagem, hidrantes e vias de acessos para as frentes de lavras

Fonte: HATCH, 2021.

Conforme exibido no **Quadro 7.2-49** (item 7.2.9.5) existem na região de estudo 15 poços tubulares profundos, 13 dos quais contidos na Área de Estudo, aos quais se somam dois poços (Teófilo PB-01 e Teófilo PB-02) que não integram o quadro, visto que à época da consulta não constarem do cadastro do SIAGAS (CPRM).

Em geral estes poços identificados foram outorgados à MRN, que utiliza as águas subterrâneas em suas instalações para as áreas de oficina e aspersão de poeira ou de água potável para as áreas administrativas e de vivência, bem como para a reservação de um volume exclusivo para combate a incêndio.

Os poços de número 11 e 15 do **Quadro 7.2-49** citado situam-se fora da Área de Estudo, o primeiro em Porto Trombetas, sendo também utilizado em operações de beneficiamento do minério pela MRN, e o segundo localizado junto ao lago de Sapucuá, outorgado à Andrade Gutierrez.

O **Quadro 7.2-66** relaciona diversas comunidades que se abastecem parcialmente de águas subterrâneas provenientes de poços freáticos rasos equipados com bombas instalados pela Prefeitura.

O sistema de captação e distribuição de água do PNM abrange desde captações existentes em igarapés, captação em poços profundos e a distribuição de água bruta para as áreas de oficina e aspersão de poeira ou de água potável para as áreas administrativas e de vivência, conforme detalhado no **Capítulo de Caracterização do Empreendimento**.

B) Reaproveitamento de Água na Mina

Na planta de beneficiamento realiza-se o processo pelo qual o minério bruto é submetido a diversas operações unitárias, de forma a adequá-lo segundo as especificações dos clientes para sua comercialização. Trata-se de um processo físico constituído das etapas de escrubagem e classificação (peneiramento, ciclonagem e filtragem).

Conforme detalhado no capítulo de Caracterização do Empreendimento, com o emprego da tecnologia *Mud Farming*, os efluentes provenientes da lavagem (beneficiamento) do minério na planta de beneficiamento são direcionados para diques de contenção (água + sólido), dividindo-se em TP's (tanques de recebimento da polpa) e SP's (tanques de sedimentação do rejeito).

No interior dos tanques os sólidos sedimentam e a água (sobrenadante) é reaproveitada na lavagem do minério, retornando à planta de beneficiamento, em circuito fechado. O reservatório de rejeito diluído TP-2 (*Tailing Pond*) recebe rejeito da Planta de Beneficiamento, com uma diluição de 8 a 10% de sólidos em peso. Após espessamento, sem a utilização de reagentes químicos, mas pelo simples processo de sedimentação, os sólidos são removidos (20 a 25% em peso) utilizando-se duas dragas de sucção, enquanto a água recuperada retorna para a Planta de Beneficiamento por intermédio de tubulação de aço/fibra de vidro.

Outra parcela significativa da água recuperada advém do reservatório TP-1, que atualmente funciona apenas como reservatório de água, recebendo água recuperada dos reservatórios de rejeito espessado (SP's) e água pluvial, o qual retoma a água recuperada para o processo por intermédio de uma tubulação em aço.

A água para complementação do abastecimento da área industrial da mina provém de duas fontes de adução: captação do igarapé do Saracá (km 25) e do igarapé do Saracazinho, os quais apresentam grandes variações das vazões de captação durante o ano, relacionados à sazonalidade e a capacidade de reaproveitamento de água pelo sistema.

Considerando as indicações acima, aproximadamente 74% da água necessária na Área Industrial da Mina é água recuperada do processo, enquanto cerca de 26% provêm de água nova captada nos sistemas de adução dos igarapés Saracá e Saracazinho.

Durante o ano de 2014 a MRN reaproveitou 84% da água utilizada no processo de beneficiamento do minério, o que corresponde a 56.956.914 m³, de um total de 67.881.579 m³ utilizado na planta. A água nova direcionada para planta de beneficiamento é captada nos

pontos localizados nos igarapés Saracá (km 25), localizado às margens da rodoferrovia e Saracazinho, localizado às margens da estrada de acesso ao platô Almeidas.

a) Estudos Hidrológicos

Os estudos de balanço hídrico para o Sistema de Disposição de Rejeitos, elaborados pela empresa PIMENTA DE ÁVILA CONSULTORIA LTDA. (PIMENTA DE ÁVILA, 2021), considerou os dados e o horizonte previsto para a sua operação até o ano de 2042. Esses estudos tiveram como principais objetivos:

- Avaliar o repotenciamento necessário dos sistemas de bombeamento para os lagos existentes (L1, Lago Urbano e Lato Pater) e para o lago a ser construído (Lago Saracá Oeste), em função de vários fatores intervenientes, inclusive do próprio volume desses lagos, considerando precipitações anuais de projeto associadas aos Tempos de Retorno (TR) de 10, 25 e 100 anos;
- Avaliar a necessidade de descarte controlado de água para que o sistema suporte a precipitação anual de projeto associada aos Tempos de Retorno de 10, 25 e 100 anos;
- Avaliar as medidas necessárias para garantir que a demanda hídrica da planta de beneficiamento seja suprida, mesmo em cenários de baixa disponibilidade hídrica no Sistema de Rejeito (períodos de estiagem).

Tendo em vista o horizonte previsto para a operação do sistema, foram selecionados alguns anos para que as simulações de balanço hídrico fossem desenvolvidas, sendo os anos de 2021 (configuração atual) e 2024, 2027, 2029, 2033 e 2038. Esses anos foram escolhidos, pois representam anos nos quais novas estruturas entram em operação e iniciam os processos de descaracterização e fechamento de SPs.

Dados Climatológicos

Para o desenvolvimento do estudo de precipitações foram considerados os registros do monitoramento pluviométrico no TP-01 e TP-02. Ainda, foram considerados os seguintes procedimentos para atualização dos dados de precipitação a serem adotados:

- Extensão da precipitação mensal do TP-02 com base na correlação com os registros mensais de TP-01; e
- Soma dos dados mensais da série estendida para obtenção da precipitação anual.

O resultado da extensão dos registros de precipitação anual do TP-02 é apresentado na **Figura 7.2-301**.

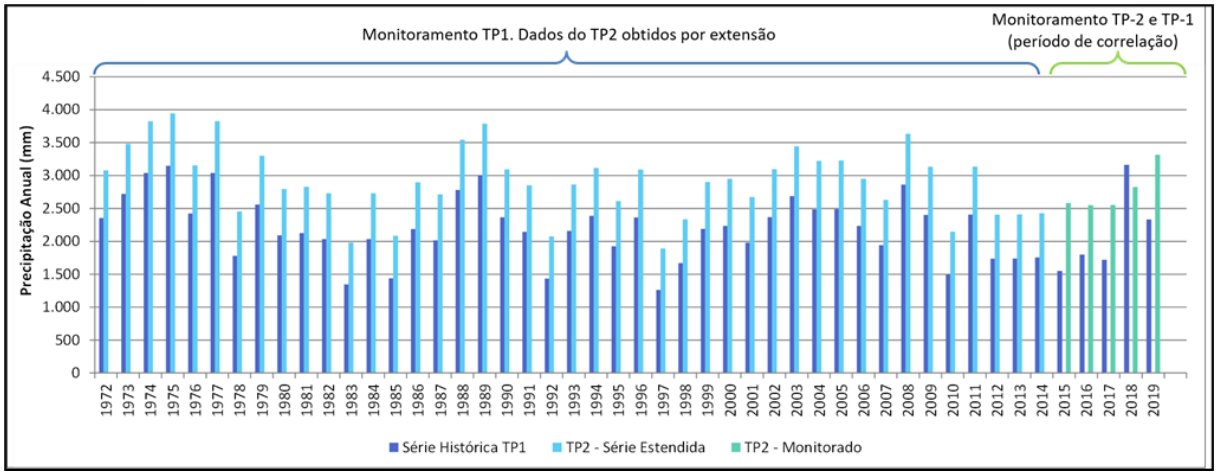
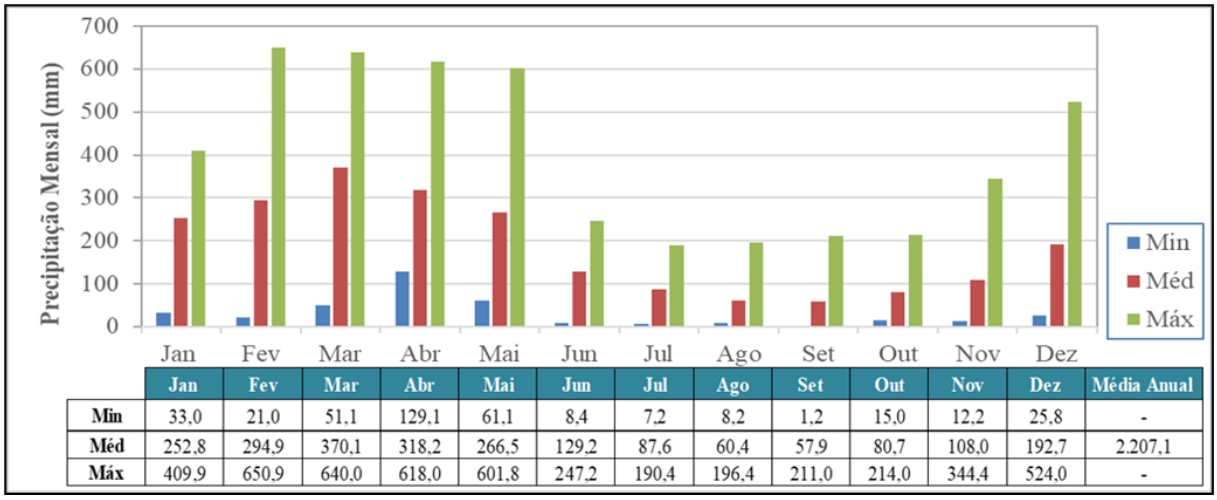


Figura 7.2-301. Precipitação anual do TP-2 estendida com base nos registros monitorados do TP-1

Fonte: Pimenta de Ávila, 2021.

Para fins de sumário pluviométrico da região, destaca-se que foram considerados os registros da estação pluviométrica do TP-01, pela magnitude de sua extensão em relação aos registros do TP-02. A **Figura 7.2-302** apresenta o sumário do monitoramento das precipitações mensais no pluviômetro do TP-01. O período chuvoso no Sistema de Rejeito da MRN compreende os meses de dezembro a maio, e o período seco compreende os meses de junho a novembro.



	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média Anual
Min	33,0	21,0	51,1	129,1	61,1	8,4	7,2	8,2	1,2	15,0	12,2	25,8	-
Méd	252,8	294,9	370,1	318,2	266,5	129,2	87,6	60,4	57,9	80,7	108,0	192,7	2.207,1
Máx	409,9	650,9	640,0	618,0	601,8	247,2	190,4	196,4	211,0	214,0	344,4	524,0	-

Figura 7.2-302. Precipitações mínima, média e máxima mensal da estação TP-01, considerando o monitoramento de jan/1972 a jun/2020

Fonte: Pimenta de Ávila, 2021.

Para fins de simulação, o critério adotado é que cada pluviômetro (TP-01 ou TP-02) seja representativo de parte do Sistema de Disposição de Rejeitos. Os registros do pluviômetro TP-02 foram considerados representativos para os sistemas Pater, Urbano e Saracá Oeste, enquanto os registros do pluviômetro TP-01 foram considerados representativos para o sistema L1. Além do mais, foi adotada a premissa de que a precipitação anual é distribuída conforme os registros diários de precipitação da estação TP-1 do ano hidrológico de nov/1976 a out/1977.

Em estudos anteriores, verificou-se que essa distribuição da chuva anual é a mais conservadora do ponto de vista de vertimentos.

A **Figura 7.2-303** apresenta as chuvas anuais históricas registradas na estação TP-01, frente aos quantis de precipitações anuais considerando o período 1972-2020.

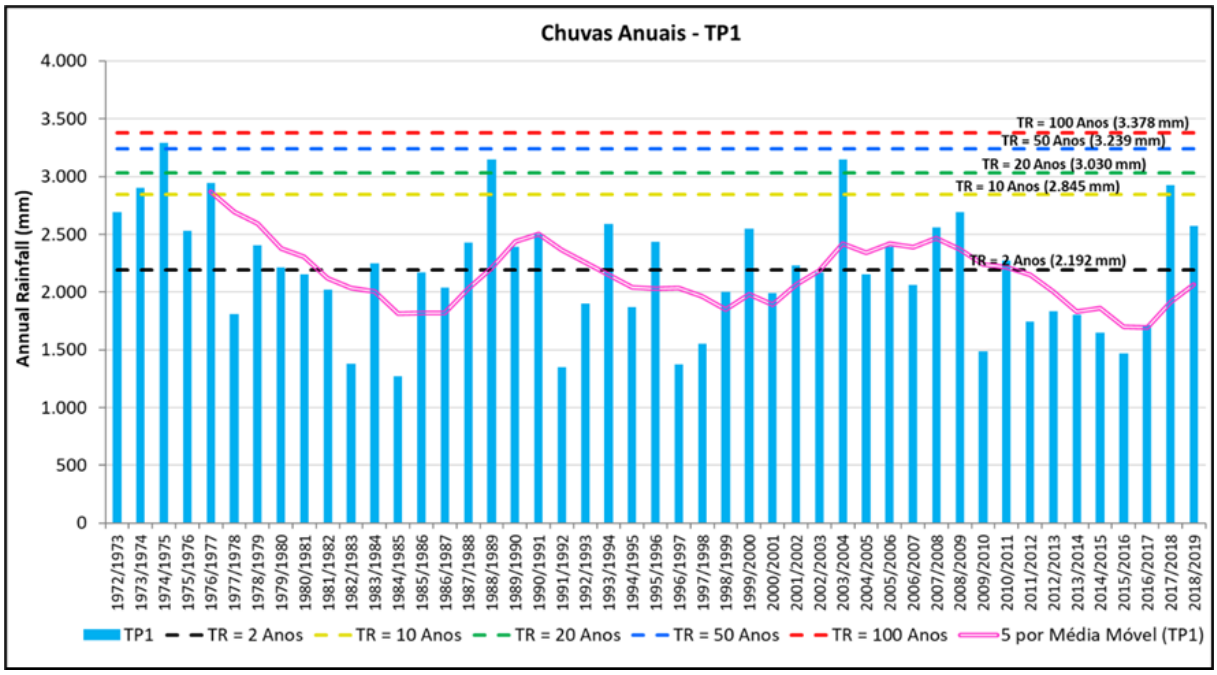


Figura 7.2-303. Série de precipitações anuais da estação TP-01

Fonte: Pimenta de Ávila, 2021.

Os dados de evaporação média mensal adotados para o estudo de balanço hídrico foram obtidos por meio da aplicação do método indireto proposto por Thorntwaite (1948) e são apresentados na **Tabela 7.2-110.**

Tabela 7.2-110. Evaporação média mensal da região em estudo, calculada pelo método de Thornthwaite

Mês	Mensal (mm)
Janeiro	105,3
Fevereiro	79,6
Março	95,2
Abril	93,0
Maio	94,6
Junho	99,3
Julho	112,7
Agosto	131,5
Setembro	126,6
Outubro	135,3

Mês	Mensal (mm)
Novembro	117,3
Dezembro	105,3
Total Anual	**1.295,7**

Fonte: Pimenta de Ávila, 2021.

Fluxos de Bombeamento e Suprimento da Demanda Hídrica da Planta

O **Quadro 7.2-68** apresenta as vazões de referência dos fluxos de água atuais no Sistema de Disposição de Rejeitos da MRN.

Quadro 7.2-68. Capacidade dos fluxos de bombeamento e suprimento da demanda hídrica da planta

Fluxo			Capacidade de bombeamento (m³/h)
Lago	De	Para	Efetiva (Real)
Lago Urbano	Lago Urbano	TP2 (Linha 1)	1.850
	Lago Urbano	TP2 (Linha 2)	1.150
	Lago Antas	TP2	1.100
Lago Pater	Lago Pater	TP2	2.720
	Alargamento do Pater	TP3	1.650
Lago L1	Lago L1	TP1 / Planta	940
TP2 / L2	TP2	TP3	4.400
	L2	Planta	7.000
	L2	TP1 / Planta	3.300
TP3	TP3	TP2	3.300
	TP3	Lago Pater (abaixo doSP-16)	1.500
Captação KM 25	KM 25	Planta	2.000
Captação Saracazinho	Saracazinho	L1	900

Fonte: Pimenta de Ávila, 2021.

Estimativa da Demanda Hídrica da Planta

O processo desempenhado pela planta de beneficiamento exerce grande influência no balanço hídrico do Sistema de Disposição de Rejeitos. Essa influência se deve a dois aspectos: à produção e ao regime de operação (tempo de operação por intervalo de tempo).

As principais características que afetam o balanço hídrico do Sistema de Disposição de Rejeitos são:

- No regime de incidência de chuvas, o sistema “Planta + Sistema de Disposição de Rejeitos” é fechado, ou seja, não gera efluentes para o meio ambiente;
- Para o regime de período seco é necessária a captação de água nova, ou seja, o processo realizado na planta consome água;
- Grande parte da água demandada pela planta é recirculada;
- A planta não opera em regime contínuo (24 horas/dia e 365 dias/ano).

A síntese dessas relações é apresentada na **Figura 7.2-304**.

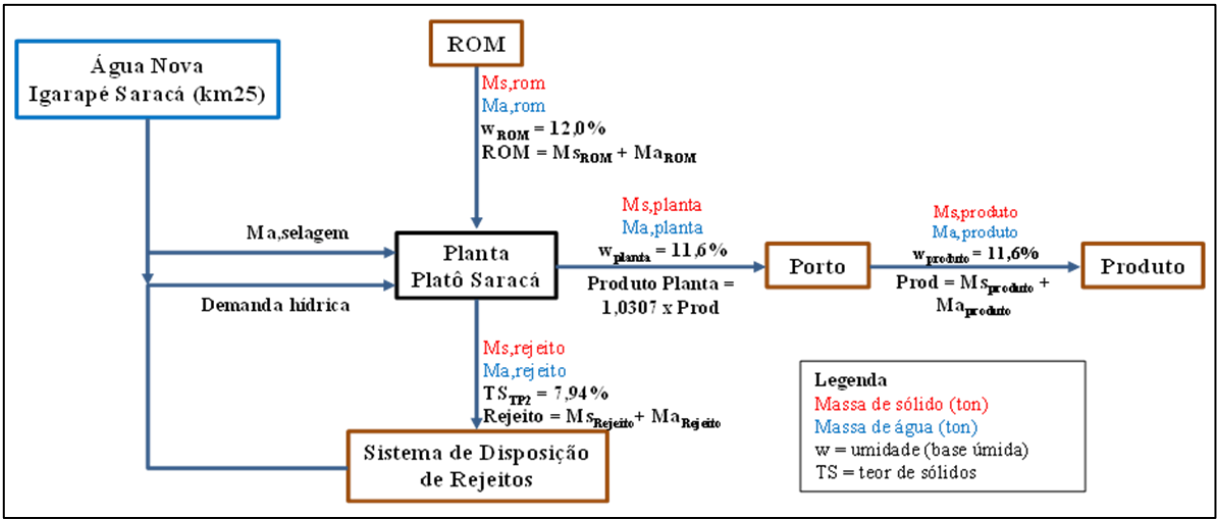


Figura 7.2-304. Croqui esquemático do balanço de massa global
Fonte: Pimenta de Ávila, 2021.

Síntese da Metodologia Adotada

Segundo PIMENTA DE ÁVILA CONSULTORIA LTDA. (documento QC5-JPA-26-04-010-RT), a metodologia utilizada no estudo do balanço hídrico do Sistema de Disposição de Rejeitos da MRN foi elaborada por meio da integração do balanço hídrico de cada reservatório, que é baseado na equação geral do balanço hídrico, como segue:

$$\left(\Delta V / \Delta t\right) = \sum ENTRADAS - \sum SAÍDAS$$

Onde:

$\left(\Delta V/\Delta t\right)$ denota a variação do volume no intervalo de tempo;

$\sum ENTRADAS$ denota a soma das vazões afluentes aos reservatórios, decorrentes, por exemplo, da incidência da precipitação; e

$\sum SAÍDAS$ denota a soma das vazões efluentes em cada reservatório, decorrentes, por exemplo, da evaporação sobre a área inundada.

Em virtude da função de cada reservatório no Sistema de Rejeitos, dos fluxos de água e do balanço de massa do rejeito, cada reservatório possui entradas e saídas distintas e, em muitos casos, variáveis ao longo do tempo. Além disso, foi considerado, nos estudos de balanço hídrico, o amortecimento de cheias nos reservatórios segundo o método de Puls Modificado, considerando a capacidade de descarga dos sistemas extravasores e as relações cota-volume dos reservatórios.

Para a transformação de precipitação total em precipitação efetiva foi adotada a metodologia *Curve Number* (CN) do *Natural Resources Conservation Service* (NRCS). Essa metodologia adota como premissa uma relação linear entre a proporção do volume infiltrado em relação à capacidade máxima de infiltração e a proporção do volume total escoado em relação à precipitação total. O único parâmetro utilizado por essa metodologia é o próprio CN, para o qual um valor maior resulta em uma precipitação efetiva também maior.

Tradicionalmente, o método do NRCS é utilizado para a simulação de eventos chuvosos, nos quais as perdas iniciais e perdas por infiltração são calculadas uma única vez. Apesar disso, é possível realizar simulações contínuas (como simulações de balanço hídrico) com o emprego deste método em intervalo diário. Nesse caso, em cada dia é computada a precipitação efetiva associada à precipitação total.

Associar uma simulação de balanço hídrico a um determinado tempo de retorno, como está associado ao presente estudo, não é tarefa simples. Tipicamente, as simulações de balanço hídrico são contínuas. Dentro do período de simulação, é possível a ocorrência de eventos chuvosos de várias durações, ainda que associados a um único tempo de retorno. Algumas possibilidades de simulação contínua para o balanço hídrico são: i) considerar a incidência de uma precipitação anual associada ao tempo de retorno de projeto e distribuí-la segundo o critério mais apropriado; ou ii) realizar simulações de Monte Carlo considerando a incidência de séries sintéticas de precipitação. Ao longo do estudo, será adotado o critério de associar a precipitação anual a um tempo de retorno, e distribuí-la conforme a distribuição mais crítica observada nos anos considerados chuvosos da série histórica. Esse critério tem a vantagem de possibilitar a simulação da evolução do nível dos reservatórios do Sistema de Rejeitos (como o TP3), o que pode ser determinante para a ocorrência ou não de vertimentos. A realização de simulações de Monte Carlo possui inconvenientes relacionados principalmente ao tempo computacional despendido para sua execução. No entanto, ratifica-se que este é um critério de projeto, que não descarta a possibilidade de incidência de precipitações extremas com durações inferiores (1 dia, por exemplo).

O estudo de balanço hídrico do sistema foi representado na plataforma computacional do *software* GoldSim, de forma a avaliar a frequência de vertimentos para o meio ambiente. O

GoldSim é um *software* de simulação dinâmica que possui uma grande diversidade de funções e capacidades, permitindo representar o comportamento de sistemas complexos em geral, como conjuntos de reservatórios e sistemas de disposição de rejeito. Os elementos relevantes do sistema simulado são representados por meio de funções matemáticas que descrevem os fluxos entre eles. O GoldSim ainda permite que eventuais incertezas, especialmente nos dados de entrada, possam ser modeladas por meio da aplicação de funções probabilísticas em simulações de Monte Carlo.

O balanço hídrico foi simulado em intervalo horário. A precipitação, que é uma das variáveis mais importantes no balanço, será considerada em intervalo diário, distribuída uniformemente durante cada dia.

Análises Desenvolvidas

- **Cenário 1:** Avaliação do repotenciamento necessário para os sistemas de bombeamento, com base nas precipitações de projeto anuais de 10, 25 e 100 anos de Tempo de Retorno;
- **Cenário 2:** Cálculo da vazão de descarte controlada necessária para que o sistema suporte as chuvas anuais de projeto associadas aos TR's de 10, 25 e 100;
- **Cenário 3:** Avaliação da necessidade de ampliação da capacidade de captação de água nova.

Síntese dos resultados

- Cenário 1 – Avaliação da capacidade dos bombeamentos, associada às precipitações de projeto anuais de 10, 25 e 100 anos de Tempo de Retorno

O **Quadro 7.2-69.** apresenta as capacidades de bombeamento calculadas para os reservatórios do Sistema de Rejeito, considerando as precipitações de projeto anuais de 10, 25 e 100 anos de Tempo de Retorno. Além disso, estão destacadas as maiores vazões calculadas para os sistemas de bombeamento.

Quadro 7.2-69. Capacidades de bombeamento calculadas

Ano	TR (anos)	LU p/ TP2	LP p/ TP2	L1 p/ TP1	LO p/ TP3	TP2 p/ TP3
2024	**10**	4.400	4.400	1.578	1.100	6.800
	25	5.300	5.200	2.439	1.300	8.600
	100	**6.300**	6.200	3.587	1.500	10.600
2027	**10**	3.800	4.100	1.435	2.700	6.500
	25	4.600	4.800	2.152	3.600	8.100
	100	5.600	5.800	3.443	4.600	10.100
2029	**10**	3.900	4.100	2.296	2.900	7.000
	25	4.600	4.900	3.443	3.700	8.500
	100	5.600	5.800	**5.000**	**5.000**	**10.700**
2033	**10**	3.500	4.200	1.148	2.800	6.300
	25	4.400	5.000	2.009	3.600	7.800

Ano	TR (anos)	LU p/ TP2	LP p/ TP2	L1 p/ TP1	LO p/ TP3	TP2 p/ TP3
	100	5.400	5.900	3.443	4.700	9.600
2038	**10**	3.400	5.000	1.148	2.700	5.900
	25	4.500	5.700	2.152	3.600	7.400
	100	5.500	**7.100**	3.587	4.600	9.100

LU: Lago Urbano; LP: Lago Pater; LO: Lago do Saracá Oeste
Fonte: Pimenta de Ávila, 2021.

De maneira geral, as maiores capacidades de bombeamento demandadas para o Sistema de Rejeito referem-se ao ano de 2029, no qual já se tem todas as novas estruturas consideradas, e apresenta uma condição inicial de descaracterização e fechamento dos reservatórios. No caso do bombeamento do Lago Pater para o TP2, os maiores valores ocorrem no ano de 2038, devido às mudanças na cobertura do solo da bacia de contribuição referentes à conclusão do replantio nos SP's 14, 15 e 16 e consequente remoção do sistema extravasor, concluindo o fechamento. Nessa situação, não há amortecimento de cheias no reservatório. De forma análoga, a conclusão do fechamento nos SP's 6 e 9A impacta o bombeamento do Lago Urbano para o TP2, que apresenta seu maior valor no ano de 2024.

- Cenário 2 – Cálculo da vazão de descarte necessária para que o sistema suporte as chuvas anuais de projeto associadas aos TR's de 10, 25 e 100 anos

Neste cenário, os volumes descartados são obtidos a partir da integração das vazões descartadas ao longo das simulações do balanço hídrico, enquanto as vazões apresentadas são as vazões máximas de descarte. Além disso, foram considerados, também, os bombeamentos dimensionados no Cenário 1.

O **Quadro 7.2-70** apresenta as vazões de descarte no TP3 necessárias para que o sistema suporte as chuvas anuais de projeto associadas aos TR's de 10, 25 e 100 anos. O descarte controlado de águas exclusivamente pelo TP-03 significa uma redução da quantidade de sistemas de descarte, além de possibilitar o controle direto do nível de água máximo no TP-03 e, consequentemente, no TP-02.

Quadro 7.2-70. Vazão de descarte no TP3 necessária para que o sistema suporte as chuvas anuais de projeto

Ano	TR (anos)	Vazão Descarte TP3 (m³/h)	Descarte TP3 (MMm³)
2024	**10**	2.300	6,658
	25	3.100	9,906
	100	4.500	12,540
2027	**10**	2.400	7,916
	25	3.700	10,820
	100	5.300	14,350
2029	**10**	**2.600**	**8,210**
	25	**4.000**	**11,410**
	100	**5.200**	**14,470**
2033	**10**	2.200	7,240
	25	3.200	9,787
	100	4.700	13,210
2038	**10**	1.800	5,992
	25	2.600	8,231
	100	4.100	11,690

Fonte: Pimenta de Ávila, 2021.

- Cenário 3 – Avaliação da necessidade de ampliação da capacidade de captação de água nova

O **Quadro 7.2-71** e **Quadro 7.2-72** apresentam uma breve análise da capacidade de suprimento da planta para os anos considerados (2021, 2024, 2027, 2029, 2033 e 2038), sob a hipótese de não considerar volumes de água decorrentes da ocorrência de precipitações no Sistema de Rejeito, porém com 100% de reaproveitamento da água liberada pelo rejeito nos SPs.

De modo geral, observa-se que, mesmo nos cenários mais conservadores, não há indícios de que a atual capacidade de captação de água nova seja insuficiente. É importante ressaltar que as conclusões aqui apresentadas levam em consideração a premissa de que o ritmo de produção é constante ao longo do ano.

Quadro 7.2-71. Avaliaão da capacidade de suprimento da demanda hídrica da planta

Ano	Água liberada no TP-02	Água liberada pelo rejeito total	Demanda hídrica da planta - sem água de selagem	Demanda de água de selagem	Evaporação no TP-02	Disponibilidade de captação de água nova
	m³/h	m³/h	m³/h	m³/h	m³/h	m³/h
2021	4.425	5.949	6.132	160	149	1.959
2024	4.343	5.882	6.016	160	149	1.959
2027	4.010	5.450	5.541	160	149	1.959
2029	3.890	5.303	5.371	160	149	1.959
2033	3.812	5.168	5.259	160	149	1.959
2038	4.337	5.869	6.006	160	149	1.959

Fonte: Pimenta de Ávila, 2021.

Quadro 7.2-72. Resumo da capacidade de suprimento da demanda hídrica da planta

Ano	Resumo		Conclusão
	Disponibilidade total	Demanda hídrica total	
	m³/h	m³/h	
2021	7.759	6.292	OK!
2024	7.692	6.176	OK!
2027	7.260	5.701	OK!
2029	7.113	5.531	OK!
2033	6.978	5.419	OK!
2038	7.679	6.166	OK!

Fonte: Pimenta de Ávila, 2021.

C) Disponibilidade Hídrica

a) Demandas Atuais

Como pode ser observado no **Quadro 5-107**, as captações de água superficial dos igarapés Saracá (km 25) e Saracazinho (estrada de acesso aos platôs Almeida e Aviso) destinam-se ao abastecimento da planta de beneficiamento de minério localizada na Mina Saracá, onde, conforme já exposto, há o reaproveitamento de 74% das águas e a demanda de 26% de água nova.

O reaproveitamento das águas do Sistema de Disposição de Rejeitos é fundamental para seu equilíbrio hídrico, de forma a não ocorrerem excessos, traduzidos em vertimentos, conforme mostrado nos estudos de balanço hídrico elaborados pela empresa PIMENTA DE ÁVILA CONSULTORIA LTDA (PIMENTA DE ÁVILA, 2021) correspondente ao Relatório QC5-JPA-26-04-010-RT, assim como pela redução da demanda de consumo e utilização racional e sustentável da água.

Considerando-se que no ano de 2014 a MRN reaproveitou 84% da água utilizada no processo de beneficiamento do minério, o que corresponde a 56.956.914 m³ de um total de 67.881.579 m³ utilizado na planta (HATCH, 2021) correspondente ao relatório QC7-HAT-08-09-512-RT, foi neste ano necessária a adução de 10.924.665 m³ de água nova destes dois mananciais, o que equivale a uma captação de 910.338,75 m³/mês, ou 30.346,29 m³/dia. A este valor deve ser acrescida a vazão de 768 m³/dia, necessária para a Estação de Tratamento de Água da Mina, totalizando 31.114,29 m³/dia.

De forma mais conservadora, considerando-se o reaproveitamento de 74% da água utilizada na planta de beneficiamento em 2014, tem-se o valor de 50.232.368 m³/ano, que deduzido de 67.881.579 m³/ano, resulta em uma captação de água nova de 17.649.210,96 m³/ano, ou 1.470.767,58 m³/mês, ou, ainda, 49.025,58 m³/dia. A este valor também deve ser acrescida a vazão de 768 m³/dia, necessária para a Estação de Tratamento de Água da Mina, totalizando 49.793,58 m³/dia.

As vazões outorgadas conjuntas para os dois mananciais citados é de 3.000 m³/h e o regime de variação de captação é de 24 horas, 12 meses no ano (exceto nos meses chuvosos), segundo o relatório HATCH (2021). Independente da estação chuvosa, que ocorre entre dezembro e maio (seis meses), a outorga permite uma captação de 72.000 m³/dia, mais do que o dobro da necessária para as demandas projetadas considerando-se o reaproveitamento de 84%, e amplamente suficiente para as demandas projetadas considerando-se o reaproveitamento de 74%.

Além do mais, os resultados do estudo de balanço hídrico elaborado pela PIMENTA DE ÁVILA CONSULTORIA LTDA. (PIMENTA DE ÁVILA, 2021) demonstraram que mesmo nos cenários mais conservadores, não existem indícios de que a capacidade de captação de água nova seja insuficiente para suprir a demanda hídrica atual da mina.

b) Demandas Futuras

Para suportar as operações de lavra do Flanco Norte estão previstas novas instalações nos platôs Rebolado, Monte Branco (lado oeste) e pequenas modificações nas instalações de apoio do platô Monte Branco (lado leste), além de novos alojamentos e ampliação das instalações

administrativas existentes no platô Saracá. Para o Flanco Sul estão previstas novas instalações nos platôs Jamari e Teófilo, e modificações nas instalações de apoio de Aviso.

O sistema de captação e distribuição de água abrange todo o complexo desde captações existentes em igarapés e captação em poços profundos até a distribuição de água bruta para as áreas de oficina e aspersão de poeira ou de água potável para as áreas administrativas e de vivência, bem como a reservação de um volume exclusivo e dedicado para combate ao incêndio.

Conforme mencionado anteriormente, para os platôs Monte Branco (lado leste), Aviso e Saracá, serão utilizadas captações existentes em igarapés. Para os platôs Aviso e Saracá haverá tanto as captações superficiais existentes quanto as novas captações subterrâneas por meio de poços profundos. Para os demais platôs, abrangendo Monte Branco (lado oeste), Rebolado, Teófilo e Jamari, a captação de água bruta será somente por meio de poços profundos e deverão ser distribuídos da seguinte forma:[5]

- Monte Branco Oeste – 2 poços novos;
- Rebolado – 2 poços novos;
- Teófilo – 2 poços novos; e
- Jamari – 3 poços novos.

O **Quadro 7.2-73** resume as demandas previstas de água subterrânea divididas por platô. As captações totalizam vazão de aproximadamente 161,7 m³/h; 3.234 m³/dia, considerando o período de bombeamento de 20 horas/dia; 97.020 m³/mês; e 1.180.410 m³/ano.

Quadro 7.2-73. Demandas previstas de água subterrânea por platô

Flanco	Platô	Demanda prevista de água nova (m³/h)	Quantidade de poços
Sul	Aviso	15,0	1
	Teófilo	28,4	2
	Jamari	51,1	3
Norte	Monte Branco (lado oeste)	27,7	2
	Rebolado	24,5	2
	Saracá	15,0	1

[5] Cabe destacar que os poços futuros ainda não possuem locação precisa, sendo estes estabelecidos por platô, conforme o capítulo de Caracterização do Empreendimento.

A exploração de recursos hídricos subterrâneos para obtenção de um volume de água bruta estimado em 27,7 m³/h para Monte Branco (Lado Oeste), 24,5 m³/h para Rebolado, 28,4 m³/h para Teófilo, 51,1 m³/h para Jamari, 15 m³/h para Aviso e 15 m³/h para Saracá, o que poderá afetar as vazões de nascentes e igarapés do entorno dos platôs citados.

Segundo os estudos hidrológicos e hidrogeológicos desenvolvidos pela HATCH (2021) correspondente ao documento QC7-HAT-08-09-515-RT, os dados piezométricos disponíveis para os platôs Teófilo, Jamari e Rebolado indicam dois níveis de água distintos: i) um situado à profundidade média de 25 metros, entendido como um falso nível d'água ou nível de água suspenso; ii) outro localizado a uma profundidade média de 70 a 80 metros, entendido como nível de água real do aquífero, uma vez que este apresenta nascentes perenes correlacionadas.

Os poços tubulares profundos de referência dos estudos são os já instalados no platô Teófilo (PB-01 de 30/10/2018 e PB-02 de 30/11/2018). O poço PB-01 possui 200 m de profundidade, 8 polegadas de diâmetro, com nível estático a 72 m e nível dinâmico a 144 m de profundidade para uma produção de 5 m³/h, ou seja, vazão específica de 0,07 m³/h/m. O poço PB-02 possui 250 m de profundidade, 8 polegadas de diâmetro, com profundidade do nível estático a 100 m e nível dinâmico a 137 m de profundidade para uma produção de 36 m³, ou seja, vazão específica de 1,0 m³/h/m.

Visto que ambos apresentam perfis litológicos muito similares, a maior capacidade produtiva de um em relação a outro foi atribuída à maior profundidade, tendo o citado estudo indicado poços com profundidades superiores a 250 m para garantir as demandas projetadas ou, alternativamente, poços de menor profundidade com maiores diâmetros de perfuração.

Segundo a vazão estimada, para atender às demandas projetadas de 15,0 m³/h para o platô Aviso, 15 m³/h para o platô Saracá, de 28,4 m³/h para o platô Teófilo, de 51,1 m³/h para o platô Jamari, de 27,7 m³/h para o platô Monte Branco (oeste) e de 24,5 m³/h para o platô Rebolado, foram projetados 1 poço, 1 poço, 2 poços, 3 poços, 2 poços e 2 poços, respectivamente (HATCH, 2021).

Segundo Tancredi, A.C. (1996), os parâmetros hidrodinâmicos do aquífero Alter do Chão em Santarém evidenciam que a transmissividade apresenta valores compreendidos entre 130 m²/dia e 790 m²/dia, indicando grande capacidade de produção de água subterrânea.

A reserva permanente (Rp) do aquífero segundo o volume de saturação, que é a água que permanece saturando o meio poroso, uma vez extraída toda a água armazenada sob pressão (Feitosa, F.A.C & Manoel Filho, J. 1997), é definida pela fórmula:

$Vs = Abη_e$

Onde:

A = área de ocorrência do aquífero

b = espessura média saturada do aquífero

$η_e$ = porosidade efetiva

Tratando-se de um aquífero livre:

Rp = Vs

A reserva permanente do aquífero Alter do Chão na área do PNM, considerando-se grosseiramente a área abrangida pelos platôs, a espessura média do aquífero como sendo a diferença entre o nível estático e o nível dinâmico dos poços de referência e a porosidade efetiva como 20% (Tancredi, op.cit.) tem-se:

$A = 300 \times 10^6\ m^2$

b = 37 m

ηe = 0,20

$Rp = 2.220 \times 10^6\ m^3$

A precipitação média anual, considerando-se o pluviômetro de Saracá, é de 2.235 mm, sendo que a taxa de recarga do aquífero é estimada em 20% deste valor, ou seja, de 447 mm/ano.

Face à magnitude da reserva permanente e a uma taxa de recarga do aquífero estimada em 20% da precipitação média anual, as demandas estimadas de água subterrânea para o projeto, de 161,7 m³/h, ou 3.234 m³/dia, ou 97.020 m³/mês, ou ainda 1.180.410 m³/ano, são pouco significativas.

Em relação aos recursos hídricos superficiais, não é prevista a ampliação das vazões de captação já outorgadas pela MRN. As captações existentes totalizam vazão máxima de 3.205 m³/h na bacia hidrográfica do Igarapé Saracá, sendo 2.000 m³/h no Igarapé Saracá, 1.075 m³/h no Igarapé Saracazinho e 130 m³/h no ponto denominado Monte Branco, devido à sua proximidade com o platô homônimo.

Conforme resultados de vazões apresentados no item 7.2.9.1, baseadas no monitoramento fluviométrico realizado em pontos pré-estabelecidos, observa-se que a vazão média e a vazão com probabilidade de excedência de 95% (Q_{95}) no ponto mais a jusante da bacia hidrográfica (SA-3) são de aproximadamente 8,1 m³/s (29.160 m³/h) e 3,4 m³/s (12.240 m³/h), respectivamente. A vazão máxima de captação representa apenas cerca de 26,1% da vazão de referência Q_{95}. Ressalta-se que esse ponto de monitoramento fluviométrico não está localizado na foz do Igarapé Saracá, indicando que sua disponibilidade hídrica superficial pode ser ainda maior.

Devido à carência de dados fluviométricos confiáveis no ponto de captação do Rio Trombetas, não foi possível realizar a avaliação de sua disponibilidade, analogamente ao caso da bacia do Igarapé Saracá. No entanto, a área de drenagem nesse ponto (82.900 km²) é cerca de 223 vezes maior que a área de drenagem no ponto de monitoramento SA-3 (372 km²), e considerando que essa vazão de captação é inferior à vazão de captação na bacia do Igarapé Saracá, o impacto causado é pouco significativo.

D) Balanço Hídrico

O Sistema de Disposição de Rejeitos da MRN opera atualmente com armazenamento do rejeito gerado em SP's (tanques de sedimentação de rejeito), cuja ocupação ocorre por meio de um

rodízio de lançamentos com ciclos pré-determinados de disposição e secagem, estabelecidos conforme condicionantes climáticas da região (períodos de seca e estiagem).

No interior dos tanques os sólidos sedimentam e parte da água é reaproveitada na lavagem do minério, retornando a planta de beneficiamento, em circuito fechado. Outra parcela significativa da água recuperada advém do reservatório TP-1, que atualmente funciona apenas como reservatório de água, recebendo água recuperada dos SP's e água pluvial, o qual retoma a água recuperada para o processo. Desta forma, por meio de um sistema de reservação e adução, grande parte da água de processo é reaproveitada na planta.

O balanço hídrico desse sistema ao longo da vida útil do empreendimento, elaborado pela empresa PIMENTA DE ÁVILA CONSULTORIA LTDA. (PIMENTA DE ÁVILA, 2021), aponta inclusive para um eventual excesso de água, e prevê o repotenciamento (aumento da capacidade) dos sistemas de bombeamento para os lagos existentes e para o lago a ser construído, considerando precipitações anuais de projeto associadas aos tempos de retorno de 10, 25 e 100 anos. Além do mais, o estudo avaliou e confirmou a necessidade de aumento da capacidade de descarte pelo TP-3.

Para complementar o abastecimento da área industrial da mina, existem ainda duas fontes de captação e adução de água nova (bruta): no Igarapé do Saracá (km 25) e no Igarapé do Saracazinho, os quais apresentam variações das vazões de captação durante o ano, relacionados à sazonalidade e a capacidade de reaproveitamento de água pelo sistema. É importante ressaltar que não será necessária ampliação das vazões de captação outorgadas nesses e nos demais mananciais.

Conceitualmente, pode-se considerar que as vazões exploradas pela mineração são amplamente restituídas pelo regime pluviométrico da região, cujas águas, no período de inverno, são parcialmente reservadas nas barragens dos igarapés Saracá e Saracazinho, mananciais que abastecem a planta de beneficiamento, responsável pelo maior volume de água utilizado pela MRN em suas atividades minerárias. A planta é interligada ao Sistema de Disposição de Rejeitos, já licenciado para esta atividade (Licença de Operação Retificada LO 021/93, processo IBAMA 02018.002590/1992-51).

Ainda, os resultados dos estudos de balanço hídrico (PIMENTA DE ÁVILA, 2021) demonstraram que, de modo geral, mesmo nos cenários mais conservadores, não há indícios de que a atual capacidade de captação de água nova seja insuficiente, considerando que o ritmo de produção é constante ao longo do ano.

As demandas de água do PNM serão providas em parte por manancial subterrâneo a ser explorado nos platôs Aviso (15,0 m³/h), Saracá (15,0 m³/h), Teófilo (28,4 m³/h), Jamari (51,1 m³/h), Monte Branco (oeste) (27,7 m³/h) e Rebolado (24,5 m³/h) e, em parte, por igarapés em exploração, que dão suporte atualmente às atividade minerárias em Monte Branco (leste) e Aviso, e que atenderão às demandas dos novos platôs.

Além das demandas previstas/projetadas, existem captações subterrâneas existentes e outorgadas pela MRN, que totalizam vazão de exploração de 186,35 m³/h. Considerando o período máximo de bombeamento de 20 horas/dia, têm-se 3.727 m³/dia; 111.810 m³/mês e 1.360.355 m³/ano. Ao todo, será necessária a exploração de manancial subterrâneo com volume aproximado de **2.540.765 m³/ano.**

O Aquífero Alter do Chão, além de possuir grande capacidade de produção, conforme exposto anteriormente, será explorado por poços, afastados 500 m entre si e situados em platôs separados em uma dezena de quilômetros, o que implica em baixa concentração local e em ampla dispersão geográfica, respectivamente, favorecendo a obtenção dos volumes requeridos, sem impactos significativos nos mananciais.

Quanto a vazões de águas restituídas por chuvas, as taxas de recarga do Aquífero Alter do Chão indicam valores para o sistema semiconfinado por aquitarde de 197.400 a 296.100 m³/ano/km² (Azevedo, J.H, 2019). O setor norte da Área de Estudo, que envolve os platôs descomissionados, os platôs em atividade e os platôs do PNM projetados, constituído em sua maior parte por área de recarga do aquífero, possui cerca de 1.600 km², o que resultaria em uma taxa de recarga de 315.840.000 m³/ano, considerando-se o valor inferior indicado para o sistema. Este valor é 124 vezes maior que a demanda total, de 2.540.765 m³/ano.

No que se refere a recursos hídricos superficiais, o sistema de beneficiamento Saracá utiliza pouca água nova, decorrente da necessidade de controle de águas restituídas e águas pluviais do sistema fechado de disposição de rejeito, que é proveniente de captações em mananciais superficiais (igarapés), e, quanto aos recursos hídricos subterrâneos, é muito pouco significativa a captação pretendida.

7.2.10. Patrimônio Espeleológico

7.2.10.1. Introdução

Nesse tópico são apresentados os resultados da atividade Prospecção Espeleológica realizada na Área Diretamente Afetada (ADA) do empreendimento Projeto Novas Minas (PNM) e no seu entorno imediato (*buffer* de 250 metros - AID), conforme determina o Decreto nº 99.556/1990, com as alterações dadas pelo Decreto nº 6.640/2008, a Resolução CONAMA nº 347/2004 e a Instrução Normativa nº 2/2017 do Ministério do Meio Ambiente e Instruções Normativas nº 1 e 4/2017 do Instituto Chico Mendes, além do cumprimento das demais leis que vigoram sobre o tema no âmbito Estadual e Municipal.

A amostragem foi realizada nos platôs Barone, Cruz Alta Leste, Escalante, Jamari e Rebolado, e nos acessos aos platôs Barone/Jamari, Escalante e Cruz Alta Leste, tendo como objetivo localizar, identificar e quantificar cavidades naturais subterrâneas inseridas nesse recorte espacial, e descrever de modo preliminar suas características básicas como aspectos biológicos, geológicos, hidrológicos, posição na vertente, dificuldades de acesso entre outros. Para fins de estruturação, nesse estudo de prospecção espeleológica, a porção sul do platô Jamari foi denominada Jamarizinho, e os resultados são apresentados separadamente para essas duas áreas.

Cabe ressaltar que, ao contrário dos demais componentes que integram o meio físico, o diagnóstico do patrimônio espeleológico é executado com uma área de influência já definida, em atendimento à legislação descrita anteriormente. Assim, a partir da ADA, é definida a AID na qual será avaliado o patrimônio espeleológico que, potencialmente, pode ser afetado pelo empreendimento. Dessa forma, para o estudo do patrimônio espeleológico, não foi aplicado o conceito de Área de Estudo (AE), estabelecido para a execução do diagnóstico dos demais temas que integram o meio físico.

7.2.10.2. Referências Normativas Vigentes no Rito do Licenciamento Ambiental Espeleológico

- Resolução Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 01, de 23 de janeiro de 1986;

  Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental.

- Resolução Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 009, de 24 de janeiro de 1986;

  Criação da Comissão Especial para tratar de assuntos relativos à preservação do Patrimônio Espeleológico Nacional.

- Constituição da República Federativa do Brasil, 05 de outubro de 1988;

  Art. 20 - São bens da União [...] X - as cavidades naturais subterrâneas e os sítios arqueológicos e pré-históricos [...]

  Art. 225 - Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

- Portaria nº 887 - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), de 15 de junho 1990;

  Dispões sobre ações que objetivam a preservação do Patrimônio Espeleológico Nacional e estabelece conceitos básicos.

  Art. 1º - promover a realização de diagnóstico da situação do patrimônio espeleológico nacional, identificando áreas críticas e definindo ações e instrumentos necessários para a sua devida proteção e uso adequado;

  Art. 2º - constituir um Sistema Nacional de Informações Espeleológicas, contendo informações atualizadas sobre cavidades naturais subterrâneas existentes em território nacional, instituições de pesquisa, pesquisadores e documentação técnico-científica a elas associados;

  Art. 3º - limitar o uso das cavidades naturais subterrâneas apenas a estudos de ordem técnico-científica, bem como atividades de cunho espeleológico, étnico-cultural, turístico, recreativo e educativo;

  Art. 4º - tornar obrigatória a elaboração de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) para as ações ou empreendimentos de quaisquer natureza, previstos ou existentes em áreas de ocorrência de cavidades naturais subterrâneas ou de potencial espeleológico, que direta ou indiretamente possam ser lesivos a essas cavidades;

  Art. 5º - proibir desmatamentos, queimadas, uso de solo e subsolo ou ações de quaisquer natureza que coloquem em risco as cavidades naturais subterrâneas e sua área de influência, a qual compreenda os recursos ambientais, superficiais e subterrâneos, dos quais dependam sua integridade física ou seu equilíbrio ecológico;

Art. 6º - definir a área de influência de uma cavidade natural subterrânea através de estudos técnicos específicos, obedecendo as peculiaridades e características de cada caso;

[...]

- Decreto Federal nº 99.556, de 1º de outubro de 1990;

  Dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional, e dá outras providências.

- Lei Ordinária nº 5.887, de 9 de maio de 1995;

  Dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente no Pará e dá outras providências.

- Resolução Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 237, de 19 de dezembro 1997;

  Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental.

- Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000;

  Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.

- Resolução Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 347, de 10 de setembro de 2004;

  Dispõe sobre a proteção do patrimônio espeleológico, sob a ótica da regulamentação do licenciamento ambiental de atividades com potencial de degradação do patrimônio espeleológico, inserindo na legislação conceitos como os de área de influência sobre o patrimônio espeleológico, plano de manejo espeleológico, procedimentos para autorização de atividades turísticas e de pesquisas científicas no interior de cavernas, além de instituir o Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas - CANIE.

- Decreto Federal nº 6.640, de 07 de novembro de 2008;

  Dá nova redação aos arts. 1°, 2°, 3°, 4° e 5° e acrescenta os arts. 5-A e 5-B ao Decreto no 99.556, de 1o de outubro de 1990, que dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional.

  Entre outros pontos, introduziu no arcabouço jurídico brasileiro a possibilidade de impacto ambiental irreversível em cavernas, bem como o novo conceito de relevância de cavidades naturais subterrâneas, que passaram a ser classificadas em quatro graus de relevância: máximo, alto, médio e baixo, sendo que somente aquelas com máximo grau de relevância estão legalmente resguardadas de sofrerem impactos negativos irreversíveis. De modo complementar, instituiu ainda formas de compensação de danos ambientais relacionadas especificamente ao patrimônio espeleológico.

- Portaria Ministério Meio Ambiente (MMA) nº 358, de 30 outubro 2009;

Institui o Programa Nacional de Conservação do Patrimônio Espeleológico, com seus princípios e diretrizes estruturados em seis componentes que abrange todas as áreas relacionadas à conservação do patrimônio espeleológico (conhecimento; conservação; utilização sustentável; monitoramento, avaliação, prevenção e mitigação de impactos; divulgação; e fortalecimento institucional).

- Resolução Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) n° 428, de 17 de dezembro de 2010;

  Dispõe, no âmbito do licenciamento ambiental sobre a autorização do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação (UC), de que trata o § 3º do artigo 36 da Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000, bem como sobre a ciência do órgão responsável pela administração da UC no caso de licenciamento ambiental de empreendimentos não sujeitos a EIA-RIMA e dá outras providências.

- Lei Complementar Federal nº 140, de 8 de dezembro de 2011;

  Fixa normas para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora.

- Instrução Normativa nº 01 - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS), de 10 de março 2013;

  Regulamenta os procedimentos administrativos para a celebração de termos de compromisso e termo de concordância do cálculo de compensação ambiental em cumprimento à obrigação de compensação ambiental, decorrentes de processos de Licenciamento Ambiental de empreendimentos promotores de significativo impacto ambiental no âmbito do Estado do Pará.

- Portaria nº 55 - Ministério do Meio Ambiente, de 17 de fevereiro de 2014;

  Estabelece procedimentos entre o Instituto Chico Mendes e o IBAMA para os processos de licenciamento ambiental federal sujeitos à autorização ou à ciência do órgão responsável pela administração de unidades de conservação federais. Os artigos 11 a 13 do Capítulo IV definem os procedimentos específicos relativos ao licenciamento de atividades e empreendimentos que impactem cavidades naturais subterrâneas.

- Instrução Normativa nº 5 - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS), de 11 de julho de 2014;

  Estabelece procedimentos e critérios para o cálculo de gradação de impacto ambiental, para fins de compensação ambiental, nos casos de licenciamento de empreendimentos de significativo impacto ambiental e dá outras providências.

- Instrução Normativa nº 01 - Instituto Chico Mendes da Biodiversidade (ICMBio), de 24 de janeiro de 2017;

Estabelece procedimentos para definição de outras formas de compensação ao impacto negativo irreversível em cavidade natural subterrânea com grau de relevância alto, conforme previsto no art. 4º, § 3º do Decreto nº 99.556, de 1º outubro de 1990.

- Instrução Normativa nº 02 - Ministério Meio Ambiente (MMA), de 30 de agosto de 2017;

  Estabelece metodologia para classificação do grau de relevância das cavidades naturais subterrâneas (regulamenta o art. 5º do Decreto nº 6.640/2008 e revoga a IN/MMA nº 2/2009).

- Instrução Normativa nº 04 - Instituto Chico Mendes da Biodiversidade (ICMBio), de 20 outubro de 2017;

  Acrescenta o art. 5-A à Instrução Normativa nº 01, de 24 de janeiro de 2017 que estabelece procedimentos para definição de outras formas de compensação ao impacto negativo irreversível em cavidade natural subterrânea com grau de relevância alto.

- Instrução Normativa nº 12 - Instituto Chico Mendes da Biodiversidade (ICMBio), de 24 agosto 2018;

  Altera a redação do inciso II, § 2º do artigo 12 da Instrução Normativa nº 01, de 24 de janeiro de 2017.

Importante destacar que, o presente estudo teve início antes de se tornar pública a Instrução Normativa Conjunta Nº 8 - Ministério do Meio Ambiente/Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, divulgada em 27 de setembro de 2019. Por essa razão, a referida Instrução Normativa não foi empregada para este caso.

7.2.10.3. Definições e Conceitos Básicos - Espeleologia

Área de influência da cavidade: Área que compreende os elementos bióticos e abióticos, superficiais e subterrâneos, necessários à manutenção do equilíbrio ecológico e da integridade física do ambiente cavernícola (conf. IN MMA nº02/2017). Para os fins de estudos preliminares, a área de influência inicial pode ser considerada a projeção horizontal da cavidade, acrescida de um entorno de duzentos e cinquenta metros, em forma de poligonal convexa, até a sua efetiva definição pelo órgão ambiental (conf. § 3º do art. 4º da Res. Conama nº 347/2004).

Área Diretamente Afetada – ADA: Área necessária para a implantação de atividades ou de empreendimentos a serem licenciados, definida nos estudos ambientais apresentados pelo empreendedor e validada pelo órgão ambiental.

Área de Influência Direta – AID: Corresponde ao espaço territorial contíguo da ADA e ampliado em 250 metros.

Cavidade natural subterrânea: “todo e qualquer espaço subterrâneo penetrável pelo ser humano, com ou sem abertura identificada, popularmente conhecido como caverna, gruta, lapa, toca, abismo, furna e buraco, incluindo seu ambiente, seu conteúdo mineral e hídrico, as comunidades bióticas ali encontradas e o corpo rochoso onde as mesmas se inserem, desde que sua formação tenha sido por processos naturais, independentemente de suas dimensões ou do tipo de rocha encaixante” (conf. inciso I do art. 2º da Res. Conama nº 347/2004).

Dano sobre o patrimônio espeleológico: Impacto negativo irreversível em cavidades naturais subterrâneas, ou em sua área de influência se disso decorrer impacto também sobre a cavidade, não autorizado ou não licenciado pelo órgão ambiental competente.

Espaço subterrâneo: espaço com seu início definido pela primeira poligonal vertical circunscrita por paredes, piso e teto, podendo ser classificado em abrigo: quando a altura da entrada da cavidade natural subterrânea é maior que o seu desenvolvimento linear; caverna: quando a altura da entrada da cavidade natural subterrânea é menor que o seu desenvolvimento linear; ou abismo: quando o desenvolvimento linear da cavidade natural subterrânea é predominantemente vertical. No caso dos abismos, o início do espaço subterrâneo é definido pela poligonal horizontal mais elevada totalmente circunscrita pelo afloramento rochoso (conf. IN MMA nº02/2017).

Patrimônio espeleológico: conjunto de elementos bióticos e abióticos, socioeconômicos e histórico-culturais, subterrâneos ou superficiais, representado pelas cavidades naturais subterrâneas ou a estas associadas.

Potencial espeleológico: Probabilidade de ocorrência de feições espeleológicas em uma determinada região, baseada nos seguintes parâmetros: litologia, estruturas geológicas, hidrografia, declividade, hipsometria, feições geomorfológicas e grau de antropização do terreno.

Prospecção espeleológica: Processo que envolve trabalhos desenvolvidos em escritório (planejamento e pesquisa secundária) e campo (caminhamento e avaliação in loco), necessários ao reconhecimento e à caracterização inicial do conjunto de ocorrências espeleológicas de uma determinada área. Nessa etapa, as ocorrências espeleológicas são identificadas, localizadas geograficamente, cadastradas e descritas.

Sistema cárstico: conjunto de elementos interdependentes, relacionados à ação da água e seu poder corrosivo junto a rochas solúveis, que dão origem a sistemas de drenagem complexos, englobando sistemas de cavernas e demais feições superficiais destes ambientes, como as dolinas, sumidouros, vales secos, maciços rochosos com presença de lapiás e outras áreas de recarga. Incluem-se neste conceito todas as formas geradas pela associação de águas corrosivas e rochas solúveis que resultam na paisagem cárstica. É constituído por suas diversas zonas: exocarste, epicarste e endocarste (conf. IN MMA nº02/2017).

Sistema subterrâneo: conjunto de espaços interconectados da subsuperfície, de tamanhos variáveis (desde fissuras diminutas até grandes galerias e salões), formando grandes redes de espaços heterogêneos, que podem ser preenchidos por água ou ar.

7.2.10.4. Metodologia

A) Levantamento Bibliográfico e Cartográfico

Essa atividade ocorreu em gabinete, onde foi feito o levantamento bibliográfico sobre cavernas no Brasil, com destaque para região de estudo, além de consulta a artigos científicos, livros, mapas geológicos, imagens de satélite e cartas topográficas em escala compatível com os objetivos do empreendimento.

De modo complementar, também foram consultadas as bases de dados espeleológicos oficiais no Brasil: CANIE/CECAV, Cadastro Nacional de Cavernas/SBE, CODEX/Redespeleo, IDE, dentre outros, para averiguar se há cavidades previamente cadastradas nos locais de estudo.

B) Análise cartográfica e Documental

A análise cartográfica e documental contribuiu para o conhecimento mais acurado da região a ser prospectada, onde buscou-se identificar fatores que favorecessem a formação/ocorrência de cavidades naturais subterrâneas no local (afloramento rochoso, drenagens, rupturas de relevo, entre outros) e reconhecer antecipadamente as áreas de riscos.

C) Avaliação do Potencial Espeleológico

Inicialmente, para avaliar o potencial espeleológico da região de estudo foi adotado como referência o trabalho desenvolvido pelo CECAV/ICMBio - “Mapa de Potencialidade de Ocorrência de Cavernas no Brasil”, o qual foi elaborado na escala de 1:2.500.000 (JANSEN *et al.*, 2012). De modo complementar, levando em conta a avaliação de parâmetros como elevação/altimetria, declividade, hidrografia e litologia, foi estruturado uma análise multicritério que teve como objetivo identificar locais potenciais para ocorrência de cavidades naturais subterrâneas.

Os dados de elevação/altimetria e declividade foram gerados a partir de bases como curvas de nível equidistantes de 10 metros, retiradas de imagem MDE Alos 12,5 metros e modelo digital do terreno. A mesma imagem também foi utilizada para delimitar toda a hidrografia da área de estudo. A base de dados referente a litologia foi obtida através do endereço eletrônico da Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (CPRM) na escala de 1:1.000.000. A litologia foi reclassificada de acordo com o seu potencial espeleológico, respeitando os valores definidos por Piló e Auler (2011), modificado por Jansen *et al.*, 2012, presente no endereço eletrônico do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas. Devido a diferença de escala entre as bases foi realizado a generalização cartográfica onde foi possível definir a escala dos dados da análise multicritério em 1:250.000.

Como parte do processo da análise multicritério foi feita a reclassificação das variáveis. Cada uma delas recebeu um peso diferente para que fosse possível realizar o cruzamento de cada critério (**Tabela 7.2-111**). Os valores das reclassificações foram somados (0,5 [Litologia] + 0,25 [Hidrologia] + 0,25 [Declividade] e, a partir desses resultados, foi feita a distinção das áreas existentes e sua classificação quanto ao potencial espeleológico em muito alto, alto, médio, baixo e ocorrência improvável, com representações cartográficas e escala compatível com a área do empreendimento.

Tabela 7.2-111. Valores atribuídos a cada variável na avaliação do potencial espeleológico.

Variáveis	Peso
Litologia (Potencial)	0,50
Hidrologia	0,25
Declividade	0,25

D) Planejamento e Definição Estratégica de Campo

Após a definição do potencial espeleológico, foi planejada a malha de caminhamento conforme a distinção dos graus de potencialidade da área para orientar as equipes em campo, sendo ela adensada nos locais de maior probabilidade de ocorrência de cavernas e/ou nas áreas onde o alcance visual do horizonte (pelo observador) era limitada.

A partir disso, foi criado um conjunto de linhas-controle as quais deram origem a malha de caminhamento planejada - que foram inseridas nos aparelhos receptores GPS's das equipes de campo, servindo como efetivos guias de orientação durante o deslocamento.

E) Prospecção Espeleológica (caminhamento)

Em campo, as equipes realizaram caminhamentos na área da ADA e AID buscando identificar e inventariar cavernas, abismos, grutas e feições cársticas como dolinas, valas, sumidouros, ressurgências, vales cegos, vales secos, entre outras.

O inventário teve caráter sistemático, o qual cobriu toda a área de estudo. Nesse caso, o método de caminhamento adotado foi o de linha-controle, onde linhas de orientação para deslocamento em campo foram seguidas pelas equipes de maneira aproximada através dos receptores GPS (modelo Garmin GPSMap 64s), garantindo que todas as áreas fossem percorridas e avaliadas. Ressalta-se que tal método também deu autonomia às equipes para fazerem curtas incursões fora dos limites destas linhas para investigar locais próximos a elas com potencial espeleológico alto.

Eventualidades não previstas em gabinete como: barreiras intransponíveis, locais de difícil acesso e registro de feição com potencial espeleológico não identificada em gabinete, geraram desvios na malha de caminhamento planejada. Mesmo assim, ressalta-se que tais alterações não significaram prejuízo na amostragem.

Nos casos de áreas de difícil acesso, essas foram contornadas e analisadas visualmente - determinadas pelo horizonte de visão do observador - e fotografadas, buscando evidenciar a presença de atributos que favorecessem a ocorrência de cavidades naturais. Em locais alagadiços e brejosos, esses também foram contornados e fotografados para comprovação da ausência de atributos que favorecessem a formação de cavernas.

Os deslocamentos realizados pelas equipes foram registrados por meio de *track logs* (linhas de caminhamento) gerados pelo aparelho GPS, os quais são apresentados para comprovação da execução de reconhecimento das áreas alvo do licenciamento. O *Datum* utilizado na elaboração dos *track logs* foi o Sistema de Referências Geocêntrico das Américas (SIRGAS 2000).

F) Pontos de Caracterização da Área de Estudo

Durante o caminhamento em campo foram realizados pontos de caracterização das áreas percorridas, onde buscou-se revelar através de registros fotográficos (modelo *Canon PowerShot* A2300) o contexto geral da paisagem (vegetação, geomorfologia e hidrologia), destacar alguma particularidade observada no cenário local (afloramento rochoso, curso d'água, escarpa, terrenos intransponíveis, alteração antrópica etc.), ou quando percebida a diferença/transição do ambiente (ex: área de mata fechada, área aberta, área plana, área montanhosa etc.).

G) Caracterização de Cavidades Naturais Subterrâneas

Caso descoberta uma cavidade natural, a equipe realizará a exploração e documentação da mesma. Nesse momento será preenchida uma ficha de cadastro específica de campo sendo levantadas as seguintes informações: identificação, localização; altitude; coordenada geográfica; descrição e classificação sumária da entrada e formas de acesso da cavidade; seus aspectos hidrológicos, morfológicos, biológicos; e observações de possíveis interferências antrópicas.

De modo complementar, também será feito o registro topográfico através de um croqui composto de planta baixa e seções, representando a distribuição espacial dos atributos em escala. Além disso, ser realizado um inventário fotográfico da cavidade registrando as aberturas de entrada, visão interna e externa, bem como de todos os atributos (com escala compatível) considerados de destaque pela equipe de campo. Adicionalmente, instaladas plaquetas de metal com a identificação da cavidade, e a sinalização de sua localização indicada por fitas de sinalização amarradas em locais próximos a sua entrada.

Importante destacar que durante o processo de reconhecimento e caracterização das cavidades, o deslocamento no seu interior deve ser realizado por profissionais experientes e atentos a preservação das estruturas (espeleotemas etc.), fauna e flora.

7.2.10.5. Resultados

A) Potencial Espeleológico da Área de Estudo

Em linhas gerais, o trabalho desenvolvido pelo CECAV/ICMBio - “Mapa de Potencialidade de Ocorrência de Cavernas no Brasil”, elaborado em uma escala de detalhe mais abrangente, 1:2.500.000, classificou toda a área de estudo do PNM – platôs Barone, Cruz Alta Leste, Escalante, Jamari, Rebolado, Jamarizinho e acessos – como baixo potencial espeleológico (**Figura 7.2-305**).

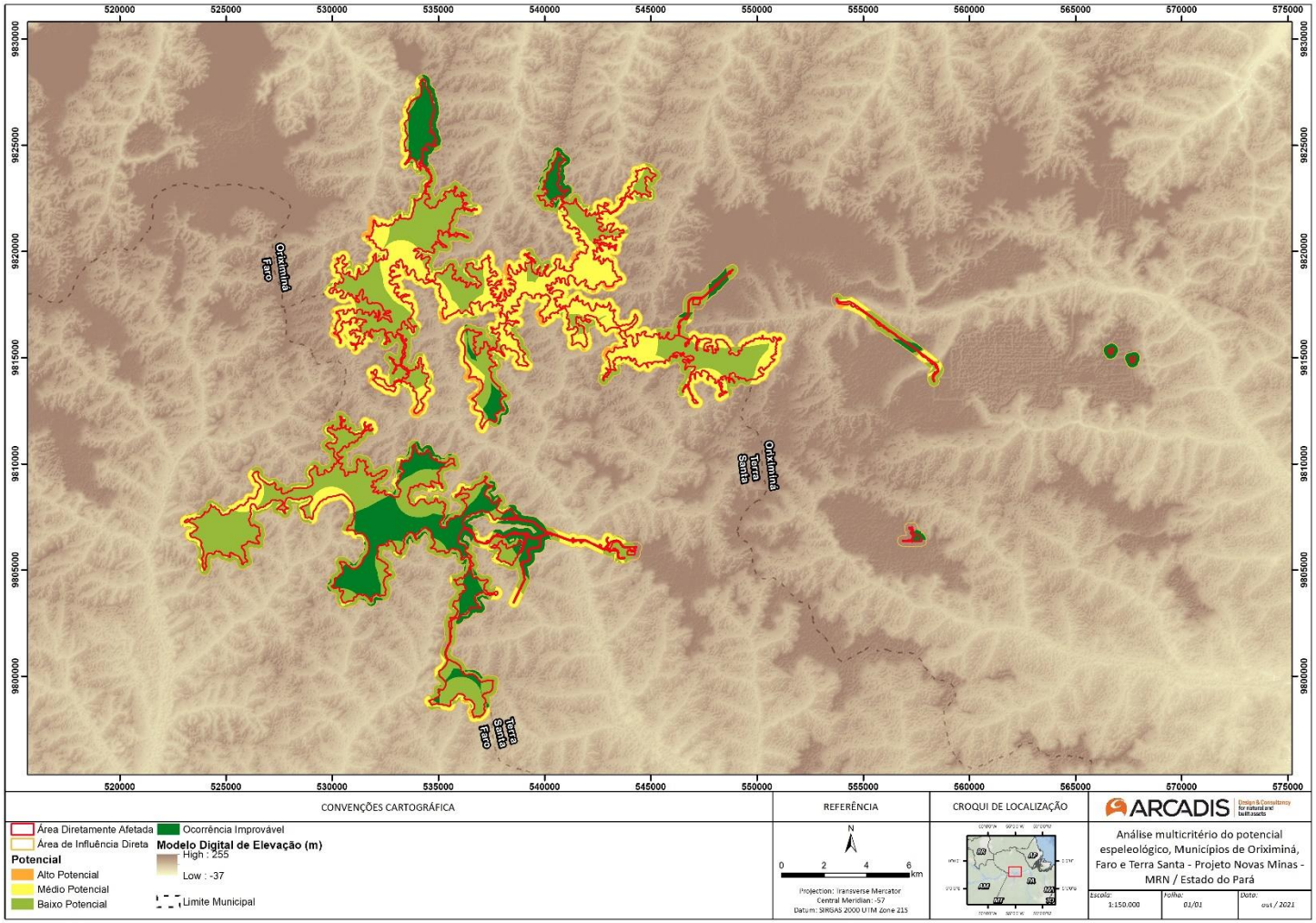


Figura 7.2-305. Potencial espeleológico da área de estudo PNM (fonte: CECAV).

Contudo, ao avaliar a mesma região, porém, em escala de detalhe maior (1:250.000), a análise multicritério realizada para este trabalho resultou no estabelecimento de cinco categorias de classificação do potencial espeleológico: muito alto (4,4%), alto (11,3%), médio (31,6%), baixo potencial (34,5%) e ocorrência improvável (18,3%).

Nessa classificação, o maior peso para potencial litológico obedece aos preceitos propostos pelo CECAV (CANIE/CECAV), onde os tipos de rochas são separados por seus aspectos analisando a frequência com que ocorrem as cavidades. Com isso, em áreas com a presença de rochas calcárias, a probabilidade de ocorrência de cavidades é maior do que em áreas de rochas basálticas por exemplo. Além disso, todo processo espeleológico está ligado à dinâmica hídrica, e, portanto, quanto maior a proximidade com os cursos d'água maior a probabilidade de ocorrência de cavidades. Cabe ressaltar que terrenos muito planos ou com declividade acentuada não favorecem a formação de cavidades, fazendo com que as áreas com variação entre 10 e 20 graus apresentem maior potencial espeleológico. Por fim, a avaliação altimétrica também está ligada a uma variabilidade para a ocorrência de cavernas. Assim os lugares com grande variação de altitude apresentam maior probabilidade da presença de cavidades.

Diante disso, para o PNM, as áreas definidas como de muito alto potencial correspondem a locais onde a declividade ficou entre 10 e 20 graus, além de estar próxima a drenagem (até 250 metros) e haver grande variação altimétrica. Para áreas com alto potencial a principal diferença para a classificação é com relação ao distanciamento das drenagens (entre 250m e 500m), enquanto as classes de declividade e altimétricas permaneceram as mesmas. Em ambas as classificações o potencial litológico influenciou o resultado de maneira regular, pois a área possui rochas classificadas com o potencial médio ou de ocorrência improvável. As demais classificações ocorrem em áreas em que os terrenos se encontram aplainados e, portanto, o distanciamento das drenagens foi o fator determinante para as classificações de médio potencial (entre 500m e 750m), baixo (entre 750m e 1000m) e ocorrência improvável (superior a 1000m) (**Figura 7.2-306**).

Nesse contexto, considerando as áreas definidas como alto e muito alto potencial espeleológico, verificou-se que esses espaços representaram apenas 15,7% da extensão total avaliada. Ainda sob essa perspectiva, eles se concentraram na AID do empreendimento (região de encosta dos platôs), enquanto na área da ADA (topo dos platôs) foram escassos e restritos a Escalante e Rebolado. Nesse estudo, portanto, os principais fatores que influenciaram para o estabelecimento dos locais com maior potencial espeleológico foram: declividade alta e proximidade com drenagens.

No que se refere ao potencial de cada platô, de modo geral Rebolado se destacou dos demais registrando as maiores áreas de alto e muito alto potencial espeleológico, que somadas representaram 26% de sua extensão (**Figura 7.2-307**). Esse resultado está associado a suas encostas íngremes e proximidade com onze drenagens. Em seguida, Escalante e Barone também revelaram locais com potencial abarcando parte considerável de seus domínios, resultando em 22% e 18% do total de cada um (**Figura 7.2-308**, **Figura 7.2-309**). Já os platôs Jamari e Cruz Alta Leste apresentaram os menores percentuais de áreas com potencial espeleológico, configurando apenas 5% e 1%, respectivamente (**Figura 7.2-310, Figura 7.2-311**). Quanto ao platô Jamarizinho, mais de 82% desse recorte espacial foi classificado como ocorrência improvável e baixo potencial, áreas com médio e alto potencial somam-se 19% (**Figura 7.2-312**). Sobre os acessos aos platôs, o baixo potencial espeleológico foi

predominante nesses locais, exceto para o acesso de Cruz Alta Leste onde 57% de sua área foi indicada como médio potencial.

A seguir, são apresentados os detalhes sobre do potencial espeleológico de cada local na **Tabela 7.2-112.**

Tabela 7.2-112. Classificação do potencial espeleológico por área – Projeto Novas Minas.

Platô Rebolado		
Classificação de Potencial	**Porcentagem (%)**	**Área (ha)**
Muito Alto	0%	0
Alto	3%	231,118712
Médio	54%	4813,053996
Baixo	40%	3583,90852
Ocorrência improvável	4%	345,648332

Platô Escalante		
Classificação de Potencial	**Porcentagem (%)**	**Área (ha)**
Muito Alto	0%	0
Alto	1%	17,086725
Médio	57%	1104,840349
Baixo	42%	809,403272
Ocorrência improvável	0%	0

Platô Barone		
Classificação de Potencial	**Porcentagem (%)**	**Área (ha)**
Muito Alto	0%	0
Alto	0%	0,127774
Médio	11%	24,259975
Baixo	67%	153,979425
Ocorrência improvável	23%	52,118021

Platô Jamari		
Classificação de Potencial	**Porcentagem (%)**	**Área (ha)**
Muito Alto	0%	0
Alto	0%	2,180147
Médio	11%	684,749901
Baixo	62%	3797,401214
Ocorrência improvável	27%	1684,028691

Platô Cruz Alta Leste		
Classificação de Potencial	**Porcentagem (%)**	**Área (ha)**
Muito Alto	0%	0
Alto	1%	3,952786
Médio	17%	113,507539
Baixo	17%	110,869098
Ocorrência improvável	66%	441,890619

Platô Jamarizinho		
Classificação de Potencial	**Porcentagem (%)**	**Área (ha)**
Muito Alto	0%	0
Alto	1%	7,982405
Médio	18%	116,159054
Baixo	71%	465,092579
Ocorrência improvável	11%	70,372557

Acesso Escalante		
Classificação de Potencial	**Porcentagem (%)**	**Área (ha)**
Muito Alto	0%	0
Alto	0%	0
Médio	2%	4,268676
Baixo	67%	174,675822
Ocorrência improvável	32%	83,526372

Acesso Jamari		
Classificação de Potencial	**Porcentagem (%)**	**Área (ha)**
Muito Alto	0%	0
Alto	0%	0,02634
Médio	31%	278,231557
Baixo	31%	281,908443
Ocorrência improvável	38%	338,219254

Acesso Cruz Alta Leste		
Classificação de Potencial	Porcentagem (%)	Área (ha)
Muito Alto	0%	0
Alto	0%	0
Médio	4%	2,543697
Baixo	94%	59,969005
Ocorrência improvável	2%	1,216103

Acesso Jamari		
Classificação de Potencial	Porcentagem (%)	Área (ha)
Muito Alto	0%	0
Alto	0%	0
Médio	4%	2,93159
Baixo	96%	80,439223
Ocorrência improvável	0%	0

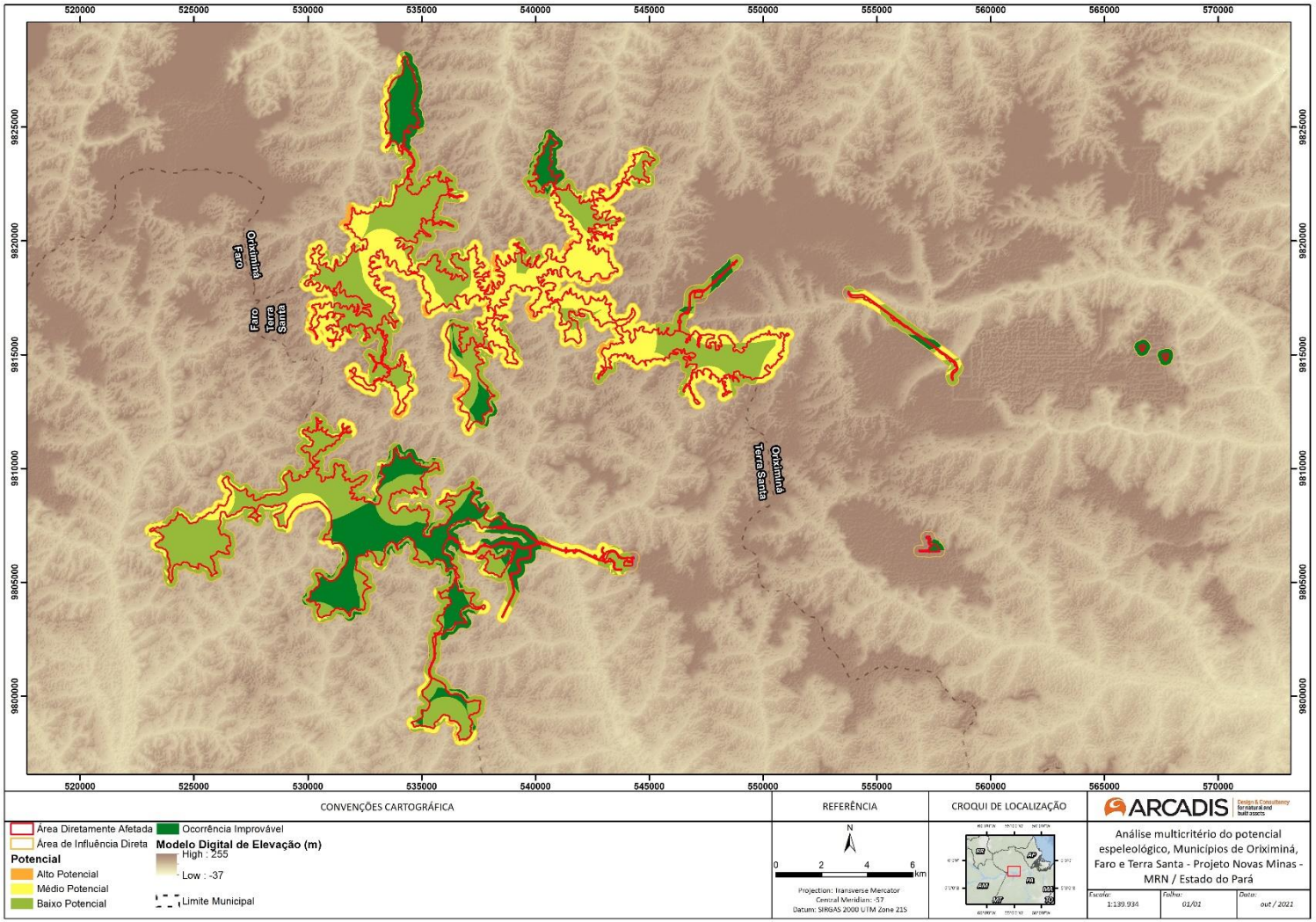


Figura 7.2-306. Análise multicritério do potencial espeleológico – PNM.

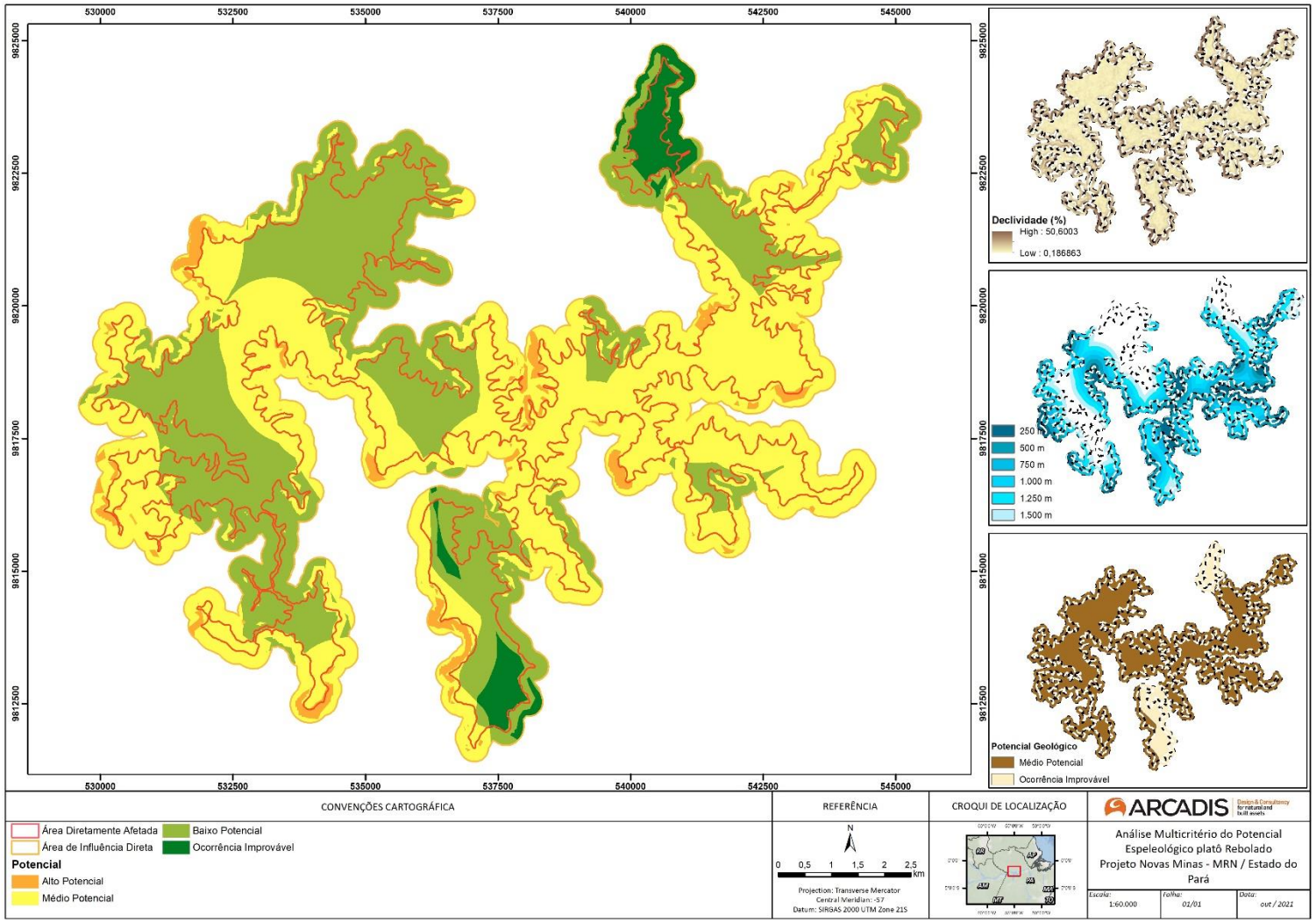


Figura 7.2-307. Análise multicritério do potencial espeleológico - platô Rebolado.

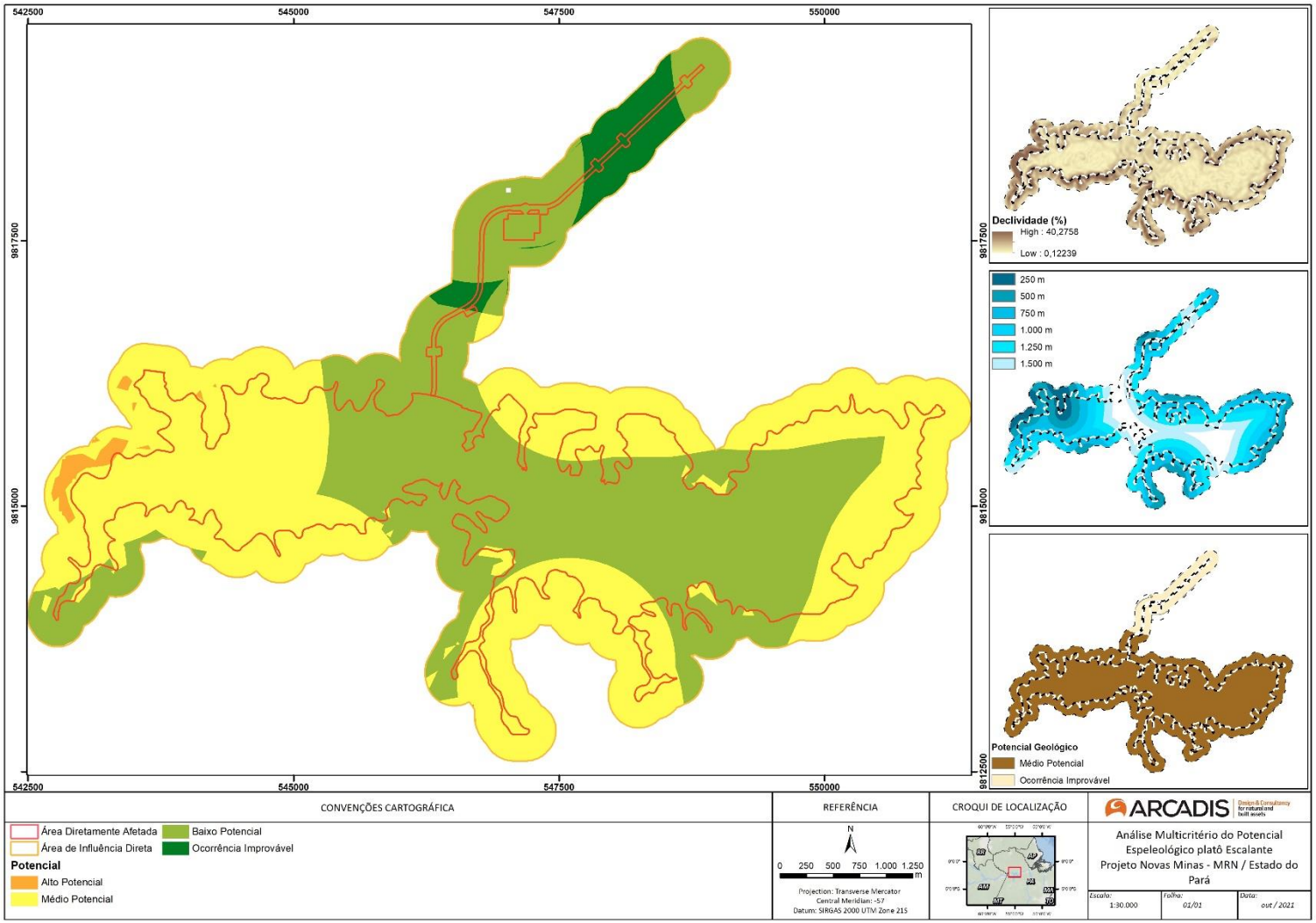


Figura 7.2-308. Análise multicritério do potencial espeleológico – platô Escalante e acesso.

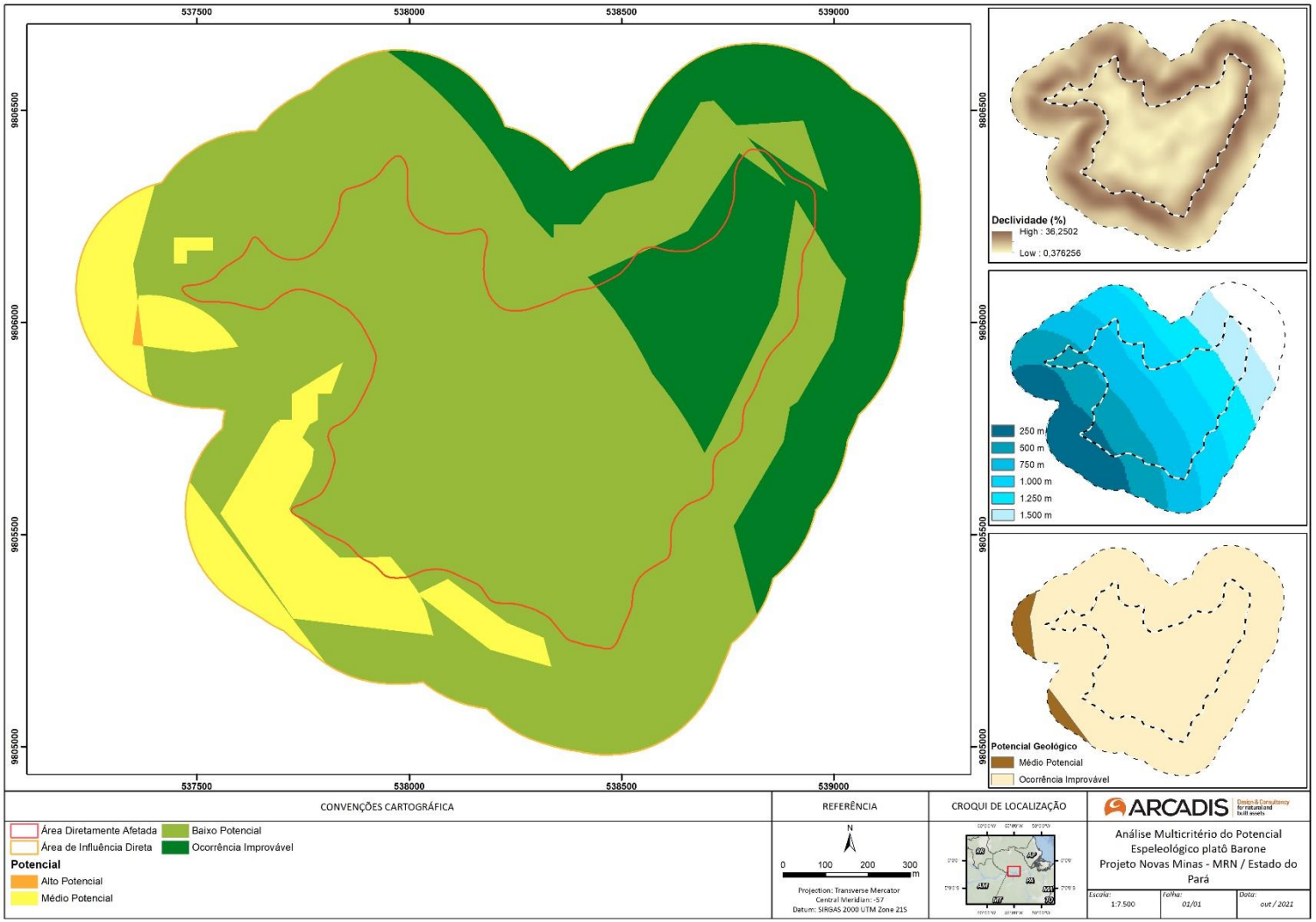


Figura 7.2-309. Análise multicritério do potencial espeleológico - platô Barone.

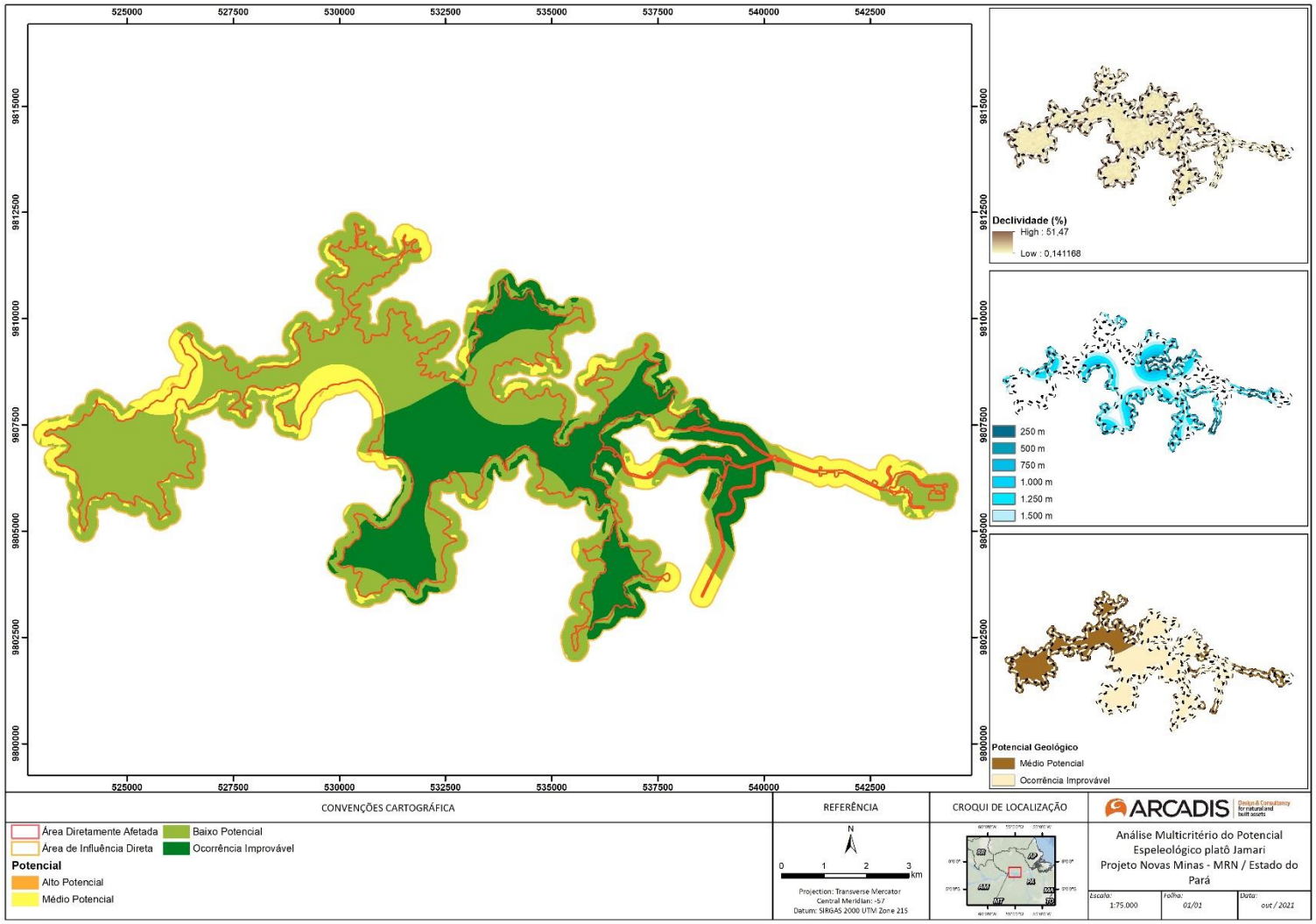


Figura 7.2-310. Análise multicritério do potencial espeleológico – platô Jamari e acesso.

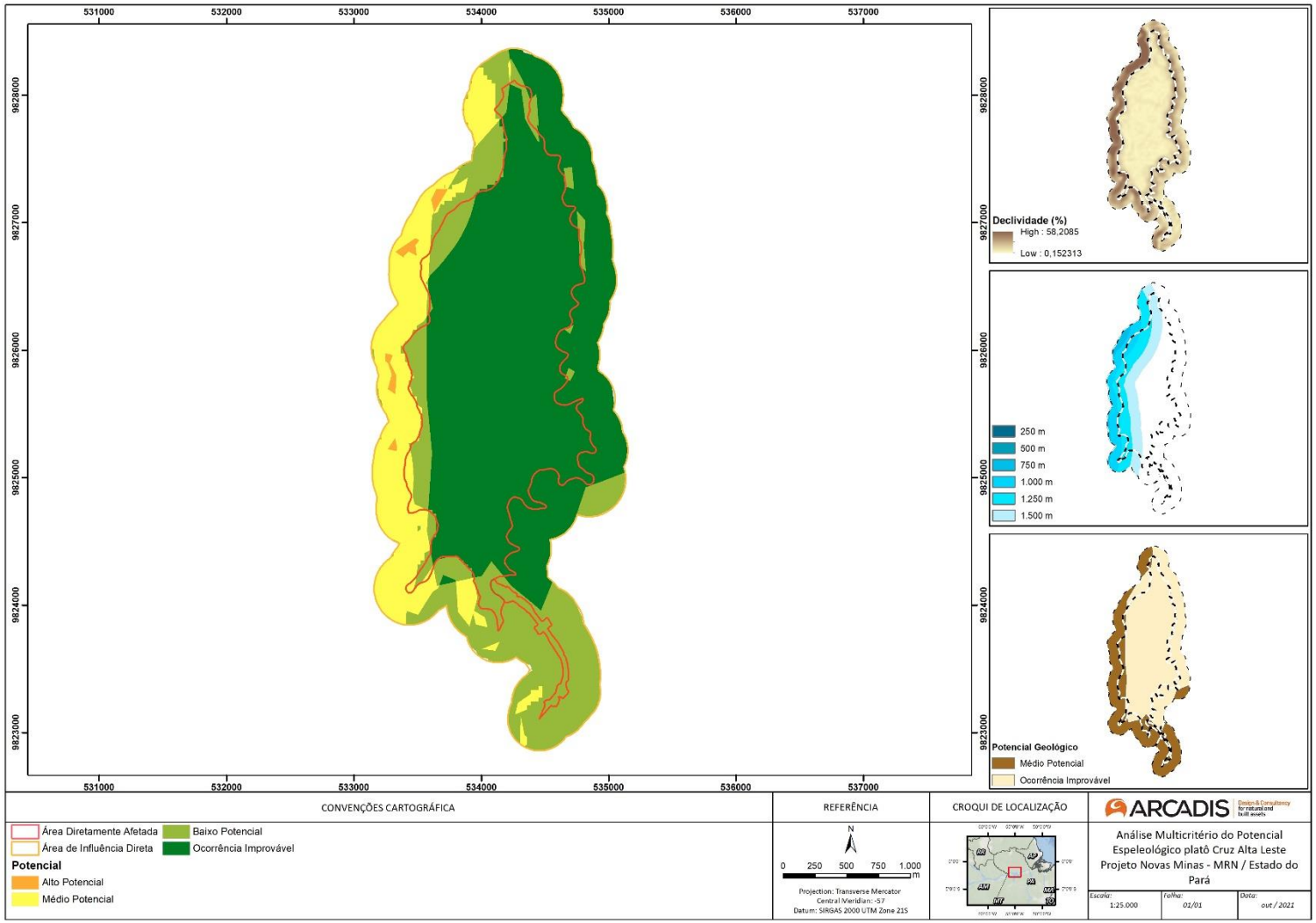


Figura 7.2-311. Análise multicritério do potencial espeleológico - platô Cruz Alta Leste e acesso.

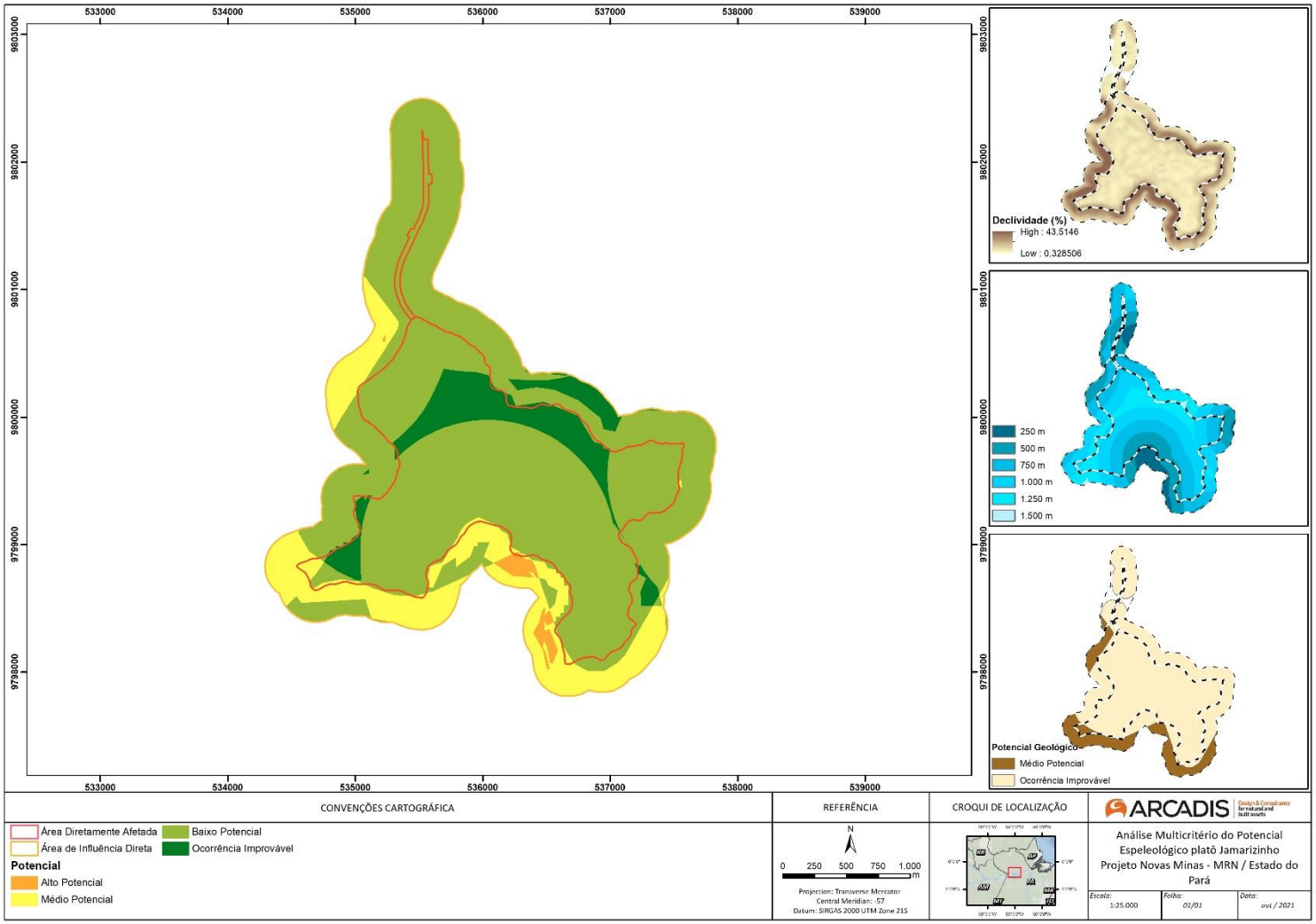


Figura 7.2-312. Análise multicritério do potencial espeleológico – Platô Jamarizinho

B) Levantamento de Dados e Atividade de Campo

De acordo com a base de dados do Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (CANIE/CECAV) e do Cadastro Nacional de Cavernas do Brasil (CNC/SBE), até o presente momento não há registro de cavidades naturais subterrâneas nos municípios de Faro, Oriximiná e Terra Santa (PA). Em linhas gerais, as cavidades mais próximas a área do empreendimento estão localizadas há 200 km de distância. Trata-se de quatro cavidades identificadas na Praia de Ponta de Pedras no município de Santarém (PA), que são: Abrigo Tapajós, Abrigo Santarém, Abrigo Charutinho e Abrigo Ponta de Pedras.

Em relação à prospecção espeleológica, as atividades de campo foram divididas em três campanhas. A primeira delas, com seis equipes, teve início em 18 de maio de 2019 e se estendeu até 25 de julho. Já a segunda, com 12 equipes, começou em 26 de outubro e terminou em 11 de dezembro do mesmo ano e a terceira com 4 equipes teve início em 20 de agosto e se estendeu até 20 de outubro de 2021. Tal intervalo de tempo entre as duas primeiras campanhas e a terceira, se deu em virtude da pandemia do Covid-19.

O grupo de trabalho em campo percorreu toda a extensão do PNM (ADA e AID de 250 metros) de modo sistemático e avaliou a presença de cavidades naturais subterrâneas nesse recorte espacial.

No total, foram percorridos 3.060,13 quilômetros em uma área de 19.966,32 hectares (**Tabela 7.2-113**). A densidade média da malha de caminhamento realizada foi de 10 Km/Km^2, com linhas espaçadas em 100 metros. Nos locais de maior potencial ou onde o alcance visual do observador era limitado pela vegetação fechada, os intervalos das linhas de caminhamento foram estreitados para 80 e 50 metros (**Figura 7.2-313** a **Figura 7.2-318**). Mesmo assim, apesar de todo o esforço na área do PNM, apenas uma pequena cavidade natural subterrânea foi identificada no platô Jamarizinho.

Tabela 7.2-113. Total de quilômetros percorridos em cada localidade.

LOCALIDADE	ADA		AID	
	Km total	Área (ha)	Km total	Área (ha)
Platô Rebolado	738,22	4207,54	629,95	4771,24
Platô Escalante	235,87	1003,19	140,44	927,39
Platô Barone	26,83	83,19	13,93	147,29
Platô Jamari	675,84	3398,97	245,18	2773,99
Platô Jamarizinho	33,33	353,46	30,25	305,13
Platô Cruz Alta Leste	99,42	351,94	39,84	315,99
Acesso Cruz Alta Leste	6,78	8,08	18,04	58,93
Acesso Escalante	6,27	29,66	16,52	234,05
Acesso Jamari	18,08	98,57	77,02	813,33
Acesso Jamarizinho	0,27	6,29	8,06	78,10
Total	1840,91	9540,88	1219,22	10425,45

**Há trechos que se sobrepõem entre a AID dos platôs com a AID dos acessos. Nesse caso, os valores apresentados na tabela se referem aos locais sem essa sobreposição*

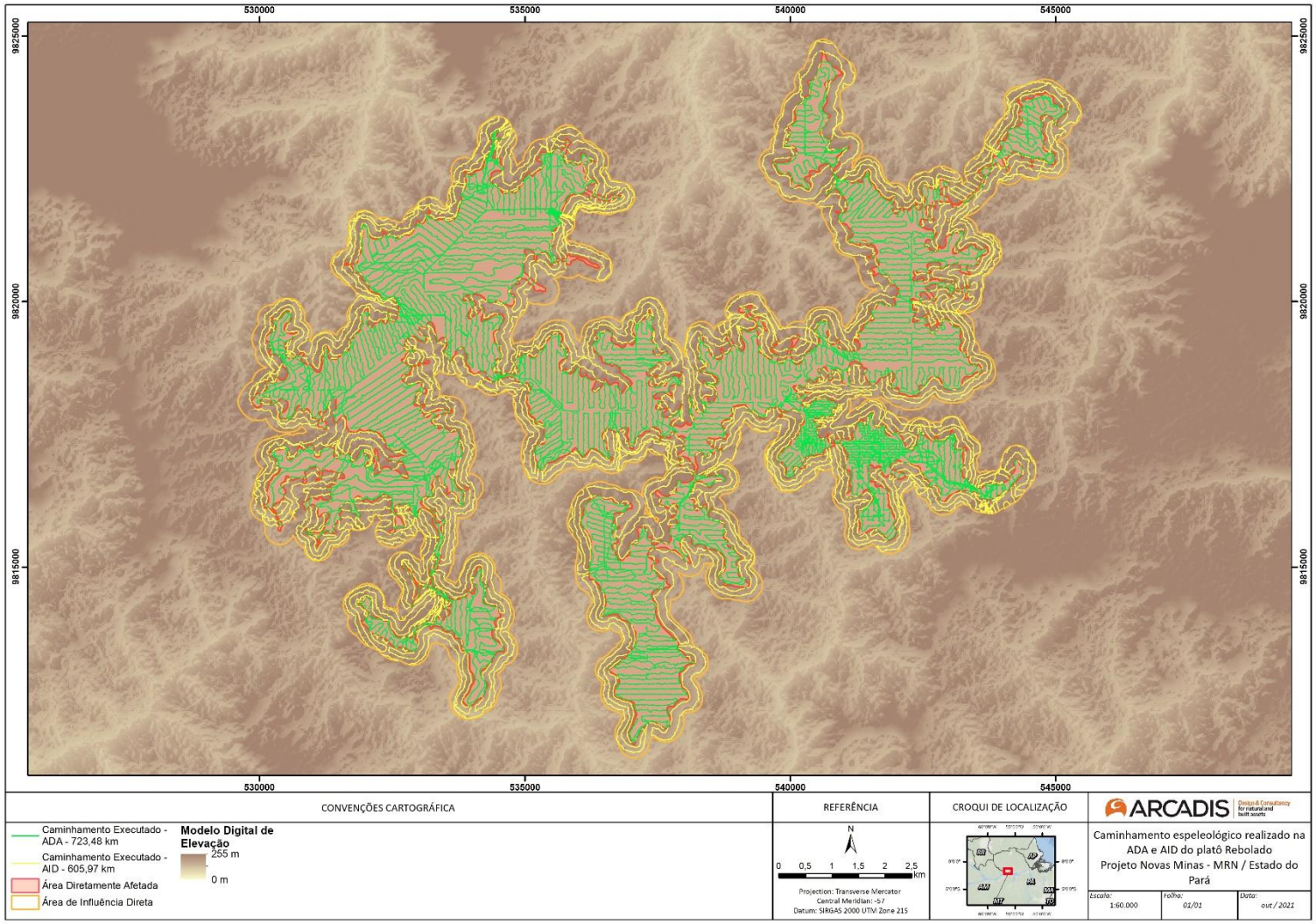


Figura 7.2-313. Caminhamento espeleológico realizado na ADA e AID do platô Rebolado.

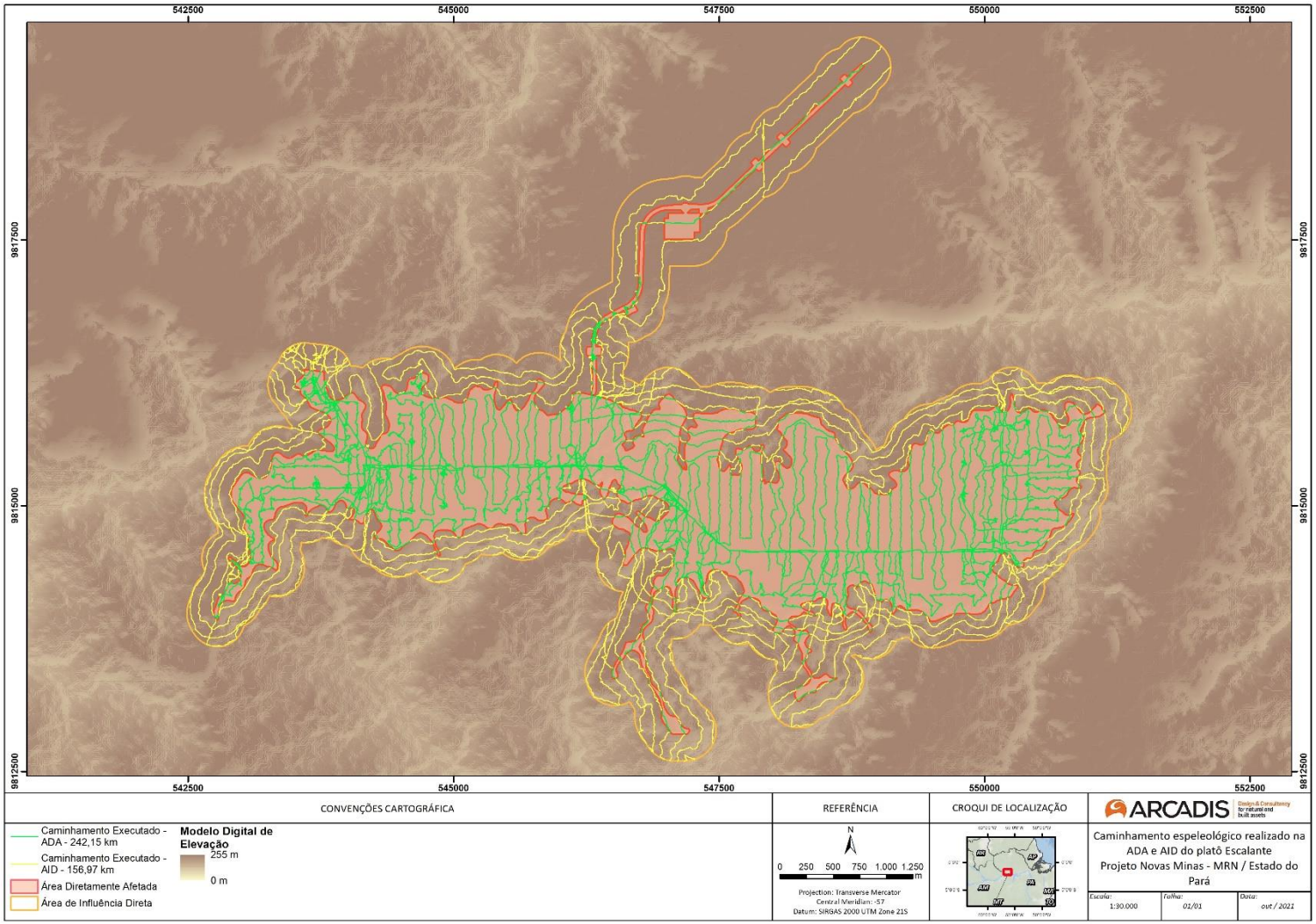


Figura 7.2-314. Caminhamento espeleológico realizado na ADA e AID do platô Escalante e acesso.

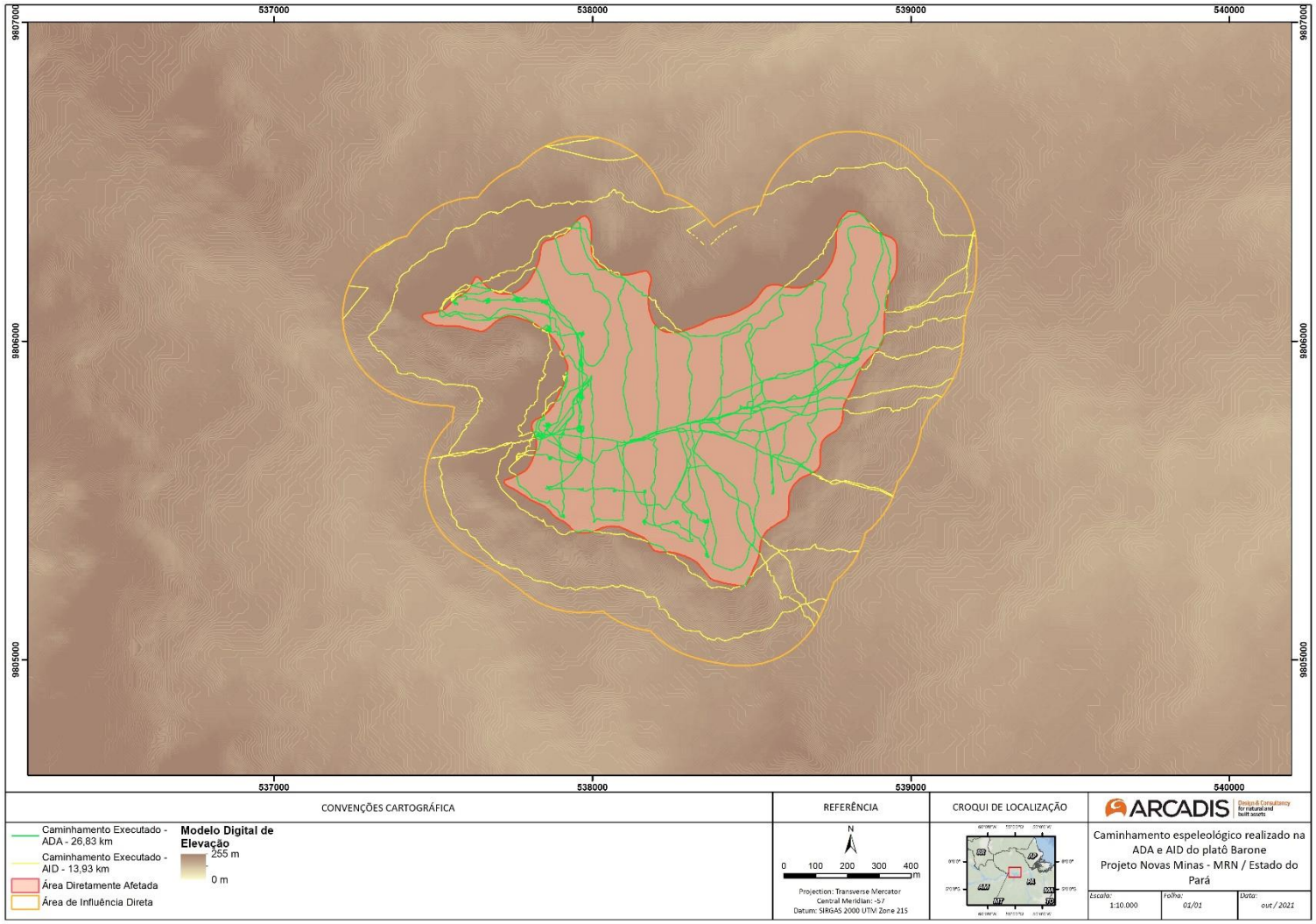


Figura 7.2-315. Caminhamento espeleológico realizado na ADA e AID do platô Barone.

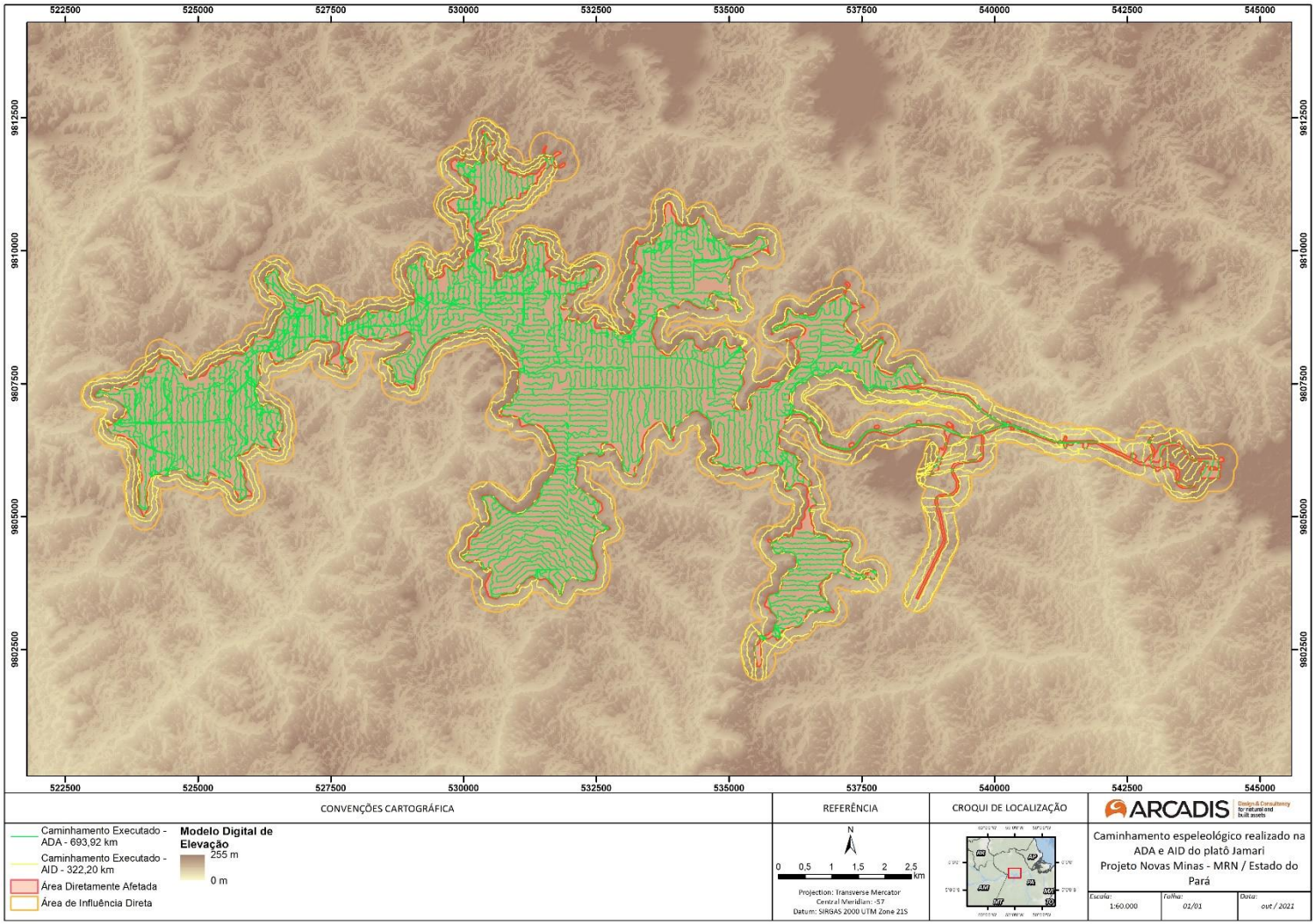


Figura 7.2-316. Caminhamento espeleológico realizado na ADA e AID do platô Jamari e acesso.

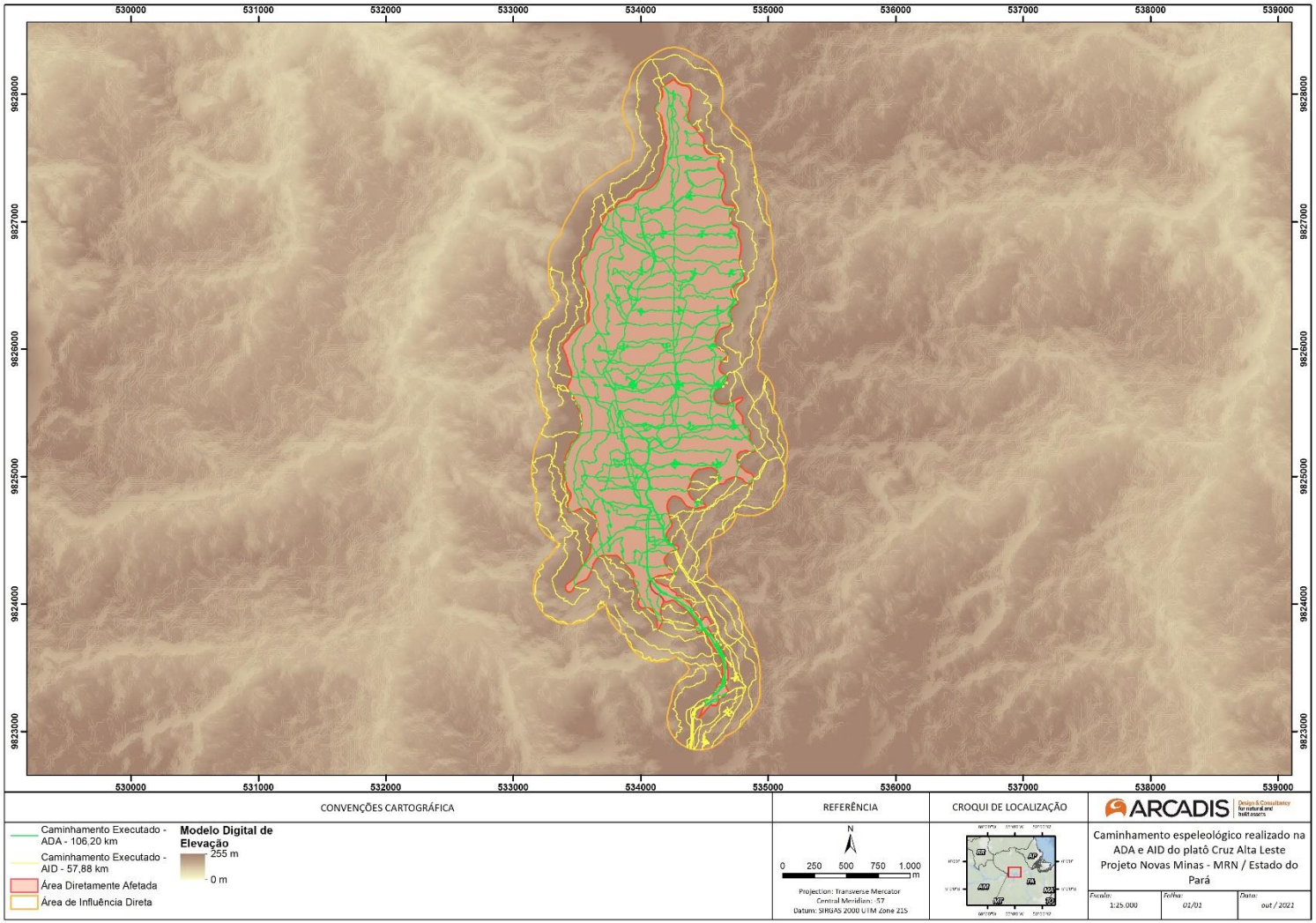


Figura 7.2-317. Caminhamento espeleológico realizado na ADA e AID do platô Cruz Alta Leste e acesso.

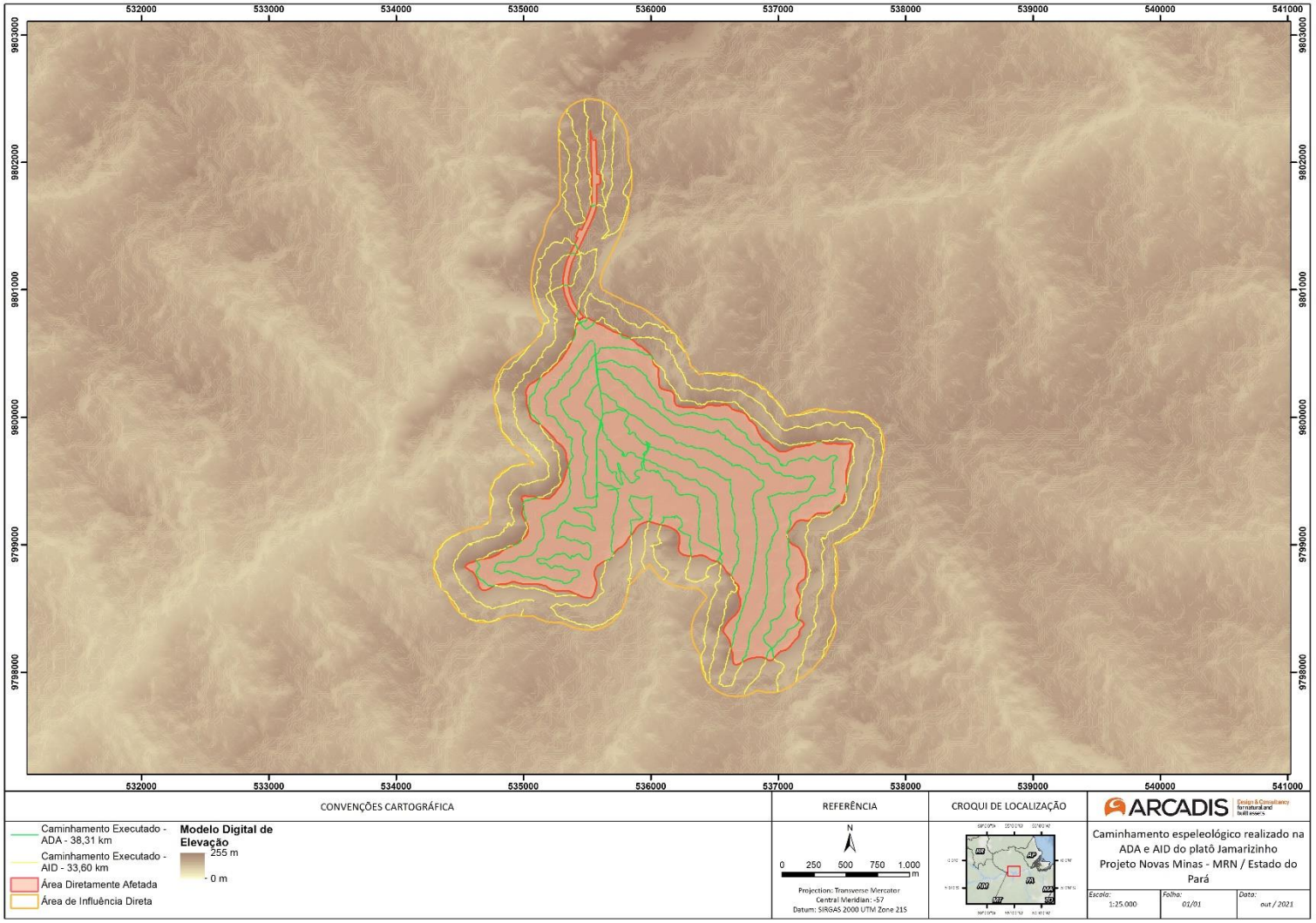


Figura 7.2-318. Caminhamento espeleológico realizado na ADA e AID - platô Jamarizinho

De modo complementar, durante o caminhamento em campo foram estabelecidos 1.522 pontos de caracterização da área através de registros fotográficos que revelam o contexto geral da paisagem ou alguma particularidade relevante observada (**Figura 7.2-319** a **Figura 7.2-324**). Os detalhes dessas informações como código de cada ponto, coordenada geográfica, geomorfologia, aspecto da vegetação e fotos do local, são apresentados por meio das fichas de campo exibidas no **Anexo XXXIX**.

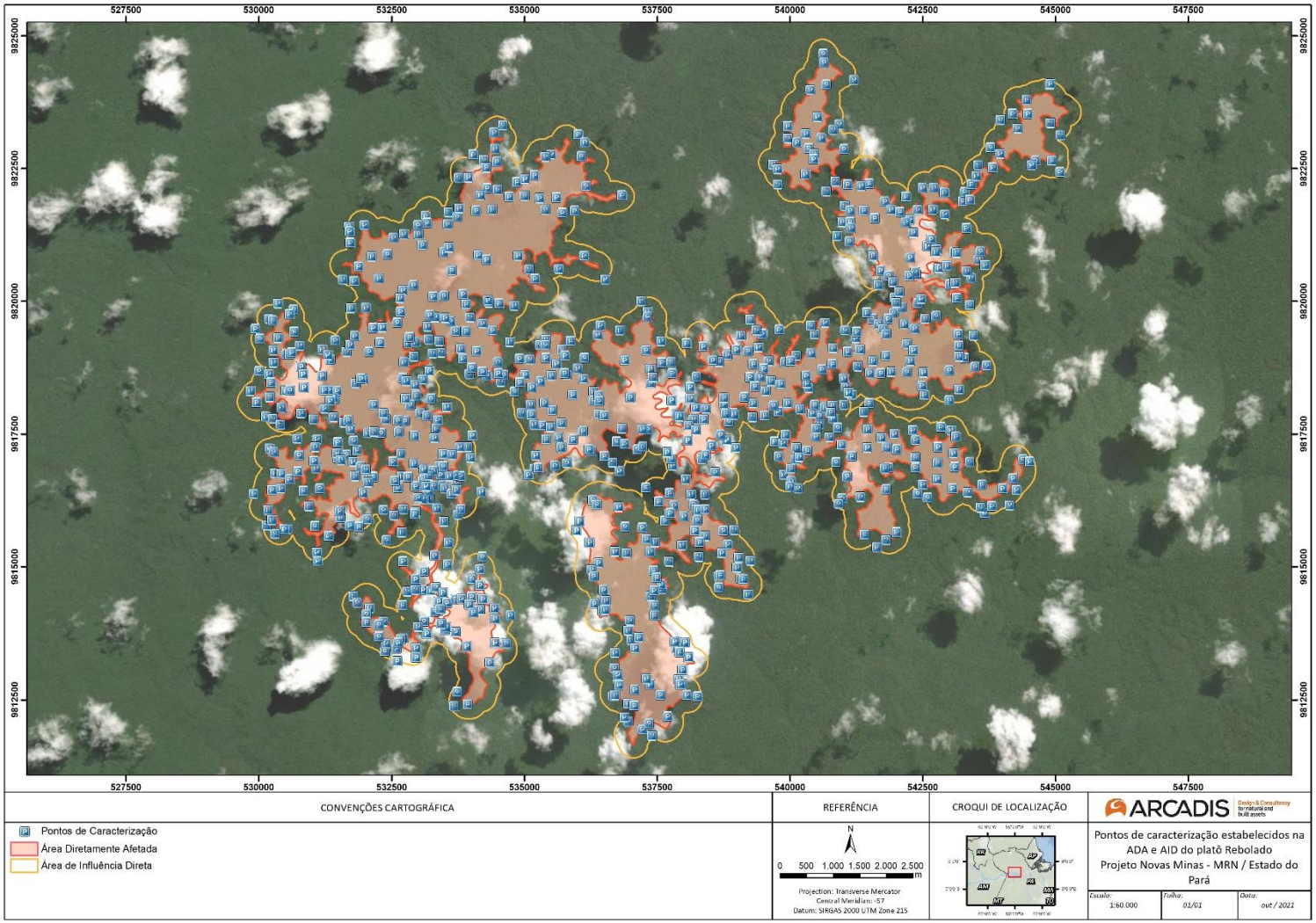


Figura 7.2-319. Pontos de caracterização estabelecidos na ADA e AID do platô Rebolado.

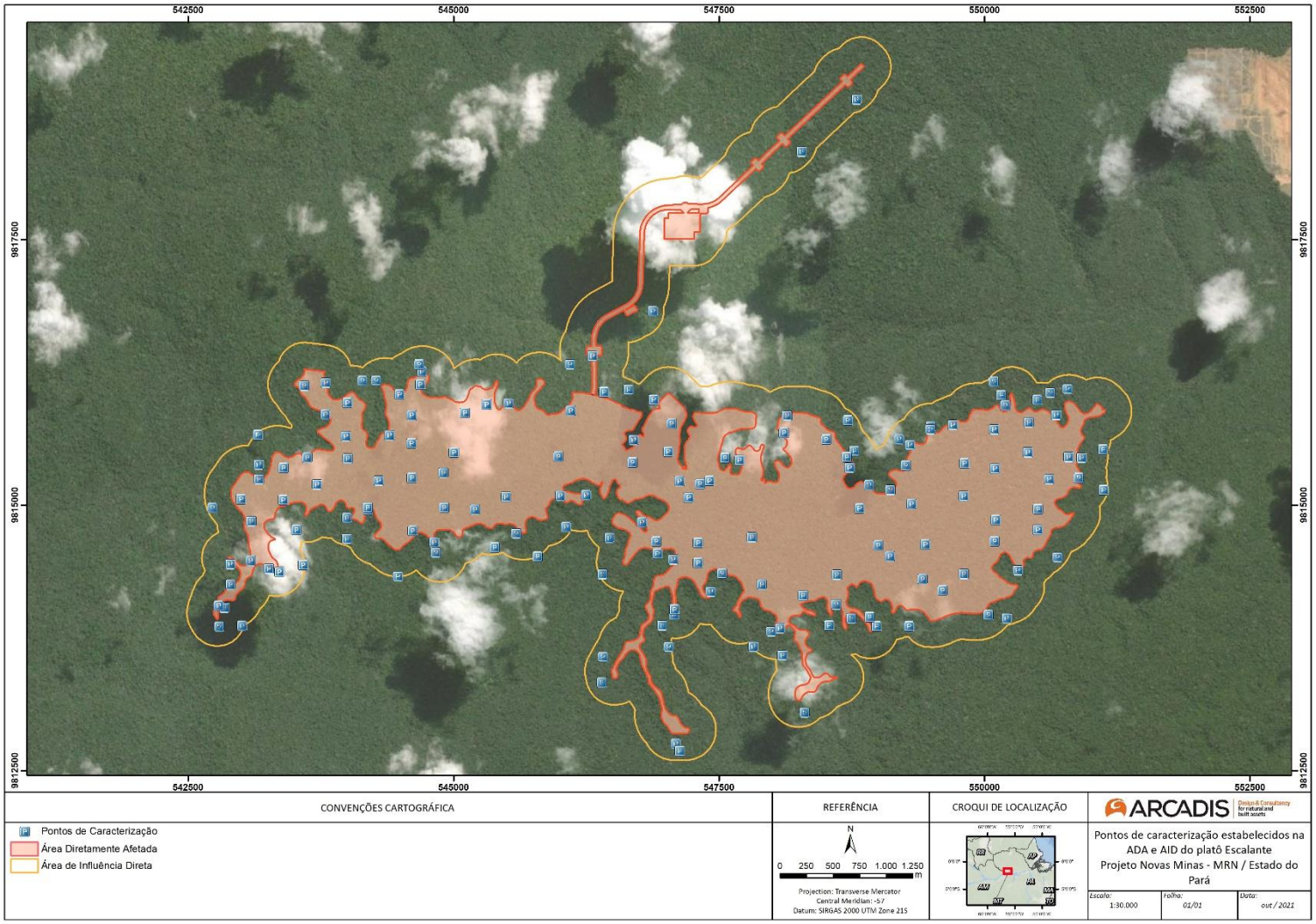


Figura 7.2-320. Pontos de caracterização estabelecidos na ADA e AID do platô Escalante e acesso.

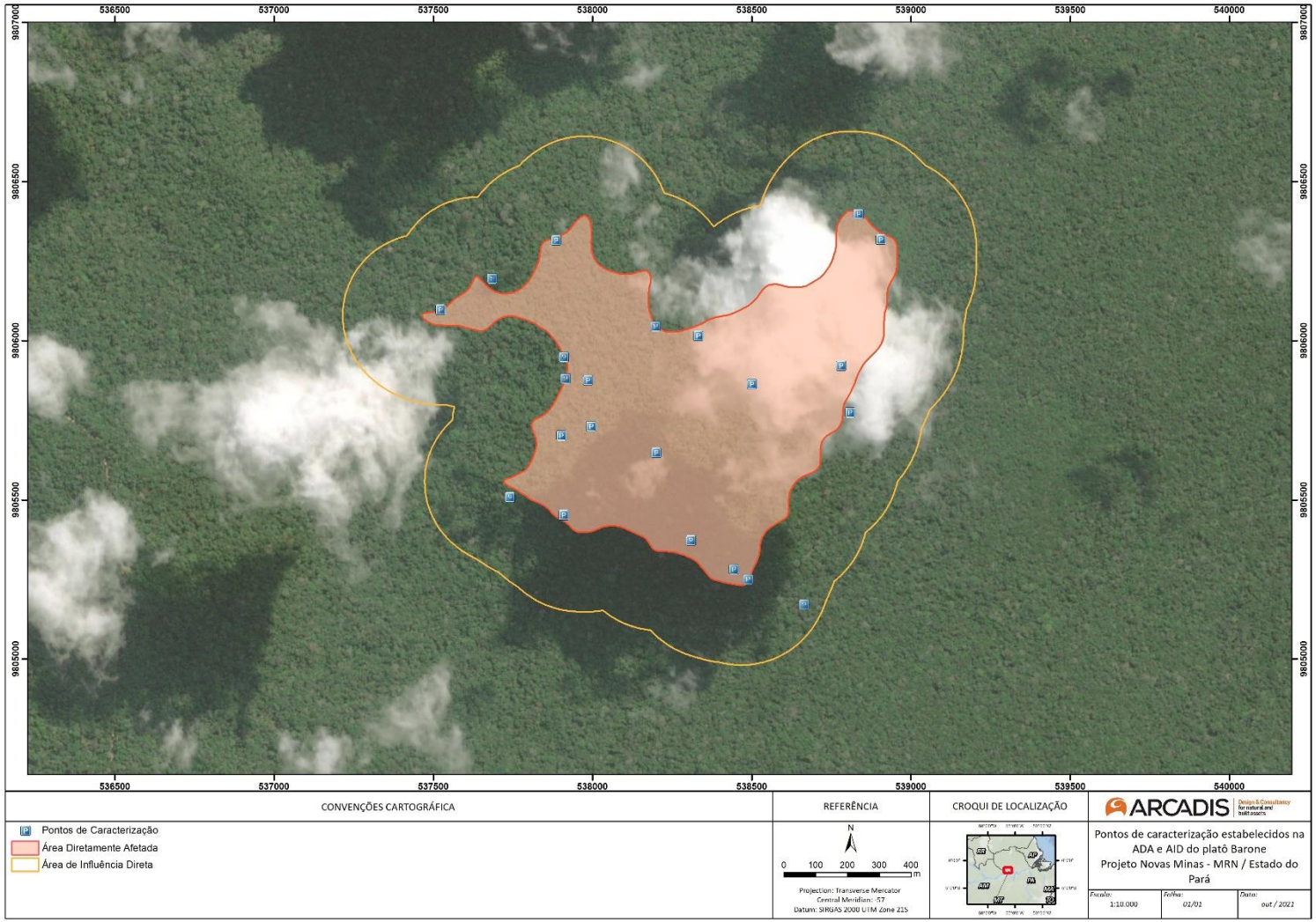


Figura 7.2-321. Pontos de caracterização estabelecidos na ADA e AID do platô Barone.

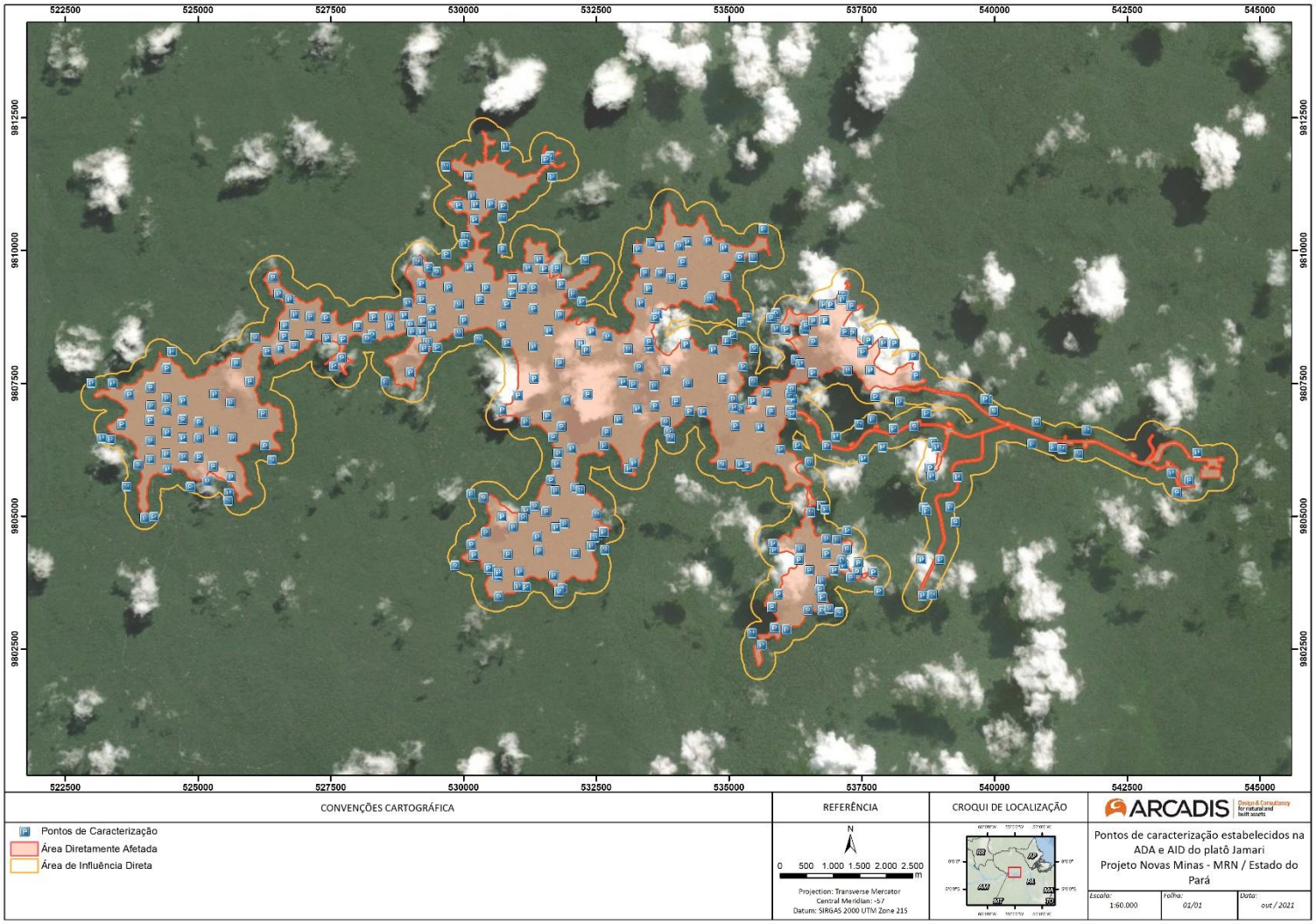


Figura 7.2-322. Pontos de caracterização estabelecidos na ADA e AID do platô Jamari e acesso.

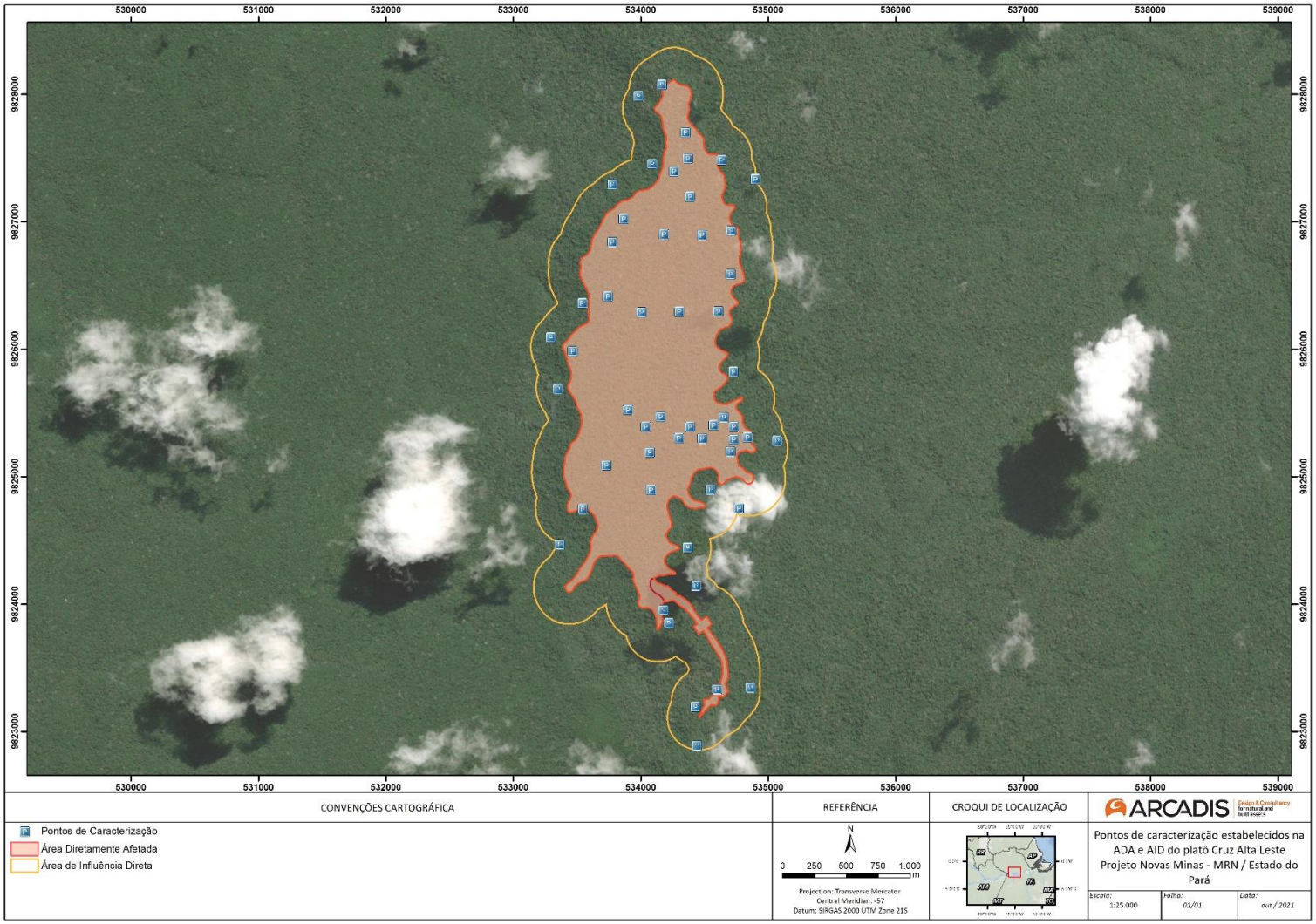


Figura 7.2-323. Pontos de caracterização estabelecidos na ADA e AID do platô Cruz Alta Leste e acesso.

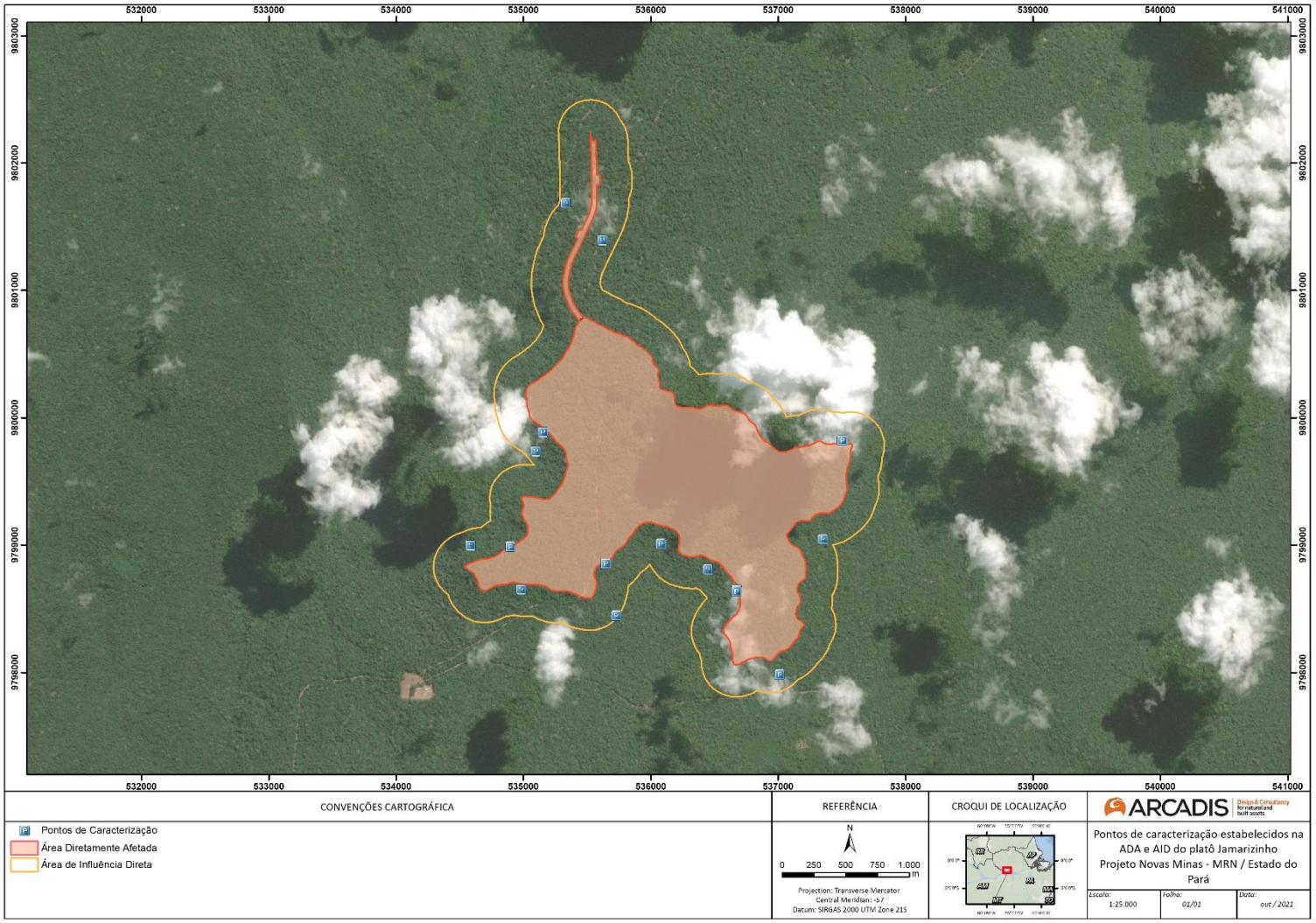


Figura 7.2-324. Pontos de caracterização estabelecidos na ADA e AID – platô Jamarizinho

Em linhas gerais, a região de estudo é representada por vastas extensões de terras de cotas modestas (inferiores a 250 metros), resultantes de longos períodos de aplainamento generalizado do relevo, cujos terrenos foram esculpidos em planaltos e baixos platôs ligeiramente mais elevados que as superfícies de aplainamento circundantes (CPRM, 2013).

Essas extensas formas tabulares normalmente são recobertas com solos espessos, em geral, latossolos amarelos distróficos (IBGE e EMBRAPA, 2001), e por uma camada razoável de material vegetal (folhiço) oriundo de Floresta Ombrófila Densa que se desenvolve sobre esses terrenos.

Como resultado, as equipes de campo confirmaram esse conjunto de atributos que conferem ao local uma característica bastante homogênea, combinada por platôs de topos aplainados e encostas íngremes, cobertos por solo espesso e envoltos por áreas rebaixadas e planas. Também se constatou a presença de drenagens (perenes e intermitentes), áreas alagadiças, igarapés e o desenvolvimento predominante da formação vegetal do tipo Floresta Ombrófila Densa (**Figura 7.2-325** a **Figura 7.2-329**).

Figura 7.2-325. Platôs de topos aplainados, aspecto homogêneo observado nas ADAs. A) Cruz Alta Leste; B) Rebolado; C) Escalante; D) Jamari; E) Barone.

Figura 7.2-326. Encostas íngremes conferem ao ambiente uma caracterização padrão nas áreas da AID. A) Cruz Alta Leste; B) Rebolado; C) Escalante; D) Jamari; E) Barone.

Figura 7.2-327. Drenagens perenes registradas durante prospecção espeleológica na AID. A-B) platô Rebolado; C-D) acesso do platô Jamari; E) platô Jamari.

Figura 7.2-328. Identificação de áreas alagadiças. A-B) pontos na AID do acesso ao platô Jamari; C) ponto na ADA do platô Rebolado.

Figura 7.2-329. Panorama geral das áreas rebaixadas e planas que envolvem os platôs. A) AID platô Jamari; B) AID platô Escalante.

Apesar das análises de multicritério terem indicado áreas de alto e muito alto potencial espeleológico no domínio do PNM, por meio da caracterização *in loco* realizada pelas equipes de campo, áreas com afloramentos rochosos e locais com potencial efetivo para formação de cavidades naturais foram bem escassos.

Ao todo, foram registrados apenas 17 pontos com tais características. Como dito anteriormente apenas uma pequena cavidade natural foi identificada. Na maioria dos casos tratou-se de pontos isolados de pequenos afloramentos em estágio avançado de intemperização em superfície, mas seis deles se destacaram dos demais por sua volumetria (**Figura 7.2-332** a **Figura 7.2-334**). Os dados de localização de cada um dos pontos são apresentados na **Tabela 7.2-114**.

Tabela 7.2-114. Informações sobre a localização dos pontos registrados com afloramentos rochosos na área do PNM.

LOCALIDADE	PONTO	COORDENADAS (SIRGAS2000)		ALTITUDE (m)
		UTM E	UTM N	
Platô Rebolado	PT-0004JC	531714	9821117	94,3
Platô Rebolado	PT-0014JC	542495	9816566	111
Platô Jamari	PT-39PW	537517	9808148	171,5
Platô Jamari	PT-40PS	535070	9807220	166
Platô Jamari	PT-41PS	535085	9807063	161,9
Platô Jamari	PT-95RP	530514	9803991	155,2
Platô Jamari	PT-97RP	532096	9805558	153,8
Platô Jamari	PT-152CG	537317	9808460	154,1
Platô Jamari	PT-155CG	536778	9809000	163,4
Platô Jamari	PT-157CG	536410	9808524	141
Platô Jamari	PT-158CG	536255	9807966	124
Platô Barone	PT-159CG	537740	9805510	142,5
Platô Jamarizinho	PT-02-JC	534895	9798990	134
Platô Jamarizinho	PT-05-JC	535644	9798860	139
Platô Jamarizinho	PT-06-JC	536076	9799015	93
Platô Jamarizinho	PT-07-JC	535725	9798451	93

A cavidade natural subterrânea PNM-001 foi identificada durante os caminhamentos realizados no platô Jamarizinho no dia 18/10/2021. A cavidade PNM-001 está localizada nas coordenadas

UTM 21M 536672 9798657, em altitude de 152 metros, inserida na alta vertente em área onde ocorre ruptura do relevo, com afloramento rochoso que se desenvolve por cerca de dez metros. A cavidade em si possui apenas uma entrada voltada para Oeste, com altura da entrada possuindo um metro, desenvolvimento linear de três metros e desnível suave de 40 cm, caracterizando-a como reentrância levando em consideração suas dimensões. O desenvolvimento interno é horizontal com piso plano, o sedimento possui textura final e não há sinais de feições hidrológicas. Não foram identificados na cavidade espeleotemas ou quais vestígios de utilização histórico-cultural ou paleontológicas. Foi observado uma pequena colônia de *Peropiteryx*, com cerca de dez indivíduos. Não apresenta alterações no seu estado de conservação.

Figura 7.2-330. Cavidade natural subterrânea PNM-01. A) e B) entrada da cavidade; C) vista do interior da cavidade e D) Vista da entrada da cavidade a partir do interior da mesma.

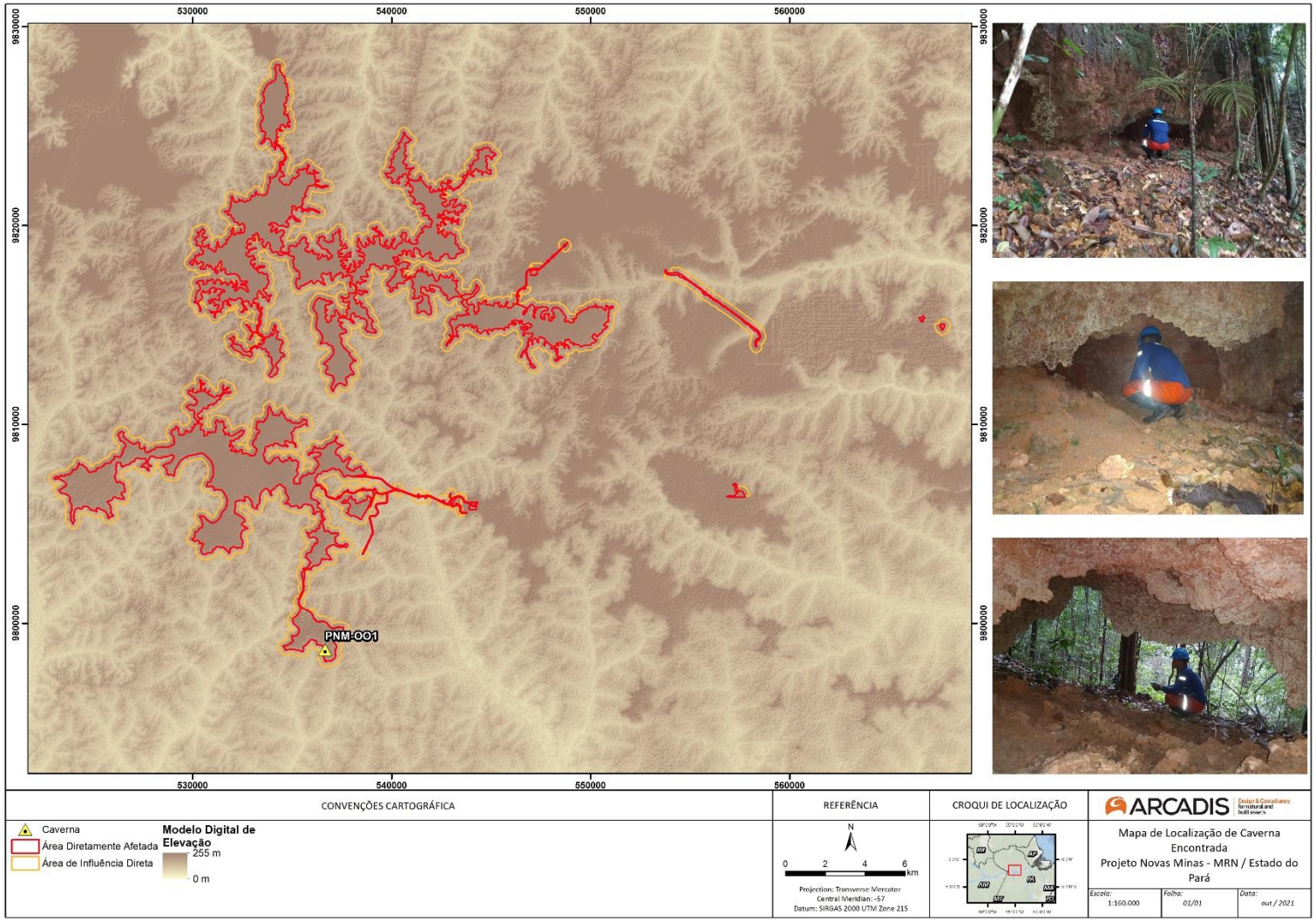


Figura 7.2-331. Mapa de Localização da cavidade identificada – PNM-001.

Figura 7.2-332. Afloramentos com maior volumetria registrada na área do PNM. A) PT-0004JC; B) PT-0014JC; C) PT-95RP; D) PT-97RP.

Figura 7.2-333. Afloramentos em estágio avançado de intemperização. A) PT-39PW B) PT-40PS C) PT-41PS D) PT-158CG.

Figura 7.2-334. Registro pontual de pequenas rochas aflorando em superfície (indicado por setas). A) PT-155CG; B) PT-157CG; C) PT-152CG; D) PT-159CG.

De modo complementar, também foi feita a avaliação de todas as áreas do PNM quanto ao seu estado de conservação. Nesse caso, considerando o panorama atual, a maior parte de sua extensão não apresentou qualquer tipo de alteração antrópica.

Já no platô Jamari foram detectadas atividades de extração de madeira ao longo do platô (**Figura 7.2-335 D**).

Figura 7.2-335. Alterações antrópicas detectadas na área de estudo. Evidência de atividades relacionadas a extração de madeira no platô Jamari – ponto PT-83RP_.

Por fim, avaliando um cenário futuro, considerando os resultados obtidos nesse trabalho e as atividades previstas para instalação do empreendimento, considera-se que não haverá dano ou impacto negativo irreversível sobre o patrimônio espeleológico nos platôs Cruz Alta Leste, Rebolado, Escalante, Jamari e Barone, bem como os seus respectivos acessos, uma vez que não foram identificadas cavidades naturais subterrâneas nessas áreas. Para a área do platô Jamarizinho, foi identificada uma pequena cavidade, onde foram observados *Peropiteryx* sp. utilizando a reentrância como abrigo.

7.2.10.6. Considerações Finais

O levantamento de dados bibliográficos sobre o patrimônio espeleológico indicou que não há registro de cavidades naturas subterrâneas nos municípios de Faro, Oriximiná e Terra Santa (PA), até o presente momento. Além disso, também não há registro de cavidades, no Estado do Pará, para o mesmo tipo de litologia onde se insere o empreendimento.

O “Mapa de Potencialidade de Ocorrência de Cavernas no Brasil”, disponibilizado pelo CECAV/ICMBio, classificou toda a área de estudo do PNM como baixo potencial espeleológico. No entanto, ao avaliar a mesma região, porém, em escala de detalhe maior, a análise multicritério realizada para este trabalho resultou no estabelecimento de cinco categorias de classificação do potencial espeleológico: muito alto (4,4%), alto (11,3%), médio (31,6%), baixo potencial (34,5%) e ocorrência improvável (18,3%).

No que se refere a prospecção espeleológica, ao todo foram percorridos 3.060,3 quilómetros em uma área de 19.96,32 hectares (considerando ADA e AID de 250 metros) e estabelecidos 1.522 pontos de caracterização da área.

Apesar da análise multicritério do potencial espeleológico ter apontado áreas de alto e muito alto potencial, por meio da avaliação *in loco* realizada pelas equipes de campo, verificou-se a ausência de afloramentos rochosos e locais com potencial para formação de cavidades na maior parte da região. No total foram registrados apenas 17 pontos com afloramentos, que foram: PT-0004JC, PT-0014JC, PT-39PW, PT-40JPS, PT-41PS, PT-95RP, PT-96RP, PT-152CG, PT-155CG, PT-157CG, PT-158CG, PT-159CG, PT-02-JCR, PT-05-JCR, PT-06-JCR e PT-07-JCR. Apenas no PNM-001 foi identificada a reentrância com três metros de desenvolvimento. Segundo a Instrução Normativa nº 2, de 30 de agosto de 2017, Art. 12.

> “As cavidades naturais subterrâneas com menos de cinco metros de desenvolvimento linear serão classificadas com baixo grau de relevância, desde que demonstrada a inexistência de:
>
> I - zona afótica;
>
> II - destacada relevância histórico-cultural ou religiosa;
>
> III - presença de depósitos químicos, clásticos ou biogênicos de significativo valor científico, cênico ou ecológico; ou
>
> IV - função hidrológica expressiva para o sistema cárstico.”

No geral, as áreas percorridas apresentaram características bem homogêneas entre elas, platôs de topos aplainados e encostas íngremes, cobertos por solo espesso e envoltos por áreas rebaixadas e planas. Em alguns casos também foram registradas zonas alagadiças, drenagens (perenes e intermitentes), e igarapés. Sobre o estado de conservação das áreas

percorridas, considerando o panorama atual, a maior parte delas não apresentou qualquer tipo de alteração. As únicas intervenções registradas ocorreram em partes do platô Jamari.

Por fim, avaliando um cenário futuro e considerando os resultados obtidos nesse trabalho, conclui-se que as atividades previstas para instalação do empreendimento PNM não causarão danos ou impactos negativos irreversíveis sobre o patrimônio espeleológico nos platôs Cruz Alta Leste, Rebolado, Escalante, Barone, Jamari e acessos, uma vez que não foram identificadas cavidades naturais subterrâneas nessas áreas. Para a área do platô Jamarizinho, foi identificada uma pequena cavidade.